

»Mladi za napredek Maribora 2019«
36. srečanje

AVTOMATIZIRANA PAKIRNA LINIJA

Raziskovalno področje: ELEKTROTEHNIKA, ELEKTRONIKA

Raziskovalna naloga

PROSTOR ZA NALEPKO

Avtor: GAŠPER MAJAL, NEJC GROBELNIK

Mentor: BOJAN DEŽMAN

Šola: SREDNJA ELEKTRO-RAČUNALNIŠKA ŠOLA MARIBOR

Število točk: 157

Mesto: 4

Priznanje: srebrno

Maribor, 2019

Mladi za napredek Maribora 2019

36. srečanje

AVTOMATIZIRANA PAKIRNA LINIJA

Raziskovalna naloga

Raziskovalno področje: ELEKTROTEHNIKA, ELEKTRONIKA

MARIBOR, FEBRUAR 2019

1. KAZALO

1.1. Kazalo vsebine

1.	KAZALO.....	1
1.1.	Kazalo vsebine	1
1.2.	Kazalo slik.....	3
1.3.	Kazalo tabel.....	3
2.	POVZETEK.....	4
3.	ZAHVALA	4
4.	UVOD.....	4
5.	VSEBINSKI DEL.....	5
5.1.	Opis problema	5
5.2.	Industrijski krmilniki (PLC)	6
5.2.1.	Arduino razvojne ploščice	7
5.3.	Pakirna linija	9
5.3.1.	Obračalna enota	10
5.3.2.	Zlagalna enota	11
5.3.3.	Dvižna ploščad	13
5.4.	Senzorji bližine	14
5.4.1.	Fotoelektrični senzor bližine	14
5.6.	Pogoni	15
5.6.1.	Pogon tekočega traka	15
5.6.2.	Krmiljenje DC motorčkov	16
5.7.	Dviganje in spuščanje dvižne ploščadi	19
5.7.1.	AC servo motor.....	19
5.7.2.	Bipolarni koračni motor	20
5.7.3.	Krmiljenje koračnega motorja z Arduino ploščico	21
5.8.	Pnevmatski sistem	23
5.8.1.	Krmiljenje pnevmatskih cilindrov	23
5.8.2.	Povezovanje pnevmatskih komponent	26
6.	UGOTOVITVE IN REZULTATI	27
7.	ZAKLJUČEK.....	27
8.	DRUŽBENA ODGOVORNOST	28

9.	LITERATURA IN VIRI.....	29
9.1.	Knjižni viri.....	29
9.2.	Spletni viri	29
9.3.	Viri slik.....	30

1.2. Kazalo slik

Slika 1: 3D model ogrodja pakirne linije, izrisan v programu SketchUp (vir: avtor naloge).....	4
Slika 2: Skica zlaganja škatel na paleto (vir: avtor naloge).....	5
Slika 3: Skica zlaganja škatel na paleto v večih vrstah vir: avtor naloge)	5
Slika 4: PLC podjetja Siemens (vir: spletna stran Siemens).....	6
Slika 5: Naš krmilnik z integrirano kontrolno ploščo (vir: avtor naloge).....	7
Slika 6: Razvojni ploščici Arduino MEGA in Arduino UNO (vir: avtor naloge).....	8
Slika 7: Konstrukcija pakirne linije(vir: avtor naloge).....	9
Slika 8: Štetje škatel (vir: avtor naloge)	9
Slika 9: Obračalna enota (vir: avtor naloge).....	10
Slika 10: Zaznavanje škatel s senzorji (vir: avtor naloge)	11
Slika 11: Zlaganje škatel na odmično-zlagalno ploščad (vir: avtor naloge).....	12
Slika 12: Odmik odmično-zlagalne ploščad (vir: avtor naloge)	12
Slika 13: Dvižna ploščad(vir: avtor naloge).....	13
Slika 14: Enosmerni motor z reduktorjem (vir: spletna stran Prohobi)	15
Slika 15: H-mostič (vir: mentor)	16
Slika 16: Vezalna shema L293DNE (vir: mentor)	17
Slika 17: 3 - bitni kodirnik pozicije (vir: Wikipedija)	19
Slika 18: AC Servo motorji (vir: spletna stran Siemens)	20
Slika 19: Notranjost koračnega motorja (vir: spletna stran StackExchange)	21
Slika 20: Vezava koračnega motorja, krmiljenega z arduino ploščico in čipom L293DNE (Vir: avtor naloge).....	22
Slika 21: Prerez pnevmatskega ventila (vir: spletna stran ATO).....	24
Slika 22: Pnevmatški cilinder v začetni in končni poziciji (vir: spletna stran Parker) .	25
Slika 23: IQS priključek (vir: spletna stran S3C)	26

1.3. Kazalo tabel

Tabela 1: Pozicija dvižne ploščadi.....	13
Tabela 2: Krmiljenje vrtenja motorja	18
Tabela 3: Določanje pozicije s kodirnikom pozicije.....	20

2. POVZETEK

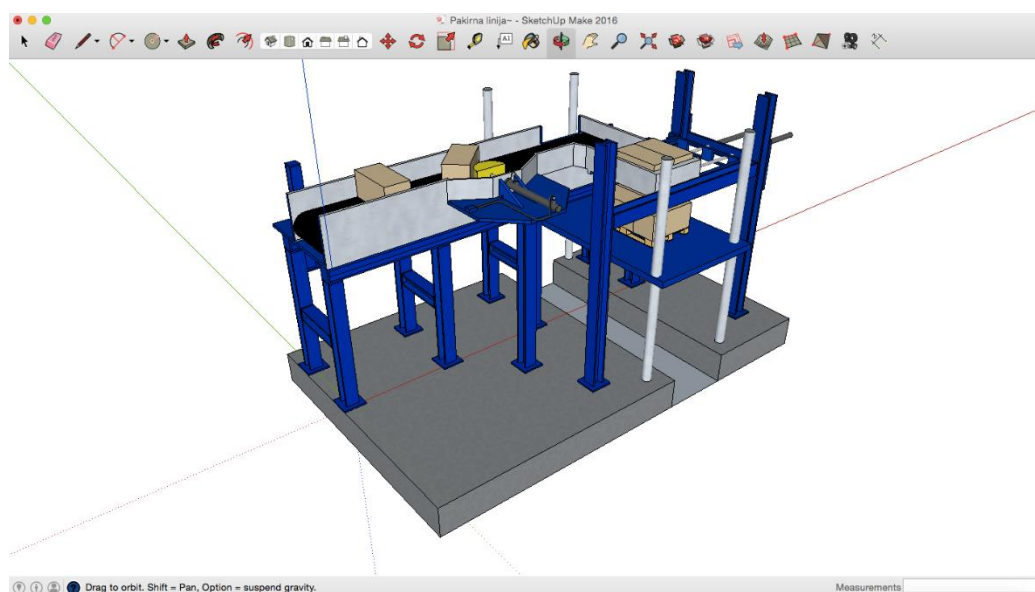
V raziskovalni nalogi bomo pojasnili problem, ki smo si ga zastavili, nato bomo opisali mehansko delovanje same linije ter posameznih sekcij pakirne linije. Opisali bomo posamezne elemente, ki smo jih uporabili tako elektronske, kot tudi strojne. Na koncu bomo opisali rezultate in ugotovitve raziskovalne naloge.

3. ZAHVALA

Zahvaljujemo se mentorju za vso podporo in pomoč ter strokovne nasvete pri izdelavi in pisanju raziskovalne naloge. Zahvaljujemo se tudi kolegom iz stroke strojništva za nasvete iz njihove stroke, ter seveda vsem preostalim, ki so na kakršenkoli način prispevali k uspešnemu zaključku naše raziskovalne naloge.

4. UVOD

Kot dijaki elektrotehnike se zanimamo za bolj praktično znanje, ki nam bo v prihodnje prišlo prav pri iskanju službe. Zato smo si za to raziskovalno nalogo postavili izziv, postaviti avtomatizirano pakirno linijo, seveda v pomanjšanem merilu. Zamislili smo si pakirno linijo, ki bo zlagala škatle na paleto. Najprej smo na spletu poiskali osnovno idejo pakirne linije, ideje skicirali na papir in ogrodje linije izrisali v programu za 3D modeliranje SketchUp. Nato smo sestavili seznam materiala, ki ga bomo potrebovali pri sami izgradnji.



Slika 1: 3D model ogrodja pakirne linije, izrisan v programu SketchUp (vir: avtor naloge)

5. VSEBINSKI DEL

5.1. Opis problema

Problem, ki ga bomo reševali pri naši nalogi je zlaganje škatel na paleto, povsem avtomatizirano. Na EURO paleto dimenzij 80x120 cm (ŠxD), mora linija spakirati škatle dimenzij 40x80x40 cm (ŠxDxV), toda ker bomo izdelali maketo v pomanjšanem merilu 1:10, lahko dimenzije podamo v milimetrih.

Po dimenzijah škatel ter EURO palet, lahko v eno vrsto na paleto zložimo tri škatle, najprej dve po dolžini, ter nato še eno počez (glej sliko 2).



Slika 2: Skica zlaganja škatel na paleto (vir: avtor naloge)

Vsako drugo vrsto pa moramo vrstni red zlaganja spremeniti, najprej eno počez in nato dve po dolžini, tako da se škatle med seboj povežejo in je spakirana paleta bolj kompaktna (glej sliko 3)



Slika 3: Skica zlaganja škatel na paleto v večih vrstah vir: avtor naloge)

5.2. Industrijski krmilniki (PLC)

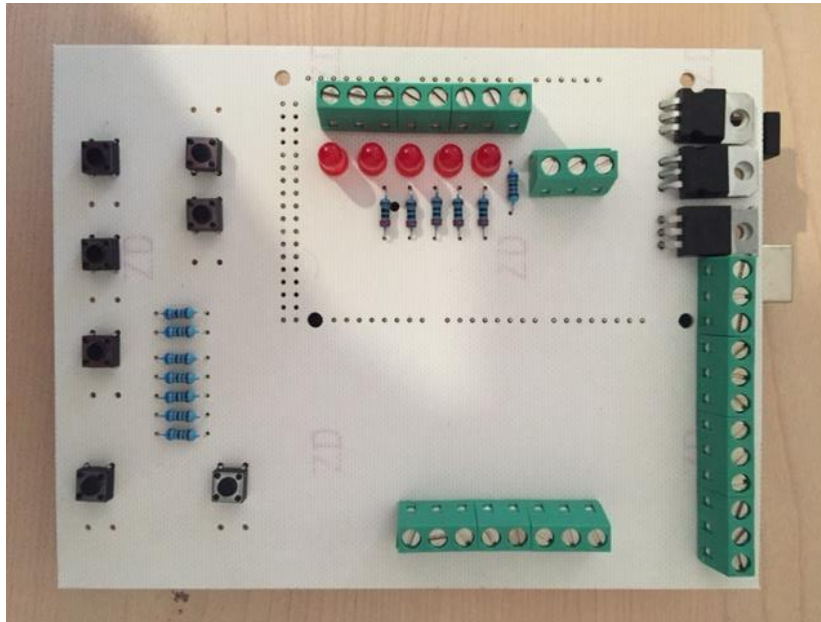
Programabilni logični krmilnik (PLC) ali programabilni krmilnik je industrijski digitalni računalnik, ki je bil razvit in prilagojen za nadzor proizvodnih procesov, kot so montažne linije ali robotske naprave, ali katera koli dejavnost, ki zahteva visoko zanesljivost nadzora in enostavnost programiranja ter diagnosticiranje napak procesa.

Najprej so jih razvili v avtomobilski industriji, da bi zagotovili prilagodljive, robustne in enostavno programljive krmilnike za zamenjavo ožičenih relejev in časovnikov. Od takrat so bili široko sprejeti kot visoko zanesljivi avtomatizacijski krmilniki, primerni za težka okolja.



Slika 4: PLC podjetja Siemens (vir: spletna stran Siemens)

Pri izdelavi naloge smo na težavo naleteli že pri samem krmilniku, kajti ti so zelo dragi, z njimi nimamo veliko izkušenj in kako se programirajo. Najcenejša možnost je bila ta, da krmilnik izdelamo sami. Za osnovo smo vzeli razvojno ploščico Arduino MEGA, vendar pa se je tu pojavil že naslednji problem. Operacijska napetost ploščice Arduino je 5 V, medtem ko vsa industrijska operira s 24 V. Težavo smo rešili tako da smo na izhode namestili releje, ki jih krmilimo s 5 V na preklopne kontakte pa lahko priključimo 24 V. Pred vhodne priključke pa smo namestili 5 V stabilizatorje napetosti, ki 24 V napetost »stabilizirajo« na 5 V. Na naš krmilnik smo tudi integrirali komandno ploščo, s katero lahko našo pakirno linijo krmilimo tudi ročno.

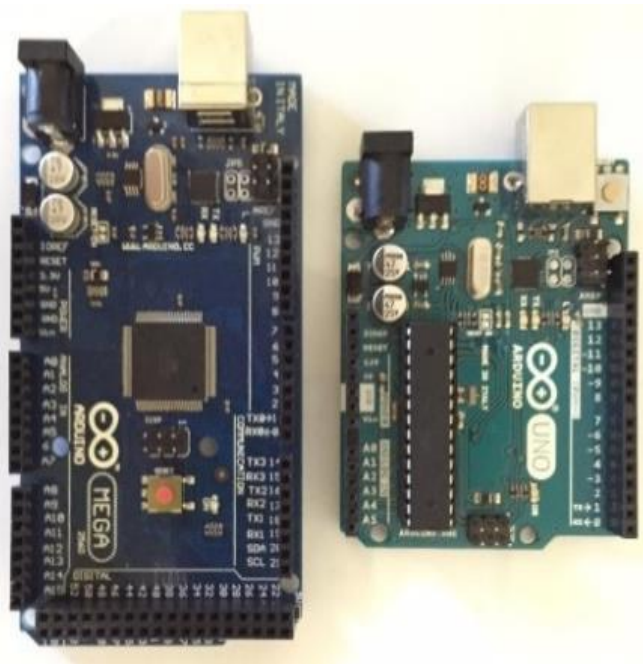


Slika 5: Naš krmilnik z integrirano kontrolno ploščo (vir: avtor naloge)

5.2.1. Arduino razvojne ploščice

Arduino je italijansko podjetje, ki se ukvarja z izdelavo in razvojem programirljivih ploščic, katerih delovanje temelji na mikrokontrolerju Atmel. Pri naši raziskovalni nalogi, bomo uporabili dva tipa razvojnih ploščic, to sta Arduino UNO ter Arduino MEGA 2560, ki se med seboj razlikujeta po zmogljivosti in številu vhodnih in izhodnih enot. Prednost razvojnih ploščic je v cenovni dostopnosti, preprosti uporabi, uporabnosti pri najrazličnejših projektih in v enostavni ter pregledni programski kodi, ki jo napišemo v programskem okolju Arduino IDE potem pa jo lahko naknadno spreminjamo in ponovno nalagamo.

Arduino MEGA temelji na 8-bitnem Atmelovem mikrokontrolerju ATmega 2560, Arduino UNO, pa na mikrokontrolerju ATmega328p. Arduino UNO ima 14 digitalnih vhodno-izhodnih (I/O) priključkov; od tega jih 6 podpira PWM signal, prav tako pa ima še 6 analognih vhodov. Arduino MEGA je opremljen s 54-imi digitalnimi vhodno-izhodnimi (I/O) priključki, od teh jih 15 podpira PWM, 16 vhodov pa je analognih.



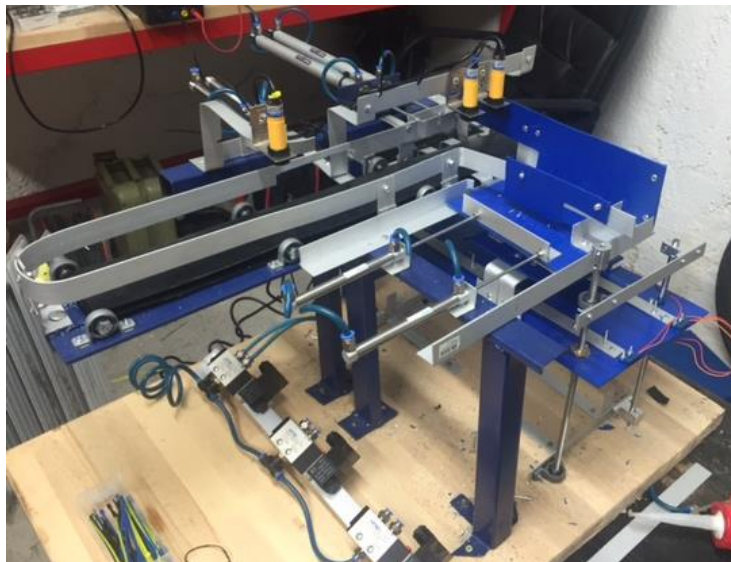
Slika 6: Razvojni ploščici Arduino MEGA in Arduino UNO (vir: avtor naloge)

Delovni takt pri obeh različicah Arduino ploščic narekuje 16 MHz kristalni oscilator. Delovna napajalna napetost ploščic je 5VDC, na voljo pa je tudi priključek za napajanje z napetostjo 3.3 VDC. Maksimalni izhodni tok na posameznem priključku je 40 mA, celotni izhodni tok pa praviloma ne sme preseči 200 mA. Vgrajena je tudi tokovna omejitev, ki pri toku izhodnem toku nad 500 mA izklopi ploščico. Ko se pa vrednost ponovno zmanjša pod to mejo, se ploščica ponovno aktivira. Mikrokontroler lahko napajamo na več načinov. Lahko ga napajamo s 5V preko vhoda USB na računalniku. Tukaj je maksimalni vhodni tok omejen na 250-500 mA, odvisno od računalnika. Naslednji način napajanja je preko 2.1 mm vtičnice. Tu je zahtevana napetost med 6 V in 20 V, priporočeno napetostno območje pa je med 7 in 12VDC. Med ta vir napetosti in regulator napetosti je nameščena zaščitna dioda za zaščito vezja pred nepravilno priključeno polariteto enosmerne napetosti.

5.3. Pakirna linija

Naša pakirna linija je v osnovi sestavljena iz treh sekcij, to so:

- obračalna enota,
- zlagalna enota,
- dvižna ploščad.



Slika 7: Konstrukcija pakirne linije(vir: avtor naloge)

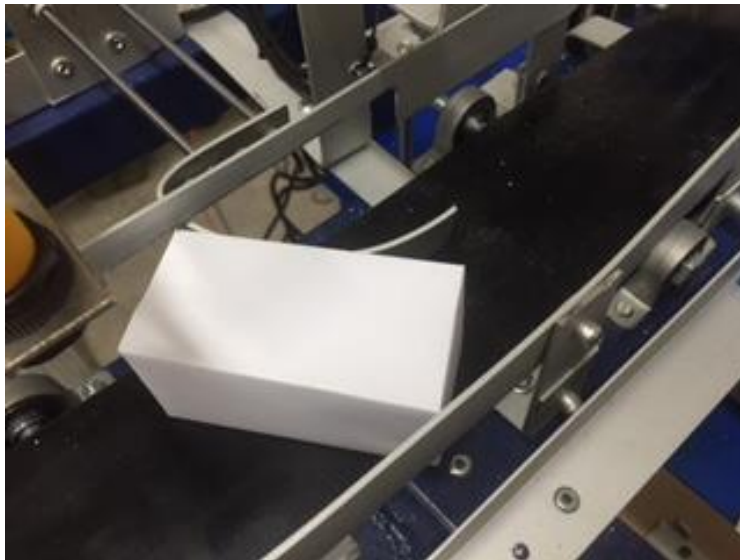
Škatle, ki prihajajo po tekočem traku jih zazna prvi senzor, ta ima funkcijo štetja škatel. Ko prešteje prvi dve škatli se ne zgodi nič, ko pa senzor zazna tretjo škatlo se aktivira obračalna enota.



Slika 8: Štetje škatel (vir: avtor naloge)

5.3.1. Obračalna enota

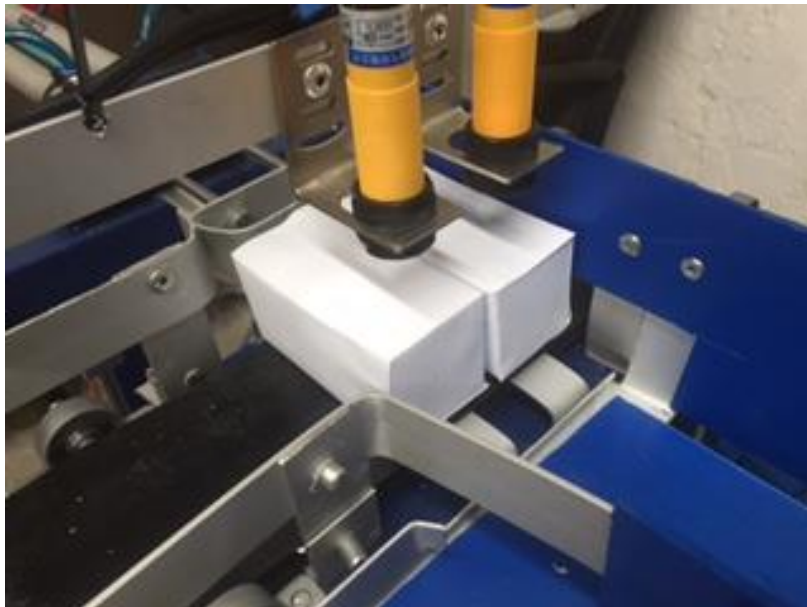
Obračalna enota ima nalogo obračanja paketov. Paketi, ki prihajajo po tekočem traku obrnjeni pravokotno na trak, kot prikazuje slika zgoraj, jih obračalna enota obrne, seveda vsakega drugega, tako da se škatle zlagajo najprej dve vzporedno s paletu, nato pa ena obrnjena prečno. Prav tako obrne še četrto škatlo, tako da obrnemo vrstni red zlaganja, da so škatle zložene na paleti bolj povezano med seboj (glej sliko 3).



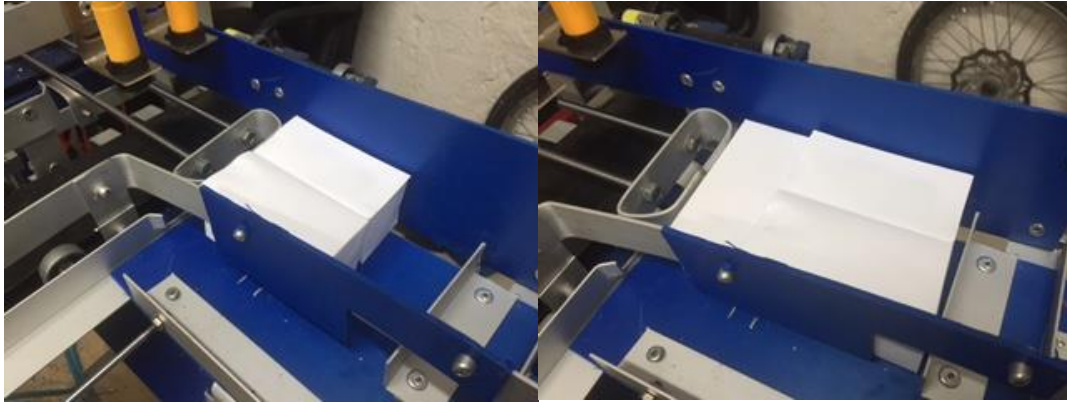
Slika 9: Obračalna enota (vir: avtor naloge)

5.3.2. Zlagalna enota

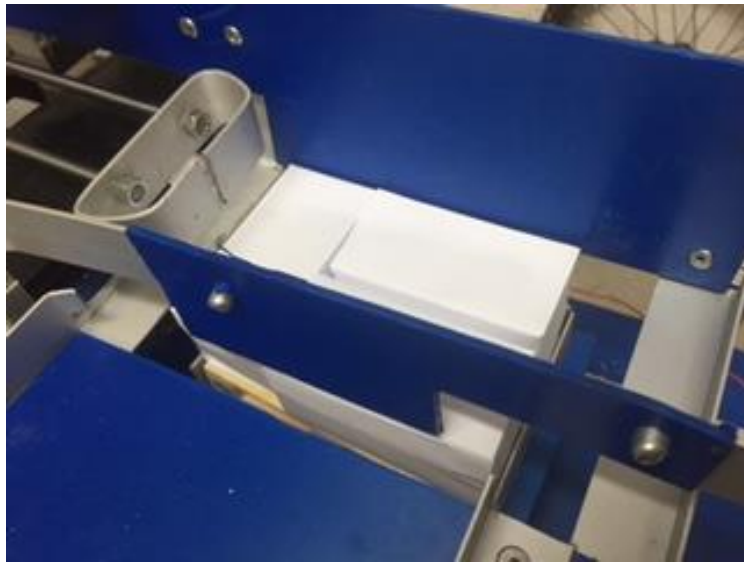
Zlagalno enoto sestavljata dva potisna pnevmatska cilindra ter odmično-zlagalna ploščad. Nad tekočim trakom se nahajata še dva senzorja, ko oba zaznata škatlo se sprožita pnevmatska cilindra, ki škatli potisneta na odmično-zlagalno ploščad. Pnevmska cilindra se po določenem času vrmeta v prvotno pozicijo ko senzorja ponovno zaznata škatlo, ki je sedaj obrnjena počez, se ponovno sprožita potisna cilindra in se nato zopet po določenem času vrmeta v prvotno pozicijo. Nato se odmično-zlagalna enota odmakne ter ena vrsta zloženih paketov pade na paleto. Odmično-zlagalna ploščad se vrne v prvotno pozicijo in ponovno začnemo z zlaganjem škatel, toda v obratnem vrstnem redu.



Slika 10: Zaznavanje škatel s senzorji (vir: avtor naloge)



Slika 11: Zlaganje škatel na odmično-zlagalno ploščad (vir: avtor naloge)



Slika 12: Odmik odmično-zlagalne ploščad (vir: avtor naloge)

5.3.3. Dvižna ploščad

Na dvižno ploščad vstavimo paleto, na katero se zlagajo škatle. Dvižno ploščad dvigujemo z dvema navojnima palicama na kater je pritrjen koračni motor, pri pravi liniji bi dvižno ploščad dvigovali po vsej verjetnosti s hidravličnimi cilindri. Dvižna ploščad se lahko nahaja v petih pozicijah, ki jih preverjamo s senzorji. Te senzorje predstavljata dva magnetna senzorja nameščena na dvižni ploščadi, ter dva končna stikala, eno stikalo je v skrajni zgornji legi ploščadi, drugo v skrajni spodnji legi. S končnimi senzorji lahko določimo dve poziciji, z dvema magnetnima senzorjema pa še tri vmesne pozicije (glej tabelo pozicij). Kar pomeni, da lahko na eno paleto zložimo pet vrst po tri škatle.



Slika 13: Dvižna ploščad(vir: avtor naloge)

Tabela 1: Pozicija dvižne ploščadi

POZICIJA	SPODNJE KONČNO STIKALO	MAGNETNI SENZOR 1	MAGNETNI SENZOR 2	ZGORNJE KONČNO STIKALO
1. Nivo	1	0	0	0
2. Nivo	0	0	1	0
3. Nivo	0	1	0	0
4. Nivo	0	1	1	0
5. Nivo	0	0	0	1

5.4. Senzorji bližine

Senzorji bližine so oprema, ki se uporablja z odkrivanjem razdalje nekega predmeta, če je predmet prisoten ali odsoten. Poznamo več vrst senzorjev bližine, kot so:

Indukcijski senzor (za odkrivanje bližine kovin)

Magnetni senzor (za odkrivanje bližine namagnetelih snovi)

Kapacitivni senzor (za odkrivanje bližine tekočin, lesa itd,...)

Fotoelektrični senzor (za odkrivanje bližine plastike, papirja kartona itd,...)

5.4.1. Fotoelektrični senzor bližine

Fotoelektrični senzor je oprema, ki se uporablja za odkrivanje razdalje, odsotnosti ali prisotnosti, nekovinskih predmetov z uporabo oddajnika svetlobe, pogosto infrardečega, in fotoelektričnega sprejemnika. V veliki meri se uporabljajo v industrijski proizvodnji. Mi smo jih uporabili za zaznavanje bližine papirnatih škatel, ki prihajajo po tekočem traku.

Senzor je sestavljen iz infrardečega oddajnika in sprejemnika, vgrajeno pa še ima elektroniko, ki preračuna oddaljenost objekta od sensorja na podlagi pretečenega časa ko žarek potuje od oddajnika, odbitega predmeta ter nazaj do sprejemnika. Senzor ima na hrbtne strani potenciometer, na katerem nastavimo na kakšni oddaljenosti bo senzor objekt zaznal.

Ti senzorji imajo tri priključke, dva sta za napajalno napetost 24 V, eden pa je izhodni priključek, na katerem je, kadar senzor zazna bližino nekega objekta 0 V (ali logična ničla), ter 24 V (logična ena), takrat kadar senzor objekta ne zazna na določeni razdalji.

Magnetni senzorji zaznavajo bližino namagnetelih snovi. Delujejo, kot stikala, ki stanje spremenijo, ko se približajo namagneteni snovi na zelo majhni razdalji.

5.6. Pogoni

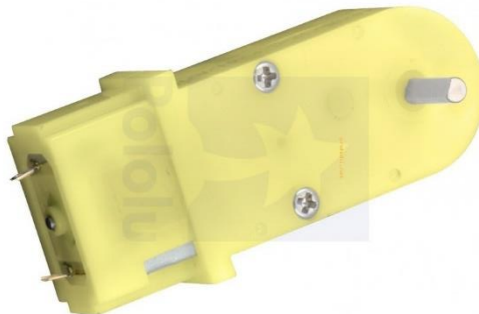
5.6.1. Pogon tekočega traka

Za pogon tekočega traka na naši maketi smo se odločili za enosmerne motorčke z reduktorjem. Na pakirni liniji, realnih dimenzij, bi seveda uporabili trifazne izmenične motorje z ustreznim reduktorjem.

Enosmerni motor je električni stroj ki pretvarja električno energijo v mehansko. Zgrajen je iz mirujočega, statorskega železnega jedra, na katerem se nahaja vzbujalno navitje za ustvarjanje magnetnega polja. Med magnetnimi poli statorja se nahaja rotor z navitjem, povezanim preko komutatorja in grafitnih ščetk ki so priključene na vir enosmerne napetosti. Če zamenjamo polariteto priključene enosmerne napetosti, motorček spremeni smer vrtenja.

Za zagotovitev večjega navora oz. boljših zmogljivosti motorskega pogona smo izbrali enosmerne motorje z reduktorji.

Reduktorji so gonila, ki zmanjšujejo število obratov na izhodu, s tem pa povečajo navor na gredi motorja.



Slika 14: Enosmerni motor z reduktorjem (vir: spletna stran Prohobi)

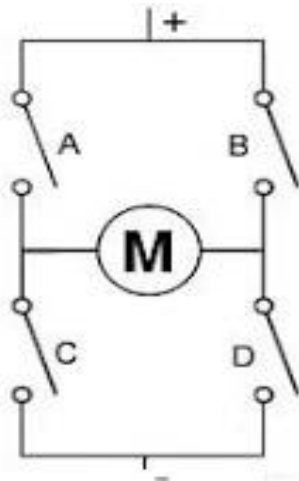
5.6.2. Krmiljenje DC motorčkov

Mostično vezje za krmiljenje enosmernega motorja imenujemo H-mostič.

Slika 12 nam prikazuje principiarno vezalno shemo vezja H-mostiča, s štirimi stikali, s katerimi si ponazorimo način spreminjanja smeri vrtenja enosmernega motorja.

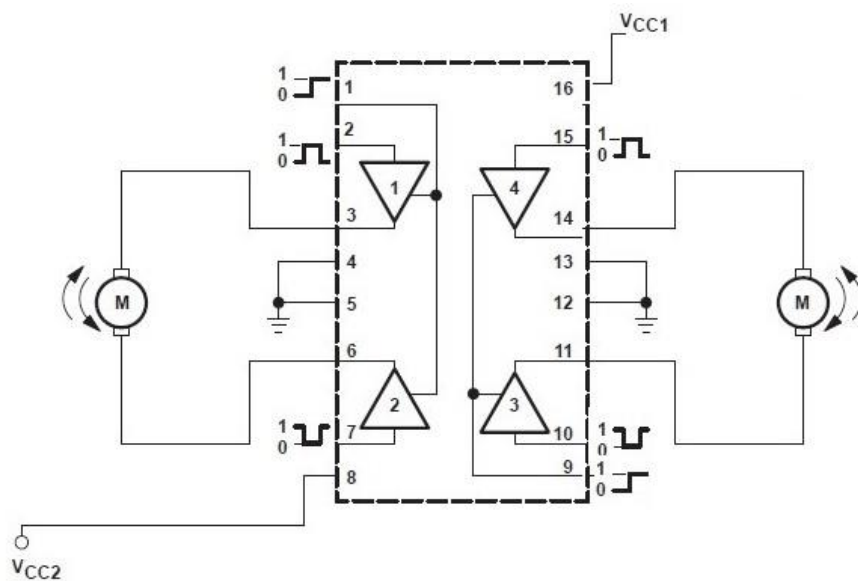
Opis delovanja H –mostiča:

- V primeru če so vsa stikala izklopljen, motor ne dobi el. energije in se ne bo vrtel
- ob vklopu stikal A in D, se motorček vrti v smeri urinega kazalca,
- Pri vklopu stikal B ter C, se motorček vrti v nasprotni smeri urinega kazalca,
- Pri vklopu stikal A ter B, se bo vrtenje motorčka ustavilo,
- Če, pa vklopimo vsa stikala istočasno, pa je vezje v kratkem stiku.



Slika 15: H-mostič (vir: mentor)

V naši raziskovalni nalogi bomo namesto mehanskih stikal uporabili tranzistorska stikala integrirana v integriranem vezju L293DNE, saj vemo da so tranzistorji elektronska stikala, ki jih lahko upravljamo z električno napetostjo. Obenem pa ima integrirano vezje L293DNE dodatne funkcije, kot so reguliranje hitrosti samih motorčkov, preprečevanje kratkega stika v vezju ter pregrevanja, vgrajene pa so tudi hitre diode, ki ščitijo vezje pred lastnimi induciranimi napetostmi navitij motorčkov ob izklopih. Integrirano vezje vsebuje dva H-mostiča, kar pomeni, da lahko krmilimo dva enosmerna motorja hkrati, vendar pa motor mora imeti ustrezno moč da njegov obratovalni tok ne presega 1 A, napetost pa ne sme presegati 36 V.



Slika 16: Vezalna shema L293DNE (vir: mentor)

Integrirano vezje ima 16 priključkov, ki jih povežemo na predpisan način:

Priključke 4, 5, 12 in 13, priključimo na »maso« elektronskega vezja.

Priključek 16 (Vcc1), priključimo na napetost 5 V za interno napajanje vezja,

Priključek 8 (Vcc2), je namenjen priključitvi maksimalne napetosti za enosmerne motorčke, v našem primeru je to 9 V

Priključka 1 in 9 sta »pina« za omogočanje (»enable«), vklopa motorjev, zato smo ta dva pina povezali z Arduino ploščico, da smo omogočili pošiljanje PWM signala za krmiljenje hitrosti motorjev.

Priključki 3 in 6 ter 11 in 14, so izhodni priključki, kamor priklopimo motorčke.

Priključki 2 in 7 ter 10 in 15, so vhodni priključki, s katerimi določamo, v katero smer se bo vrtel motor. S priključkoma 2 in 7, določimo smer vrtenja za levi motor, s priključkoma 10 in 15, pa za desni motor, in sicer je to odvisno od tega na katere priključke priključimo napajalno napetost 5 V, oziroma logično 1. Te priključke smo povezali z digitalnimi izhodnimi priključki Arduino ploščice.

V nadaljevanju je preglednica s seznamom priključkov in opisom funkcije:

Tabela 2: Krmiljenje vrtenja motorja

PRIKLJUČEK 2	PRIKLJUČEK 7	VRTENJE MOTORJA
0	1	Vrtenje v smeri urinega kazalca
1	0	Vrtenje v nasprotni smeri urinega kazalca
0	0	Motor stoji
1	1	Motor stoji

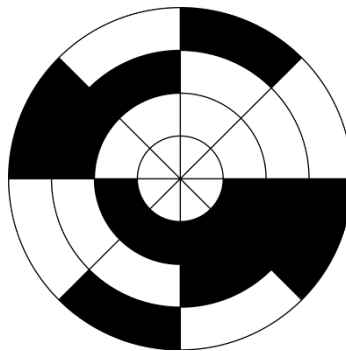
5.7. Dviganje in spuščanje dvižne ploščadi

Za dviganje in spuščanje dvižne ploščadi smo na maketi uporabili koračne motorje (glej poglavje: Bipolarni koračni motor), s katerimi poganjamo navojne palice, ki ploščad dvigajo in spuščajo. Na pakirni liniji za pravo industrijsko uporabo, bi koračne motorje nadomestili z AC servo motorji ali pa s hidrauličnim sistemom, ki je sicer nekoliko dražji.

5.7.1. AC servo motor

Servo motorji so posebno konstruirani motorji, ki omogočajo natančno postavitvev oz. spreminjanje položaja rotorja, oznaka AC pomeni, da gre za servo motor, ki za pogon uporablja izmenični motor, po navadi trifazni.

Za določanje pozicije ima ta servo motor vgrajen tako imenovan »enkoder«. Enkoder oziroma kodirnik pozicije je elektromehanska naprava, ki pretvarja kotni položaj ali gibanje gredi v digitalne izhodne signale. Kodirnik pozicije je sestavljen iz vira ter sensorja svetlobe, med njiju pa je postavljena plošča za prekinitev svetlobnega žarka. Za primer bomo dali tri bitni kodirnik pozicije, s katerim lahko določimo pozicijo na 45° natančno.



Slika 17: 3 - bitni kodirnik pozicije (vir: Wikipedija)

Tabela 3: Določanje pozicije s kodnikom pozicije

SEKTOR	PRVI BIT	DRUGI BIT	ČETRTE BIT	KOT
0	0	0	0	Od 0° do 45°
1	0	0	1	Od 45° do 90°
2	0	1	0	Od 90° do 135°
3	0	1	1	Od 135° do 180°
4	1	0	0	Od 180° do 225°
5	1	0	1	Od 225° do 270°
6	1	1	0	Od 270° do 315°
7	1	1	1	Od 315° do 0°

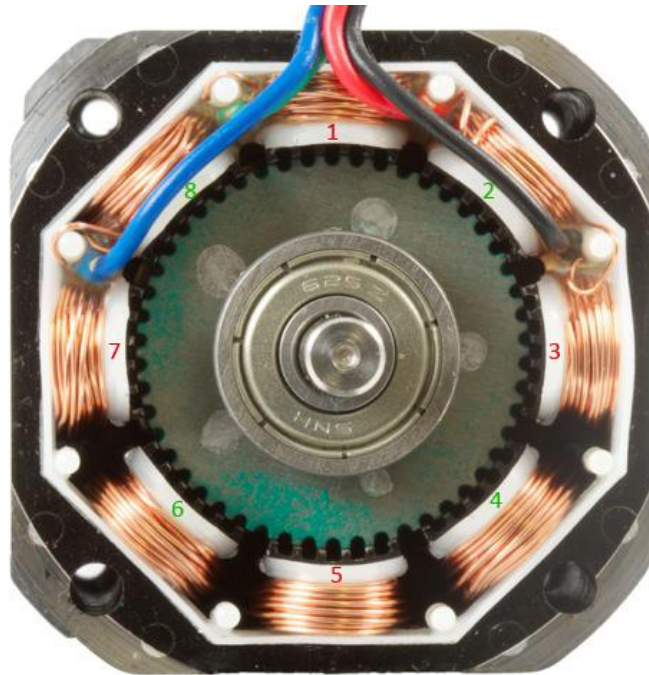


Slika 18: AC Servo motorji (vir: spletna stran Siemens)

5.7.2. Bipolarni koračni motor

Kot že samo ime pove ta motor izvaja korake, gre za enosmerni brez krtačni motor, ki za delovanje potrebuje ustrezen krmilnik, kot vsak elektromotor je sestavljen iz rotorja in statorja. Rotor je trajni magnet, ki je polariziran vzdolž osi na sever in jug in je sestavljen iz velikega števila zob, ki so v sredini magneta ločeni in nekoliko zamaknjeni, kot kaže slika (glej sliko 19). Stator pa je sestavljen iz osmih tuljav, katere so, kot kaže slika vzporedno vezane po štiri tuljave, kar pomeni da gre samo za dve tuljavi, iz tega ime bipolarni koračni motor. Znotraj tuljav je feromagnetna snov, ki predstavlja jedro tuljave, vsako jedro ima 6 zob. Ko tuljavo priključimo

napetost na posamezno tuljavo se jedro namagnetni, tako da v jedru nastaneta severni in južni pol, tega lahko obračamo s spreminjanjem priključene polaritete na tuljavi. Koračni motor (ali ang. Stepper) ima na statorju 48 zob, rotor pa jih ima 50 , tako da sta v vsakem koraku nasprotni jedri poravnani z zobniki rotorja, nanju pravokotni jedri pa sta popolnoma zamaknjeni. Za en korak se omenjen koračni motor premakne za $1,8^\circ$, kar pomeni da za en polni obrat naredi 200 korakov.

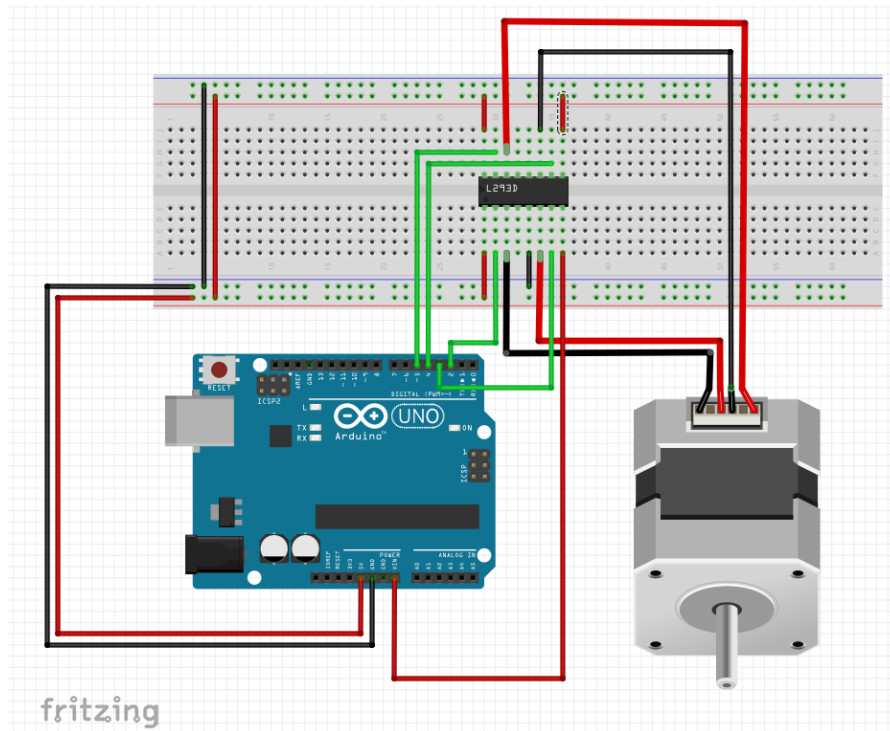


Slika 19: Notranjost koračnega motorja (vir: spletna stran StackExchange)

5.7.3. Krmiljenje koračnega motorja z Arduino ploščico

Za krmiljenje koračnega motorja smo se odločili da ga bomo krmilili z razvojno ploščico Arduino UNO, ker pa koračnega motorja ne moramo krmiliti direktno s ploščico arduino, kajti ta ne prenese tako velikih tokov smo morali dodati še integrirano vezje L293D, s katerim lahko krmilimo dva DC motorčka ali dve tuljavi in jima spreminjamo polariteto (glej poglavje krmiljenje DC motorjev).

V programskem okolju arduino IDE že imamo knjižnico za krmiljenje koračnih motorjev. Prikazali bomo program, ki izvede, da se koračni motor vrti v smeri urinega kazalca. Prilagamo pa tudi sliko, kako smo koračni motor povezali. Načrt vezave smo naredili s programom Fritzing.



Slika 20: Vezava koračnega motorja, krmiljenega z arduino ploščico in čipom L293DNE (Vir: avtor naloge)

```
#include <Stepper.h>
const int KorakiMotorja = 200;
// Nastavimo koliko korakov naš motor naredi za en polni obrat
Stepper MojStepper(KorakiMotorja, 3, 4, 5, 6);
// inicijaliziramo s katerimi priključki krmilimo koračni motor
int hitrostMotorja = 50; // Nastavimo hitrost motorja na 50%
int steviloKorakov = 1;
// Nastavimo Koliko korakov naj koračni motor naredi
void setup() {
}
void loop() {
MojStepper.setSpeed(hitrostMotorja);
MojStepper.step(steviloKorakov);
/* */
}
}
```


S spremenljivko »steviloKorakov«, nastavimo koliko korakov naj naredi koračni motor, ker smo vpisali 1 bo koračni motor naredil en korak, toda ker je ta funkcija v zanki `void loop()`, se bo program izvajal tako dolgo dokler ne bomo izklopili ploščice arduino UNO iz napajanja. Ploščico arduino UNO pa bomo krmilili z našim industrijskim krmilnikom, oziroma ploščico Arduino MEGA, s katerim bomo spreminjali vrednost spremenljivke, na:

- 0 – koračni motor miruje
- 1 – koračni motor se vrti v smeri urinega kazalca
- -1 – koračni motor se

5.8. Pnevmatški sistem

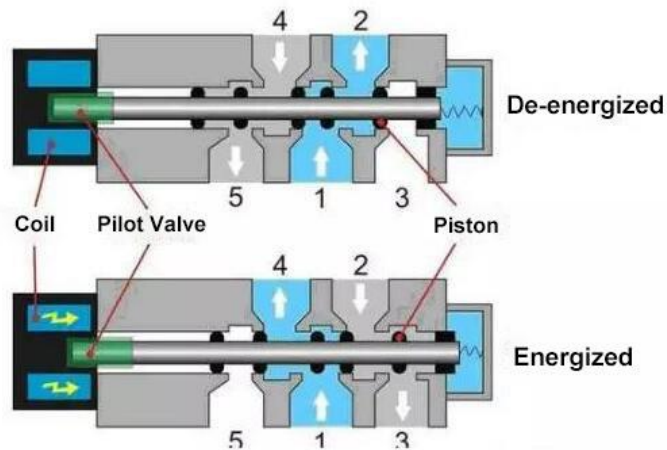
Pnevmatika je strojniška branža, pri kateri se uporablja stisnjen zrak. Pnevmatški sistemi, se pogosto uporabljajo v industriji. Za zagotavljanje stisnjenega zraka je namenjen centralno nameščen električno napajan kompresor. Stisnjen zrak se uporablja za pogon raznih pnevmatskih motorjev, predvsem pa pnevmatskih cilindrov.

Pnevmatika ter hidravlika sta si na prvi pogled zelo podobni, saj obe delujeta na principu stisnjenih kapljev, vendar hidravlika za razliko od pnevmatike uporablja relativno nestisljive tekočine, kot je olje, seveda pa zaradi tega hidravlične aplikacije uporabljajo do približno 350 Barov (35 MPa), medtem ko pnevmatika do 15 Barov (1,5 MPa) pritiska. Pnevmatški sistemi imajo na splošno dolgo življenjsko dobo in zahtevajo malo vzdrževanja. Ker je plin stisljiv je oprema manj izpostavljena udarcem. Stisnjen zrak absorbira prekomerno silo, medtem ko tekočina v hidravliki neposredno prenaša silo. Seveda pa ima pnevmatika slabost pred hidravliko, da se zaradi stisljivosti zraka v cilindrih, posledično položaj cilindra težje korigira, kot pri hidravliki.

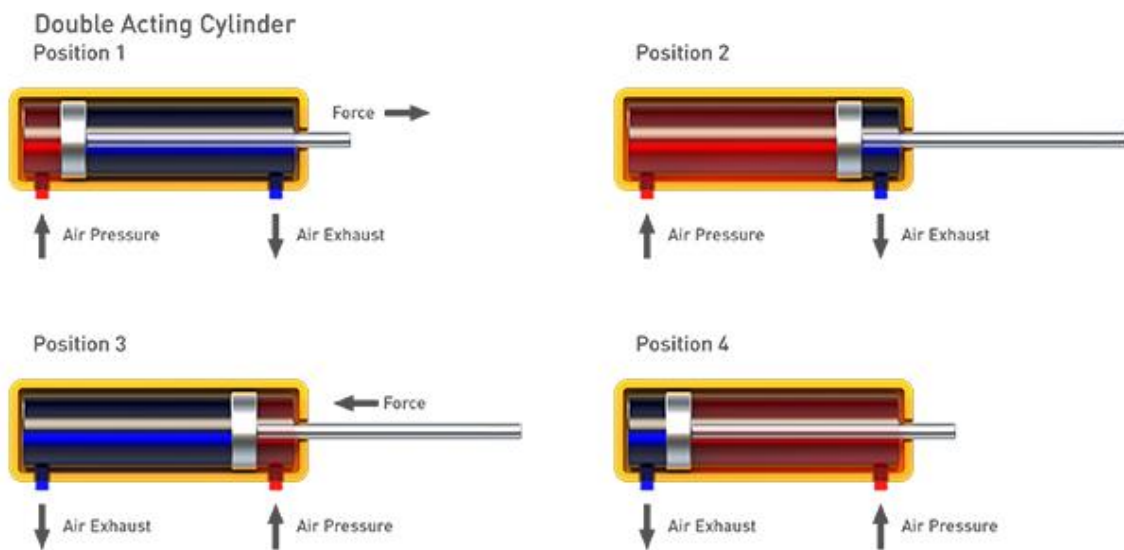
5.8.1. Krmiljenje pnevmatskih cilindrov

Pri našem projektu smo uporabili dvo-smerne pnevmatske cilindre, kar pomeni, da jih lahko s stisnjenim zrakom potisnemo v dve smeri, poznamo tudi enosmerne, slednje pa lahko potisnemo samo v eno smer, v prvotno pozicijo pa jih vrne neka zunanja sila na primer, če je cylinder postavljen pokončno se sesede pod lastno težo.

Pnevmatski cilindar krmilimo z ventilom, ta je lahko ročni ali elektromagnetni, ker je naša linija avtomatizirana smo uporabili elektromagnetne ventile. Za krmiljenje dvosmernega cilindra je potreben ventil s petimi priključki, ta ventil ima dve poziciji, ki jih spreminjamo tako, da na tuljavo pripeljemo dovolj visoko napetost, kar je v industriji 24 V, ali logična 1. Na sliki vidimo, da je zrak pod stalnim pritiskom priključen na priključek 1 (glej sliko 21), zrak nato uhaja skozi priključek 2, ki je priključen na eno stran cilindra, tako se cilindar premakne iz pozicije 1 na pozicijo 2 (glej sliko 22). Ko na ventil priključimo 24 V začne zrak uhajati na priključku številka 4 (glej sliko 21), ta je priključen na drugi priključek pnevmatskega cilindra tako se cilindar premakne iz tretje pozicije na četrto (glej sliko 22), priključek dva na ventilu, pa je sedaj sproščen tako da se lahko nasprotna komora v cilindru izprazni in s tem omogoči da se cilindar sploh premakne.



Slika 21: Prerez pnevmatskega ventila (vir: spletna stran ATO)



Slika 22: Pnevmatški cilindri v začetni in končni poziciji (vir: spletna stran Parker)

5.8.2. Povezovanje pnevmatskih komponent

Stisnjen zrak se od kompresorja pa do raznih elementov prenaša po ceveh. Cevi med sabo povezujemo z IQS priključki, to so hitri priključki narejeni tako, da v njega cev samo potisnemo. Za priključitev cevi na cilindre ter ventile pa smo uporabili IQS priključek z navojem, kateri ima na eni strani navoj, na drugi strani pa vtaknemo cev. Za kompleten sistem smo izbrali cev z zunanjim premerom 6 mm.



Slika 23: IQS priključek (vir: spletna stran S3C)

6. UGOTOVITVE IN REZULTATI

Rezultat naše raziskovalne naloge je mehansko delujoča pakirna linija. Prva testiranja linije so potekala uspešno, glede na to, da smo projektu namenili relativno malo finančnih sredstev. Našo pakirno linijo bomo poskušali še dodelati na programskem delu, tako da bo pakirna linija delala pri maksimalni hitrosti, glede na razpoložljivo opremo (senzorje, itd.)

7. ZAKLJUČEK

Raziskovalna naloga na področju avtomatizacije nam je pomagalo k boljšemu razumevanju delovanja elektronskih komponent, ki se uporabljajo v industriji. Prav tako smo spoznali tudi pnevmatiko, ki se uporablja predvsem v strojništvu, saj smo se prvič srečali z pnevmatiko in ventili, ki se pri tem uporabljajo. Izboljšali smo tudi znanje programiranja. Tako smo uspešno združili več znanj. Veliko znanja o avtomatizaciji smo dobili v lokalnem podjetju, med opravljanjem redne prakse. Pridobljeno znanje nam bo v veliko korist v nadaljnjem študiju in prav tako pri iskanju dela.

8. DRUŽBENA ODGOVORNOST

Ta raziskovalna naloga bi lahko veliko pripomogla v industrijski objektih kjer je velika količina različnih izdelkov oz. paketov, ki jih je treba zložiti oz. naložiti. Naš izdelek bi veliko pripomogel pri hitrosti dela saj so paketi lahko veliki in s tem tudi težki ter predstavljajo veliko težavo za nalaganje oz. zlaganje. Naš izdelek je samo maketa za uspešno uporabo bi seveda morali izdelati večjo linijo ter po naročilu prodajalca tudi drugače dimenzionirati napravo, ter uporabiti močnejšo tehnologijo, kot smo jo pri maketi.

Izboljšala bi se tudi varnost pri delu saj bi zmanjšala trajne poškodbe delavca, ki se velikokrat zgodijo zaradi nepravilnega dvigovanja teže oz. bremena. Tako delavec nebi rabil neposredno dvigovati bremen ampak bi jih posredno naložil preko stroja. Delavec je zaradi tega manj obremenjen, bolj učinkovit ter manj izmučen po koncu izmene.

Izdelek bi si lahko privoščila tudi manjša podjetja, ki velikokrat rajše za to delo zaposlijo delavca saj so cene takih strojev zelo velike. Naš stoj za izdelavo ni zapleten, prav tako za vzdrževanje ter je cenovno ugoden in bi s tem lahko spodbudil tudi manjša podjetja za nakup.

9. LITERATURA IN VIRI

9.1. Knjižni viri

- Bervar, G.(2008). **C++ NA KOLENIH**. 2. posodobljena izdaja. Ljubljana: Študentska založba (Zbirka Scripta)
- Fitzgerald, S. in Shiloh, M.(2015). **ARDUINO PROJECTS BOOK**. 1.izdaja. Torino, Italija (Arduino).
- Kraut, B.(2017). **KRAUTOV STROJNIŠKI PRIROČNIK**. 16. izdaja. Ljubljana: Buča d.o.o.

9.2. Spletni viri

<https://www.europackitaly.com/picking-up-robots/electromagnetic-picking-up-head.html> (14. November, 2018)

<https://new.siemens.com/global/en/products/automation/systems/industrial/plc/simatic-s7-1200.html> (14. November, 2018)

<https://www.arduino.cc/> (14. November, 2018)

<https://en.wikipedia.org/wiki/Pneumatics> (17.November, 2018)

<https://www.youtube.com/watch?v=Vb0yov7UFy8> (17.November, 2018)

https://en.wikipedia.org/wiki/Programmable_logic_controller (5. December 2018)

<http://www.s3c.si/> (5. December 2018)

https://dijaski.net/gradivo/mht_sno_koracni_motorji_01 (15. December 2018)

<https://www.industry.usa.siemens.com/drives/us/en/electric-motor/mc-motors/servo-motors/pages/servo-motors.aspx> (15. December 2018)

<https://sl.wikipedia.org/wiki/Elektromotor> (2. Januar, 2019)

9.3. Viri slik

Slika 4:

<https://new.siemens.com/global/en/products/automation/systems/industrial/plc/simatic-s7-1200.html> (15.Januar 2019)

Slika 14:

<https://www.prohobi.net/ps2018/si/DC-motorji/1174-motor-z-reduktorjem-180-1-plasticni-90st-izhod.html> (15.Januar 2019)

Slika 17:

[https://en.wikipedia.org/wiki/Rotary_encoder#/media/File:Encoder_disc_\(3-Bit_binary\).svg](https://en.wikipedia.org/wiki/Rotary_encoder#/media/File:Encoder_disc_(3-Bit_binary).svg) (15.Januar 2019)

Slika 18:

<https://www.industry.usa.siemens.com/drives/us/en/electric-motor/mc-motors/servo-motors/pages/servo-motors.aspx> (15.Januar 2019)

Slika 19:

<https://electronics.stackexchange.com/questions/361296/inner-structure-of-a-bipolar-stepper-motor> (20.Januar 2019)

Slika 21:

<https://www.ato.com/working-principle-of-solenoid-valve> (20.Januar 2019)

Slika 22:

<http://blog.parker.com/know-your-pneumatics-single-or-double-acting-choosing-the-right-cylinder> (20.Januar 2019)

Slika 23:

https://s3c.pneumatikatlas.com/shop/media/produkte/iqsg_6k.jpg (20.Januar 2019)

Preostale fotografije so last avtorja naloge.