

Šolski center Celje
Srednja šola za strojništvo, mehatroniko in medije

ROBOTSKA SESTAVA KOMPONENT

RAZISKOVALNA NALOGA

Avtorji:

Aleš GUZELJ, M-4. c
Tomaž PUŠNIK, M-4. c
David GORENAK, M-4. c

Mentorja:

mag. Andro GLAMNIK, univ. dipl. inž.
Matej VEBER, univ. dipl. inž.

Mestna občina Celje, Mladi za Celje
Celje 2012

KAZALO

1	UVOD.....	5
2	HIPOTEZE.....	6
3	PREDSTAVITEV PROBLEMA.....	7
3.1	RAZŠIRITEV PROBLEMA.....	8
4	PREDNOSTI ROBOTSKE SESTAVE.....	9
5	OSNOVNA ANALIZA EKONOMIČNOSTI.....	10
6	KONSTRUIRANJE.....	12
7	3D-OBLIKOVANJE.....	13
8	POSTOPKI OBDELAVE KOMPONENT.....	14
8.1	STRUŽENJE.....	14
8.2	REZKANJE.....	17
9	ROBOT KUKA KR 5.....	18
9.1	ZGRADBA ROBOTA.....	20
10	PROGRAMIRANJE ROBOTA.....	22
10.1	NAČINI UČENJA ROBOTA.....	24
11	ROBOTSKO PRIJEMALO.....	27
12	PNEVMATIKA.....	31
12.1	PNEVMATSKI VALJ.....	32
13	IZDELAVA DELOV ZA SESTAVO.....	33
13.1	VILICE.....	33
13.2	NOSILEC ZGLOBA.....	34
13.3	ZATIČ.....	34
14	IZDELAVA PRIPRAVE ZA SESTAVO KOMPONENT.....	35
14.1	MEHANSKI DEL.....	36
15	ELEKTRO OMARICA.....	39
15.1	KRMILNIK.....	41
15.2	TOUCH PANEL.....	41
16	UGOTOVITVE.....	43
17	ZAHVALA.....	44
18	VIRI.....	45

KAZALO SLIK

SLIKA 1:	IZDELEK, NARISAN V PROENGINEERJU	13
SLIKA 2:	STRUŽNICA	14
SLIKA 3:	VZDOLŽNO STRUŽENJE	15
SLIKA 4:	PREČNO STRUŽENJE	15
SLIKA 5:	KOPIRNO STRUŽENJE	16
SLIKA 6:	CNC-STRUŽNICA	16
SLIKA 7:	SMERI GIBANJA FREZALA	17
SLIKA 8:	FREZALA	17
SLIKA 9:	UPORABLJENI ROBOT	19
SLIKA 10:	ZGRADBA ROBOTSKEGA SISTEMA	20
SLIKA 11:	POGON ROBOTA KUKA KR 5	21
SLIKA 12:	PRENOS VRTILNEGA MOMENTA IZ MOTORJA NA ROBOTSKO ...	21
SLIKA 13:	IZDELAVA SIMULACIJE V KUKA SIM PRO	22
SLIKA 14:	VEČJE PNEVMATSKO PRIJEMALO	28
SLIKA 15:	RAZLIČNI SISTEMI IZVEDBE PRIJEMAL	29
SLIKA 16:	REZKANJE PRIJEMALNIH KLEŠČ	29
SLIKA 17:	ROBOTSKO PRIJEMALO	30
SLIKA 18:	DVOSMERNI PNEVMATSKI VALJ IN NJEGOVA ZGRADBA	32
SLIKA 19:	VALJ, UPORABLJEN V APLIKACIJI	32
SLIKA 20:	VILICE	33
SLIKA 21:	NOSILEC ZGLOBA	34
SLIKA 22:	ZATIČ	34
SLIKA 23:	PRIPRAVA ZA VPENJANJE ČEPOV	36
SLIKA 24:	PNEVMATSKA SHEMA PRIPRAVE ZA VPENJANJE ČEPA	37
SLIKA 25:	IZDELAVA POMIČNE PLOŠČE Z LEŽAJNIMI PUŠAMI	37
SLIKA 26:	IZDELAVA LUKENJ ZA LEŽAJNE PUŠE Z IZSTRUŽILNO GLAVO ..	38
SLIKA 27:	ELEKTRO NAČRT NAPAVALNEGA DELA	39
SLIKA 28:	PRIKLOP SENZORJEV IN TULJAV VENTILA NA KRMILNIK	40
SLIKA 29:	PRIKLOP ENOSMERNEGA MOTORJA	40
SLIKA 30:	IZDELAVA OMARICE	41
SLIKA 31:	TOUCH PANEL IN KRMILNIK	42

Povzetek

Vemo, da je v današnjem času velika gospodarska kriza in veliko nezaposlenih ljudi. Na prvi pogled se zdi, da naš projekt ravno ne pomaga pri zaposlovanju, vendar pa z integracijo robotov v proizvodni proces potrebujemo več robotskih programerjev in vzdrževalcev robotske opreme. Robotska sestava komponent lahko predstavlja za podjetja velik dobiček. Robote lahko postavimo v zelo težke delovne pogoje, v katerih ljudje cel delovni čas ne bi zmogli delati. Seveda pa mora biti robotska proizvodna linija izpopolnjena, saj so ogromne izgube, če linija stoji že nekaj sekund.

1 Uvod

Na osnovi različnih raziskav in povpraševanj smo se odločili, da bomo za našo raziskovalno delo raziskali področje robotske sestave komponent, s katero bi lahko olajšali delo veliko slovenskim podjetjem.

Cilj vsake proizvodnje je ustrezna kakovost in izdelave ob največjem možnem dobičku. Sodobni trend proizvodnih procesov pa stremi k temu, da skušamo proizvodnjo linijo čim bolj avtomatizirati.

Robotska sestava komponent se čedalje bolj razvija v industriji, kjer roboti vse bolj nadomeščajo človeka. Podjetja pa se v vse večji meri odločajo za namestitev robotov v svoje obstoječe linije, saj jih lahko uporabljamo za različne namene.

Avtomatizacija je odgovor na vse večjo konkurenco svetovnih trgov. Osnovni razlogi za avtomatizacijo in robotizacijo so znižanje stroškov, razbremenitev človeka ter zagotavljanje zmogljivosti in kakovosti proizvodnje. Če se ozremo le na začetek avtomatizacije in robotizacije, vidimo, da so jo spodbudile zahteve po razbremenitvi človeka.

Podatki o širjeni prednosti robotske avtomatizacije so nas navdušili in zastavili smo si cilj, da naredimo uspešen ter obsežen projekt.

2 Hipoteze

Čeprav so roboti v današnjem času že nekaj povsem samoumevnega, se moramo vseeno vprašati, kaj so cilji naše raziskovalne naloge.

S tem projektom bi radi osnovali in raziskali delovanje robotizirane linije, ki bi jo lahko kasneje spremenili ter prilagodili zainteresiranim slovenskim podjetjem. Naš cilj pa je tudi zmanjšati monotono delo delavcev ter poškodbe. Povečala bi se produkcija v podjetjih, s tem pa tudi možnost zaposlovanja inženirjev, ki bi upravljali in vzdrževali to linijo.

Naše zastavljene hipoteze so bile:

- Z robotom je možno sestavljati komponente izdelka.
- Robotska sestava komponent je hitra in natančna.
- Robotska sestava komponent je ekonomično upravičena.
- Robotska sestava komponent je lahko popolnoma avtomatizirana.
- Uporabimo lahko sistem strojnega vida.
- Z uporabo robotskih aplikacij zmanjšujemo število delovnih mest v podjetjih.

3 Predstavitev problema

Ko pomislimo na sestavo komponent, si predstavljamo dva ali tri delavce, ki sprejemajo dele s tekočega traka in jih nato ročno sestavljajo. Pri tem gre za velike fizične napore, zlasti za obremenitve hrbtenice.

Posledično lahko postane delavec utrujen, kar lahko povzroči dekoncentracijo in številne napake na delovnem mestu. Možno je, da pride tudi do poškodb in s tem tudi do bolniške odsotnosti, ki predstavlja resen družbeni problem, saj vpliva na stroške delodajalca, na produktivnosti in nenazadnje na učinkovitost podjetja. Zato mora delodajalec ustvariti takšne delovne pogoje, da pri delu ne prihaja do obremenitev, poškodb in obolenj. Ustvariti mora torej ergonomske, ekološke, varnostne, sanitarne in druge pogoje za delo. Produktivnost podjetja pa se zmanjšuje že z odmorom za malico in menjavo delovnih izmen.

3.1 Razširitev problema

Če bi delavca zamenjali z robotom bi podjetju lahko omogočili 24-urno delovanje, brez težav, ki jih sicer lahko povzročajo delavci. S tem bi dosegli večji dobiček, večjo produktivnost in bili bi konkurenčnejši. Ampak če se odločimo za robotizirano linijo, mora biti ta izpopolnjena, saj so lahko tudi pri tej izgube, če stroj ni redno vzdrževan in če pride do kakršnihkoli napak ali okvar.

4 Prednosti robotske sestave

Prednosti robota ter robotske sestave lahko razdelimo na tri področja:

TEHNIČNI VZROKI:

- večja zanesljivost delovanja (robot je zmožen delovati od 50.000 do 100.000+ ur brez okvar, kar je enako 25-40 človekovih delovnih let);
- večja kakovost in natančnost izdelanega izdelka;
- adaptivnost (hitro spreminjanje izdelkov);
- ergonomija (opravlja lahko trdo delo z nedoločen čas);
- enakomernost oz. hitrost dela;
- človek ne zmore zadostiti tehničnih zahtev.

EKONOMSKI VZROKI:

- večji zaslužek, dobiček zaradi večje produktivnosti;
- nižanje produkcijskih stroškov (delo v 3 izmenah, ki je za delavca telo naporno);
- krajša amortizacijska doba in večja rentabilnost;
- pomanjkanje delovne sile;
- manjše vzdrževanje (ne potrebujejo nepotrebnih električnih ali mehanskih komponent, osi je treba namazati vsake pol leta, menjava baterije pa je potrebna le enkrat letno).

SOCIOLOŠKI VZROKI:

- neprimerno delovno okolje (strupi, vročina, umazanija, tlaki idr.);
- povečani varnostni ukrepi in strožja zakonodaja;
- večanje življenjskega standarda (osvoboditev človeka monotonih del).

5 Osnovna analiza ekonomičnosti

V primeru pozitivne odločitve za robotizacijo je vmesno izdelati podrobno študijo ekonomičnosti. Točnost prve grobe ocene ekonomičnosti je močno odvisna od pravilnosti ocenjenih stroškov in prihrankov. Med minimalne zahteve za izračun ekonomičnosti spadajo stroški nakupa in postavitve robota ter njegovega orodja ali prijemala, stroški robotske okolice in morebitne dodatne opreme, ocena časa delovnega cikla, stroški ročnega delovnega mesta (če že obstaja), ocena prihrankov.

Po uspešno končanem projektu pogosto preverimo izračun z realnimi podatki. Tak izračun nam koristi pri oceni ekonomičnosti naslednjega projekta.

Glavna komponenta analize ekonomičnosti je amortizacija, ki jo lahko na kratko definiramo kot čas, v katerem investicija povrne vložena sredstva. Dejansko je odvisna od potrebnih investicij, ki vključujejo nakup in postavitev robotske celice, stroške spremljanja projekta pri dobavitelju, stroške izobraževanja in druge stroške, ki so potrebni do trenutka zagona.

Na osnovi nekaterih parametrov lahko zapišemo enačbo za poenostavljen izračun amortizacije.

$$A = \frac{I}{n \times D + P - V}$$

A-amortizacija

I-investicijska cena

P-prihranki

V-stroški vzdrževanja

n-število zamenjanih delavcev

D-dohodek delavca na leto

Če nas zanima podatek, koliko več bi letno prinesel denar, ki smo ga vložili v izbrano investicijo, glede na isto količino denarja vloženega v banko, se moramo lotiti rentabilnostnega izračuna.

Rentabilnost torej pokaže, koliko pridobimo, če investiramo v robotizacijo.

Predpostavimo, da je minimalna predpisana rentabilnost velikosti 0.25 (vrednost rentabilnosti je od 0 do 1 oziroma od 0 do 100 %). S pomočjo naslednje enačbe lahko izračunamo maksimalno dopustno investicijsko vrednost.

$$I_{\max} = \frac{P \times V}{R_{\min} \times f_0}$$

$I_{\max}$ - maksimalna dopustna investicija

$R_{\min}$ -minimalna rentabilnost (0.25)

P -prihranki

V -stroški vzdrževanja

f_0 -faktor obresti uporabne dobe

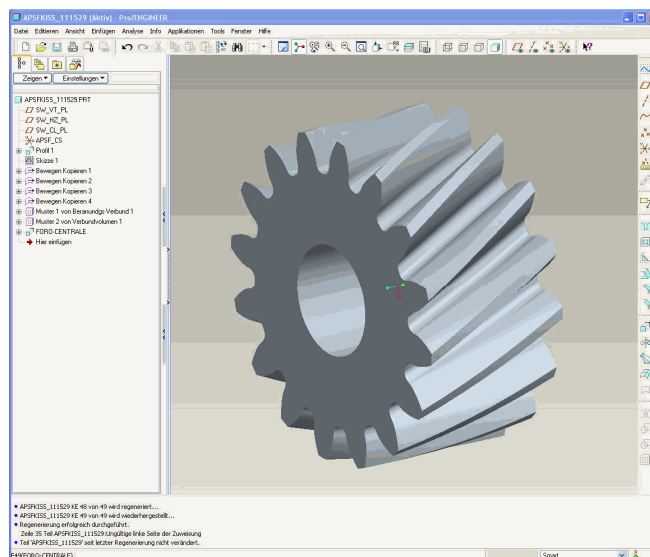
6 Konstruiranje

Preden smo začeli z delom, smo načrtovane ideje prenesli na papir. Narisali smo prve risbe, ki so bile le začetni vpogled, kako naj bi izdelek izgledal. Sledile so podrobnejše skice, na katerih smo preverili ujemanja vseh dimenzij in mer. Potem smo po načrtih začeli izdelovati sestavne dele projekta. Pojavljala so se tudi odstopanja, ki smo jih sproti odpravili.

7 3D-oblikovanje

Modeliranje s programsko opremo ProENGINEER je postopek računalniškega oblikovanja modela izdelka v tridimenzionalni obliki in je najpopolnejši ter najnatančnejši prikaz dejanske podobe kasnejšega izdelka.

Programska oprema je izdelana na osnovi tridimenzionalnih gradnikov, ki delujejo po treh sistemih. Prvi je metoda končnih elementov, kjer model pozna samo mrežno povezavo mejne točke. Ta metoda temelji na gradnji površin, ki se med seboj povezujejo v sklop. S tem postopkom je mogoče izdelati izredno zahtevne oblike, kot so deli v avtomobilski industriji. Površinski model pa pozna vse točke na svoji površini in se danes veliko uporablja v različnih delovnih procesih. Ima pa tudi slabost, da ga parametrično ni mogoče spreminjati, ker ne prepozna svojega volumna. Tretji način so volumski modelirniki, ki so se razvili iz površinskih. Pri gradnji se uporablja princip dodajanja in odzemanja. Osnovni gradniki za delo so: poteg oblike v prostor, vrtenje oblike okoli osi, sleditev oblike po določeni poti ter sprememba preseka. Zajema še pomožne gradnike, kot so posnetja, zaokrožitve, luknje in podobno. Poleg tega uporabljamo tudi površine, enako kot pri površinskih modelirnikih, za delo z negeometrijskimi oblikami. Ker nismo imeli opravka z zahtevnimi deli, smo za modeliranje uporabljali le orodja extrude ter revolve.



Slika 1: Izdelek, narisano v PROENGINEERJU

8 Postopki obdelave komponent

Pri postopku obdelave komponent smo uporabili rezkalni stroj, stružnico, vrtalni stroj ter ostala ročna orodja.

8.1 Struženje

Veliko komponent smo naredili s struženjem. Struženje je postopek obdelave, ki služi v glavnem za izdelavo valjastih teles, čeprav je mogoče obdelovati tudi ravne površine. Naprava za obdelavo se imenuje stružnica. Novejši postopki omogočajo tudi izdelavo predmetov z drugačnimi oblikami, ki pa morajo biti vsaj v osnovi valjaste oblike. Od vseh postopkov odrezovanja se v sodobni proizvodnji se največkrat uporablja struženje.

Pri struženju opravlja obdelovanec glavno krožno gibanje in je vpet v glavno pogonsko os stružnice. Podajanje in druga pomožna gibanja, kot sta nastavljanje globine rezanja in nastavljanje noža za izdelavo posebnih oblik, pa opravljajo razni mehanizmi na stružnici.



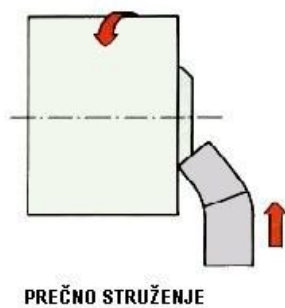
Slika 2: Stružnica

Struženje lahko delimo glede na to, v katero smer poteka podajalno gibanje. Če se giblje nož vzporedno z osjo obdelovanca, pravimo temu vzdolžno struženje



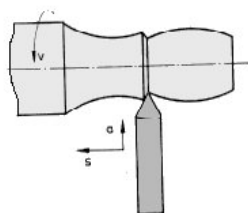
Slika 3: Vzdolžno struženje

Pri prečnem struženju se nož giblje pravokotno na os obdelovanca.



Slika 4: Prečno struženje

Za struženje poljubnih nepravilnih oblik uporabljamo kopirno struženje. Pri tem načinu se orodje giblje v vzdolžni in prečni smeri. Poznamo pa tudi CNC-struženje, ki se danes uporablja za serijsko obdelavo in struženje zahtevnih oblik. CNC-struženje se za manj zahtevne kose in manjše serije ne izplača.



KOPIRNO STRUŽENJE

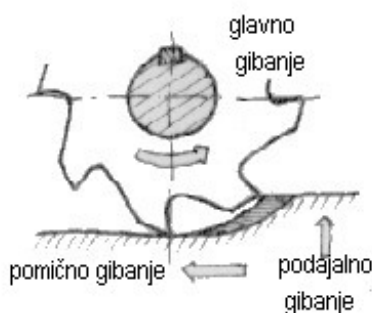
Slika 5: Kopirno struženje



Slika 6: CNC-stružnica

8.2 Rezkanje

Rezkanje je postopek odrezovanja, pri katerem opravlja orodje – frezalo rotacijsko glavno gibanje, podajalna gibanja pa so lahko premočrtna ali rotacijska. Po navadi opravlja podajalna gibanja obdelovanec. Pri večini obdelovalnih postopkov (struženje, vrtanje...) je smer podajanja pravokotna na smer rezanja. Pri rezkanju pa se, če zasledujemo posamezen zob rezkala ter lego smeri rezanja proti podajalni smeri, neprestano spreminja.



Slika 7: Smeri gibanja frezala

Rezkanje uporabljamo največ za obdelavo ravnih površin. S posebnimi oblikami frezal lahko obdelujemo tudi ukrivljene površine. S kopirnim rezkanjem lahko oblikujemo poljubno oblikovane površine, če pa uporabljamo profilna frezala, dobimo tudi v prerezu oblikovane površine. Od klasičnega rezkanja ločimo tudi CNC-rezkanje, ki se uporablja za serijsko proizvodnjo ter za obdelavo zahtevnejših kosov. Poznamo tudi večosno rezkanje, ki je v današnjem svetu zelo razširjeno.



Slika 8: Frezala

9 Robot KUKA KR 5

KUKA KR 5 SIX R650 je hiter, zanesljiv in zelo zmogljiv robot. Z njegovimi šestimi osmi ima doseg do 650 mm. Ta kompakten robot združuje kratke čase cikla in visoko natančnost z zanesljivim in uporabniku prijaznim KUKA PC-programom.

NOSILNOST

Njegova maksimalna nosilnost je 5 kg.

DELOVNI OBSEG

Njegov maksimalni delovni obseg je 650 mm.

DRUGE INFORMACIJE

- Robot ima 6 osi.
- Njegovo odstopanje je $< \pm 0.02$ mm.
- Teža robota je 26 kg.
- Pozicije za montažo so lahko na tleh ali na stropu.
- Panel za učenje robota je KR C2sr.
- Hitrost premikanja je maksimalno 8.2 m/s.

Definicija industrijskega robota po ISO 8383:

Robot je avtomatsko krmiljen, reprogramabilen, multifunkcionalen manipulator s tremi ali več osmi, fiksno pritrjen ali mobilni in se uporablja v avtomatizirani industrijskih aplikacijah.

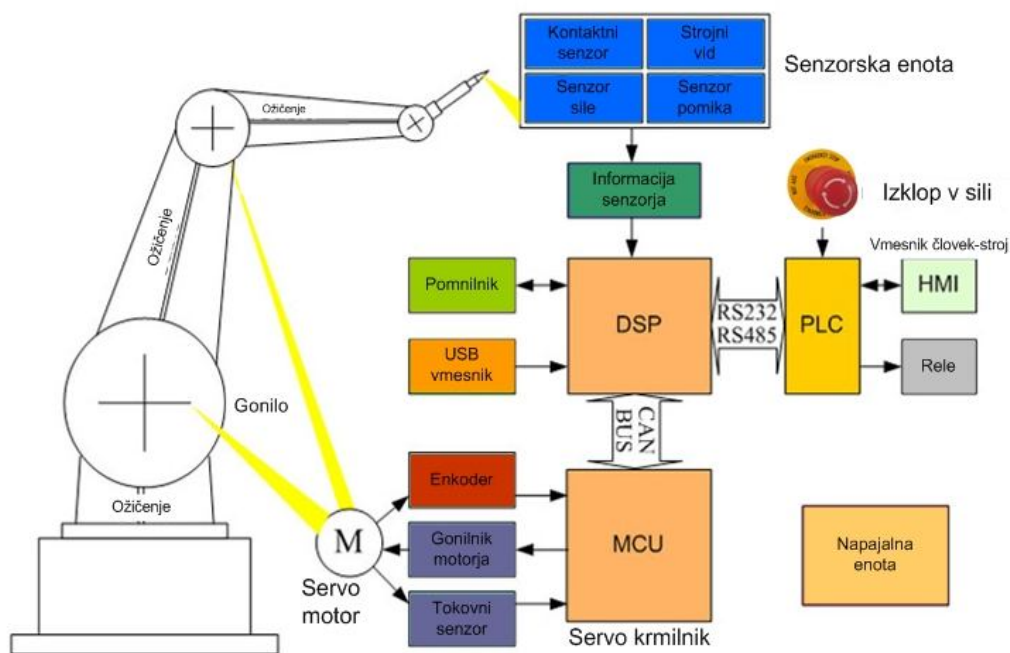


Slika 9: Uporabljeni robot

9.1 Zgradba robota

Robot je sestavljen iz treh glavnih delov:

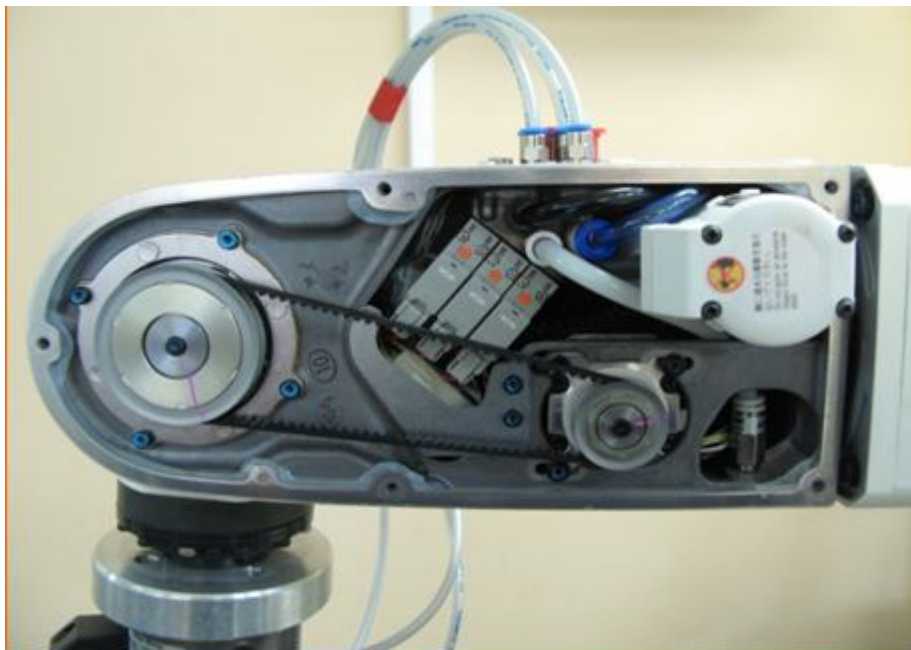
- MEHANSKEGA DELA, kamor spadajo segmenti, motorji in zavore;
- INFORMACIJSKEGA DELA, ki zajema računalnik in robotski krmilnik;
- SENZORJA, kot so sile, pospeški, strojni vid, hitrost, pomik idr.



Slika 10: Zgradba robotskega sistema



Slika 11: Pogon robota KUKA KR 5

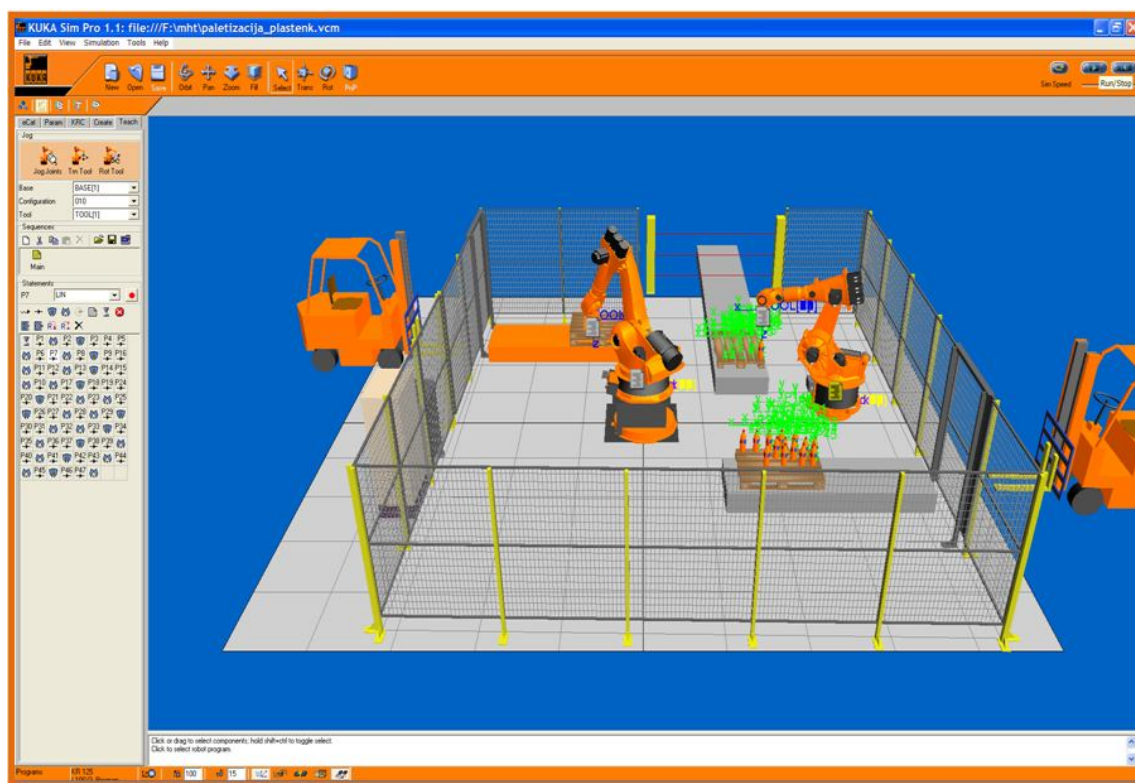


Slika 12: Prenos vrtilnega momenta iz motorja na robotsko os

10 Programiranje robota

Kuka Sim Pro je programsko simulacijsko orodje nemškega proizvajalca robotov KUKA. S tem programskim orodjem si lahko najprej zamislimo, kako bo robotska celica izgledala, nato pa simuliramo gibe enega ali več robotov.

KUKA Office Lite je simulacijski program, ki omogoča offline programiranje robotov KUKA. Najprej smo naredili simulacijo v tem programu, da smo videli obnašanje robota, ob tem pa smo lahko ugotovili, katera robotska gibanja bomo uporabili.



Slika 13: Izdelava simulacije v Kuka Sim Pro

Ena poglobitnih prednosti robota pred drugimi oblikami avtomatizacije je gotovo tudi možnost programiranja. Lahko ga naučimo opravljati natančno predpisano zaporedje operacij, če pa ga želimo kasneje uporabljati v druge namene, ga lahko enostavno reprogramiramo. V primerjavi z ostalimi numerično krmilnimi enotami je pri programiranju robotov potrebno upoštevati določene posebnosti:

- zelo težko si predstavljamo določanje zahtevnih gibov robotske roke, zato si pomagamo z raznimi simulacijami;
- vplivi okolja (če spustimo po klancu kotalečo se kocko, ne moremo že vnaprej določiti pozicije kocke), pri teh naključjih si pomagamo s senzorji;
- sinhronizacija robota z ostalimi delovnimi sredstvi v proizvodnem procesu.

Pri programiranju robotov se je potrebno posluževati pristopa programiranja userfriendlyway (uporabniku prijazno okolje). Miselnost programiranja robota mora biti podobna razmišljanju programerja, problem-orientedway in ne postopku določanja posameznih koordinat. Poleg teh zahtev je prav tako potrebno, da ima sistem sposobnost kontrole zunanjih vplivov.

Podjetja, ki proizvajajo programsko opremo za krmiljenje robotov, poskušajo zagotavljati predvsem naslednje prednosti za uporabnike:

- programiranje je enostavno in se ga je preprosto naučiti;
- logika programiranja je usmerjena kot problem - orientedway;
- možnost testiranja programa v raznih simulatorjih, da se izognemo možnim napakam v programu, ki bi lahko poškodovale robotsko celico;
- možnost programiranja off-line ali on-line;
- nadzor pri raznih parametrih, kot sta hitrost in pospešek.

10.1 Načini učenja robota

Da lahko robot opravi zahtevano delo, ga moramo naučiti, kako naj to delo izvede. V industriji gre največkrat za ciklično ponavljanje nekega dela. Včasih pride do primerov, da opravimo podobno operacijo na različnih obdelovancih. Takrat je robotu seveda potrebno določiti, katero robotsko trajektorijo naj izvede.

Robotska trajektorija je zaporedje točk v prostoru, ki jih vrh robota poveže na svoji poti. Točke so lahko določene kot ustavitvene ali prehodne. Razlika je v tem, da se robot v ustavitveni točki ustavi, medtem ko prehodno lahko preleti. V ustavljenih točkah običajno izvedemo neko aktivnost, kot je na primer zvarna ročka, začetek barvanja ali kakšne druge delovne operacije. Prehodne ali tudi "via" točke uporabljamo pri obhodu ovire, pri vmesnih točkah obračanja prijemala idr., kjer je to obvezni položaj robota za nemoteno doseganje naslednje točke. Običajno lahko pri obeh vrstah točk določimo, s kakšno natančnostjo želimo doseči shranjen položaj. Pri vsaki točki določimo toleranco, ki jo dopustimo. Zavedati se moramo, da za ustavitveno točko robot potrebuje več časa kot za prehodno ter da robot za večjo zahtevano natančnost potrebuje več časa. Pri generiranju robotskih trajektorij torej pazimo, da ne povečujemo časa cikla zaradi nepotrebnih ostrejših zahtev.

V praksi se je do danes uveljavilo več različnih načinov programiranja, ki pa jih ponavadi delimo v tri glavne:

Ročno učenje (*point-to-point*) – neposredno programiranje (on-line):

- **učenje z neposrednim vodenjem pasivnega robota** - operater vodi vrh robota po prostoru v skladu z zahtevano nalogo (način se uporablja za lahke oz. majhne robote ter naloge manjše natančnosti);
- **učenje z neposrednim vodenjem aktivnega robota** – operater vodi robota s pomočjo krmilnih ročic na vrhu robota ter shranjuje posamezne točke. Pri tem operater ne premika robota fizično s svojo silo, ampak s pomočjo krmilne palice na samem robotu. Tako nimamo mehanskih omejitev iz prejšnjega primera.

Učenje med – s pomočjo ročne konzole:

(angl. teach-by-show, continuous-path) – neposredno programiranje (on-line):

- vodenje aktivnega robota (operater stoji zraven robota) s pomočjo ročne konzole;
- preko konzole lahko spreminjamo, dodajamo ali odvezujemo točke ter v njih določamo želene aktivnosti;
- zaradi nahajanja v bližini robota med njegovim premikanjem je potrebna posebna varnost.

Indirektno programiranje – programiranje s pomočjo računalnika:

- izven delovnega mesta brez fizične prisotnosti robota;
- programiranje v ustreznih robotskih jezikih na zmogljivejših računalnikih;
- možnost predhodnega preizkušanja (npr. dostopnost varilnih klešč, omejitve prostora itd.);
- prihranek delovnega časa robota ter možnost vnaprejšnje priprave;
- potrebno je visoko znanje.

11 Robotsko prijemalo

Za natančno sestavljanje s pomočjo robotov potrebujemo specialno zasnovana robotska prijemala za vsak element sestavljanja posebej, če se med seboj ločijo po obliki in dimenzijah.

Prijemala lahko delimo na več načinov, in sicer:

- po vrsti medija oziroma načinu ustvarjanja sile;
- po načinu odpiranja;
- po številu prstov;
- po velikosti sile oziroma hoda in
- po namenu uporabe.

Poznamo pnevmatski, hidravlični in električni pogon prijemal.

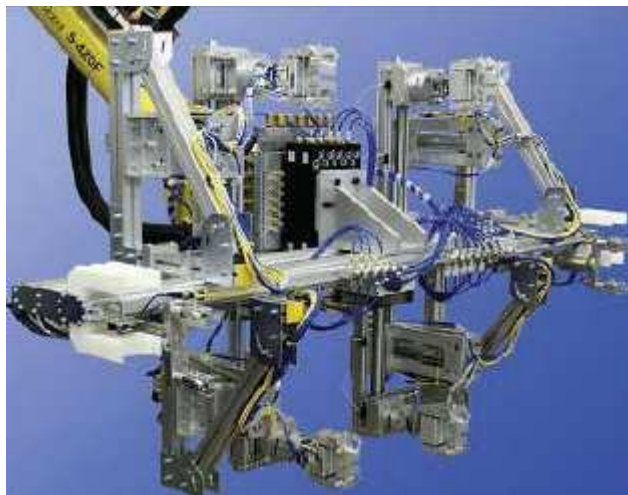
Pnevmatski in hidravlični pogon sta najpogosteje uporabljena pri prijemalih s silo oziroma stiskom. Aktiviranje je zagotovljeno s pnevmatskimi cilindri, ki so zelo robustni in odporni na obremenitve.

Možni sta dve izvedbi:

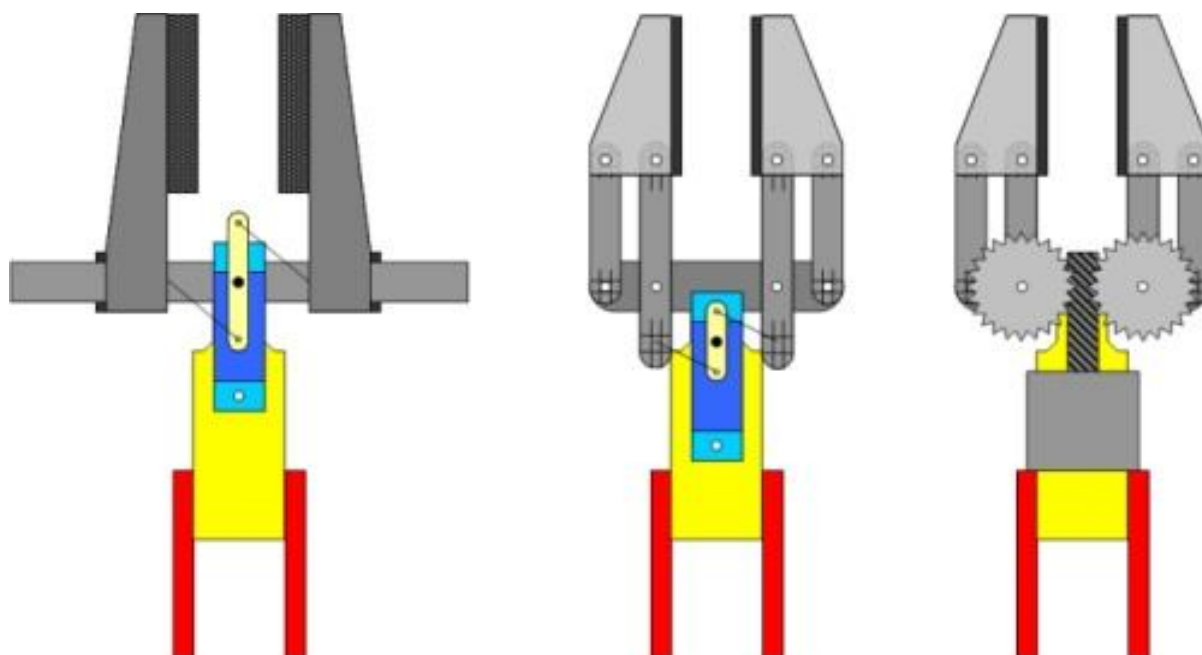
- delovanje valja v obe smeri ali
- delovanje valja v eno smer in nato vračanje v drugo smer s pomočjo vzmeti.

Večina elektromehanskih pogonov, uporabljenih pri prijemalih, temelji na delovanje vretenskih ali zobniških prestavnih razmerjih. Njihov delež na trgu sicer ni visok, a je vseeno veliko izvedb.

Da pa ne bi izgubljali časa z menjavo, smo zasnovali svoje prijemalo, ki bo lahko prijelo vse tri dele za sestavo: se pravi zatič, zglob ter vilice. Izmerili smo dimenzije delov ter naredili prijemalo s čim manjšo toleranco.

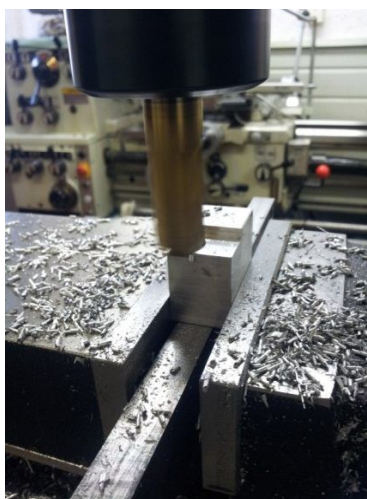


Slika 14: Večje pnevmatsko prijemalo



Slika 15: Različni sistemi izvedbe prijemal

Najprej smo si zamislili prijemalo, ki bo ustrezno za prijetanje izdelkov. Za njegovo izdelavo smo izbrali aluminij. Nato smo prijemalo porezkali na želene mere. Pri rezkanju smo uporabili palična frezala. Paziti smo morali na natančno izdelavo prijemala, da nam kasneje ne bi delalo problemov pri robotski montaži komponent.



Slika 16: Rezkanje prijemalnih klešč



Slika 17: Robotsko prijemalo

12 Pnevmatika

V pnevmatiki uporabljamo stisnjen zrak tako za signalni kot za močnostni del krmilja. Stisnjen zrak kot krmilni medij se v industrijski proizvodnji uporablja pretežno na področju avtomatizacije, saj so takšna krmilja cenovno ugodna. Poleg tega so tu še eksplozijsko ogrožena področja, npr. v rudnikih ali v rafinerijah, kjer iz varnostnih razlogov ni dovoljeno delati le s stisnjenim zrakom.

PREDNOSTI PNEVMATIKE

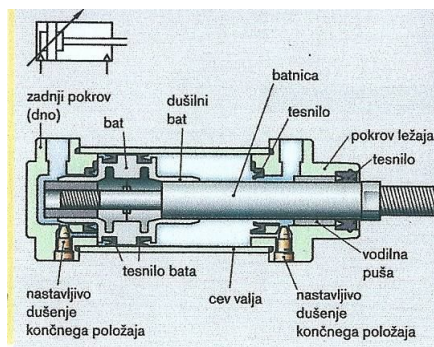
- Stiskanje, shranjevanje in razvod zraka so enostavni.
- Možno je enostavno nastavljati hitrost in sile na valjih ter hitrost vrtenja in navora na motorju.
- Pnevmatika krmilja so preprosta za vzdrževanje, njihovo delovanje je varno in imajo dolgo življenjsko dobo.
- Krmilja s stisnjenim zrakom lahko obratujejo tudi v požarno in eksplozijsko ogroženih področjih.
- Odzivni časi so kratki, v krmiljih na stisnjen zrak je možna velika pogostost preklpov.

SLABOSTI PNEVMATIKE

- Odstranjevati moramo umazanijo, vodo in olje (visoki stroški)
- Zaradi stisljivosti zraka je težko zagotoviti enakomerno gibanje.
- Ker je obratovalni tlak nižji od 10 bar, lahko dosežemo na batu le manjše sile
- Valje lahko premaknemo v točen položaj le s pomočjo trdih naslonov.
- Izhodni zrak ustvarja hrup in je zaradi oljne megle zdravju škodljiv.

12.1 Pnevmatiski valj

Bat dvosmerno delujočega valja se premika z izmeničnim, vendar vedno enostranskim delovanjem tlaka. Ker je površina ene od strani bata manjša za površino batnice, deluje pri pomikanju navzven z drugačno silo kot pri pomikanju navznoter.



Slika 18: Dvosmerni pnevmatski valj in njegova zgradba



Slika 19: Valj, uporabljen v aplikaciji

13 Izdelava delov za sestavo

Na začetku našega dela smo naredili zglob, ki smo ga sestavljali z robotom in s pomočjo dodatne pripravo za sestavo zgloba.

13.1 Vilice

Ko smo dobili idejo, kaj bo robot sestavljalo smo naredili skice in 3D-model ter pričeli z delom. Aluminijast kos smo najprej porezkali na mero 59 mm x 39 mm x 39 mm, nato je sledilo rezkanje utora.

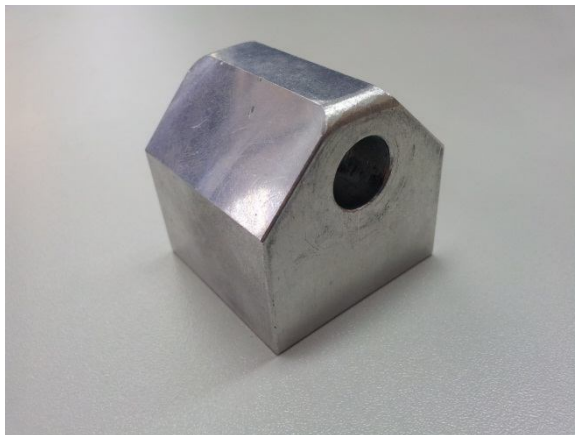
Potem smo izstružili luknjo z izstružilno glavo na rezkalnem stroju na mero $\Phi 12$ ter posneli robove.



Slika 20: Vilice

13.2 Nosilec zgloba

Aluminijast kos smo ponovno porezkali na želeno vrednost. Prav tako smo izstružili luknjo, paziti pa smo morali na majhne tolerance, kajti luknje so morale biti istih dimenzij ter odmikov od roba, da so se kasneje lahko prilegale. Posneli smo tudi robove na 15/45.



Slika 21: Nosilec zgloba

13.3 Zatič

Zatič smo izdelali na stružnici. Kos smo najprej prečno postružili, nato pa smo ga vzdolžno postružili na zelene mere. Zaradi manjše obrabe in boljših mazalnih sposobnosti smo uporabili medenino.



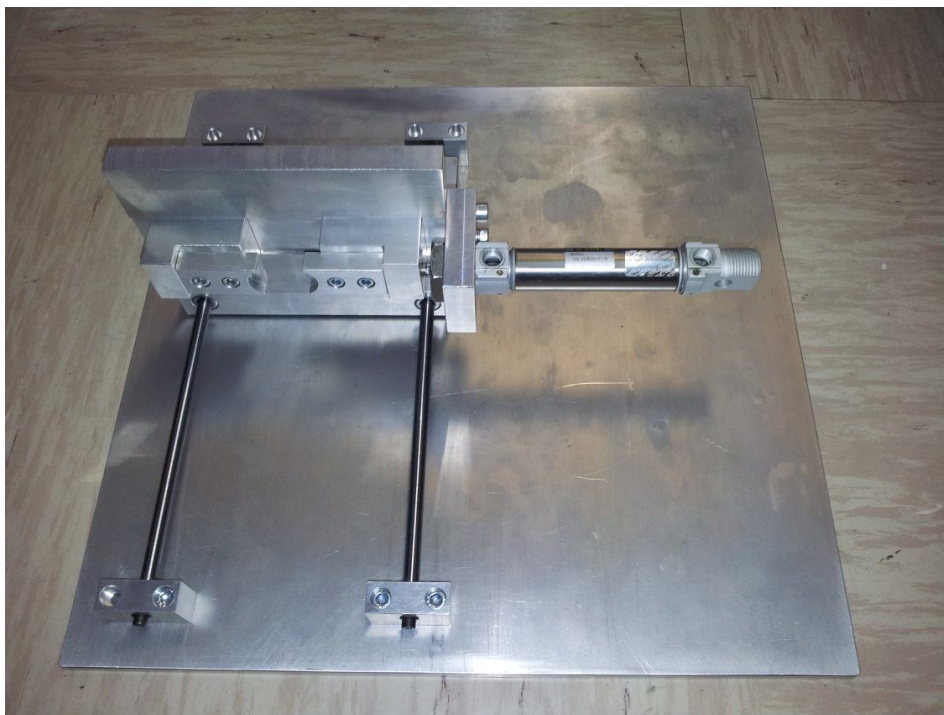
Slika 22: Zatič

14 Izdelava priprave za sestavo komponent

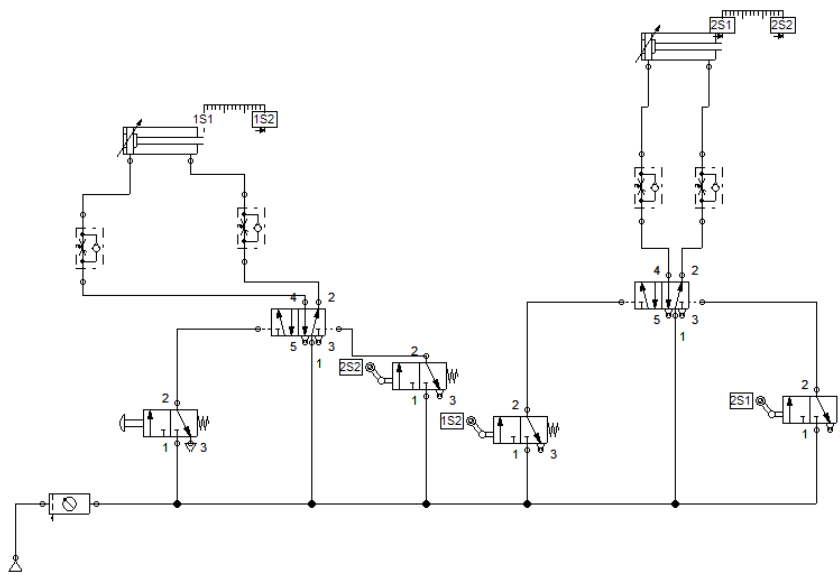
Najprej smo izdelali komponente po vrstnem redu. Naredili smo osnovno ploščo, sledila so vodila, premična plošča ter prijemalo za čep.

14.1 Mehanski del

ŠT.	ELEMENTI	Količina
1.	Osnovna plošča 390 mm x 390 mm x 8 mm	1 kos
2.	Nosilec vodil	4 kosi
3.	Jekleno vodilo Φ 8 x 280 mm	2 kosa
4.	Nosilna plošča z ležajnimi pušami	1 kos
5.	Pokončna nosilna plošča orodja za prijemanje čepa	1 kos
6.	Distančne podloge za uravnavanje višine klešč	2 kosa
7.	Prijemalne klešče	2 kosa
8.	Nosilec cilindra vpenjalnih klešč	1 kos
9.	Pnevmatski cilindar za vpenjanje kosov	1 kos



Slika 23: Priprava za vpenjanje čepov



Slika 24: Pnevmatika shema priprave za vpenjanje čepa



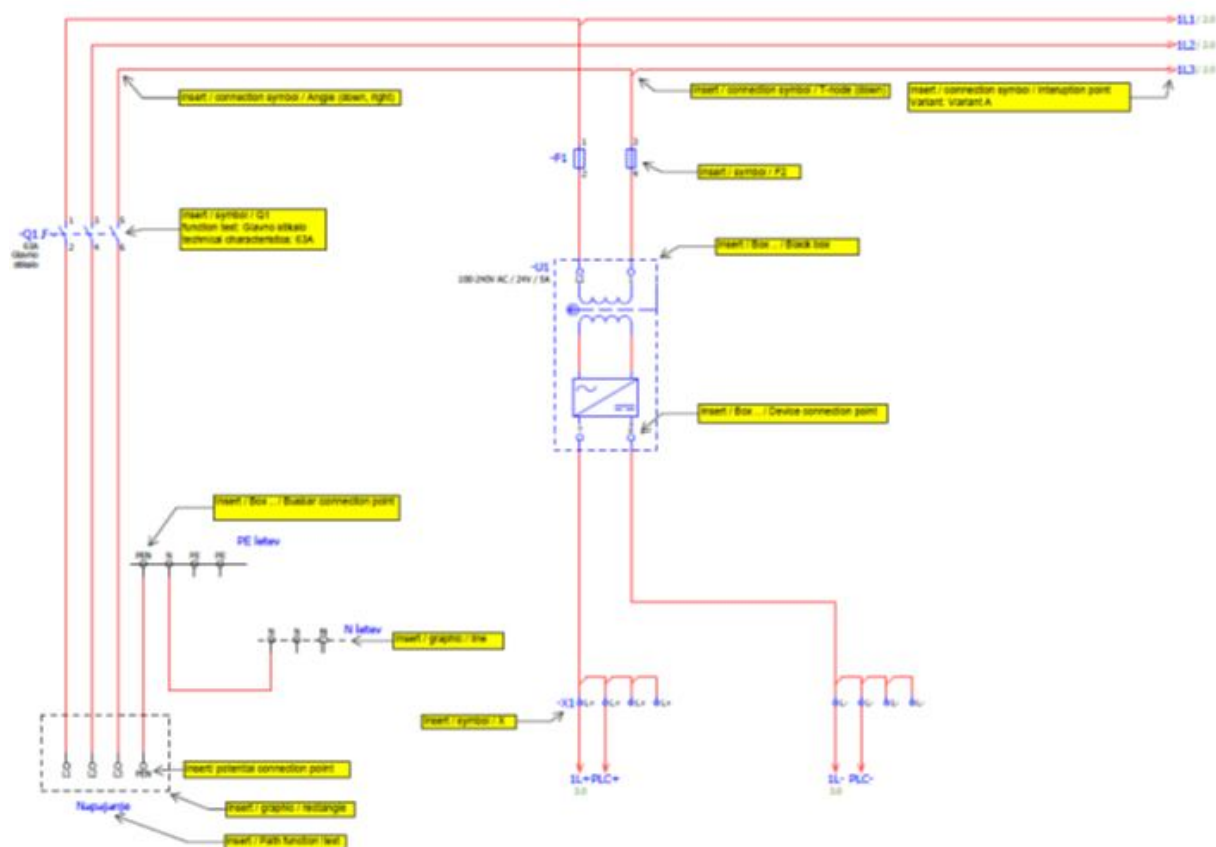
Slika 25: Izdelava pomične plošče z ležajnimi pušami



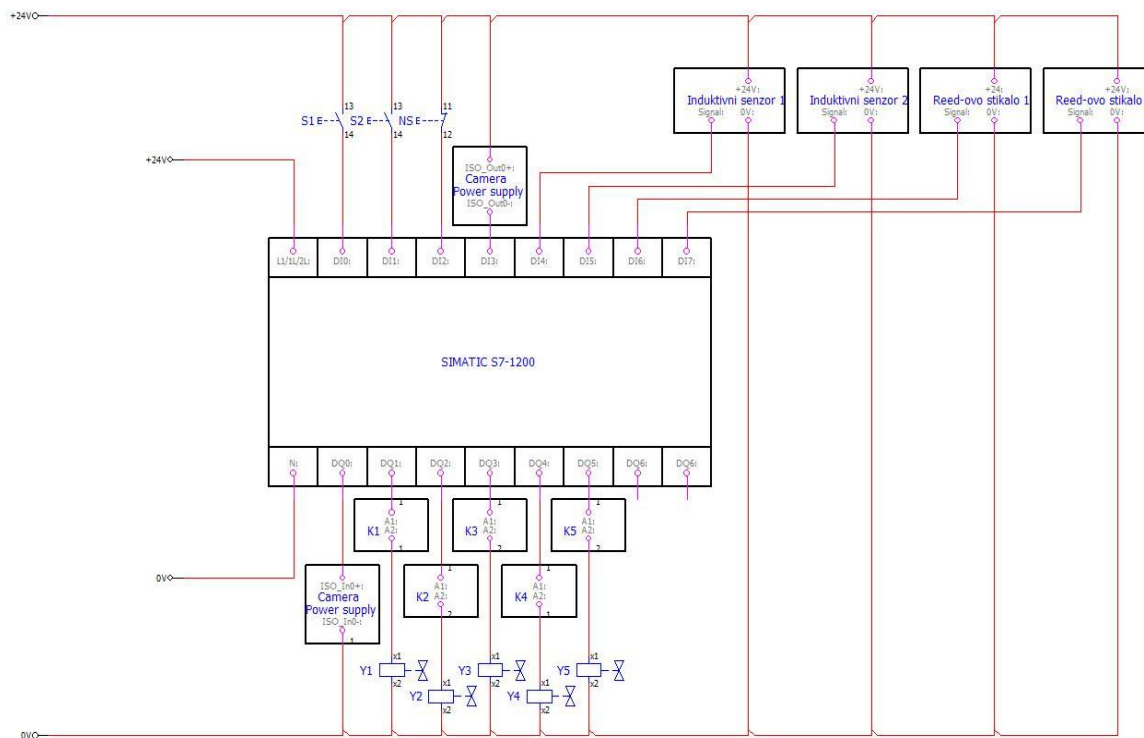
Slika 26: Izdelava lukenj za ležajne puše z izstružilno glavo

15 Elektro omarica

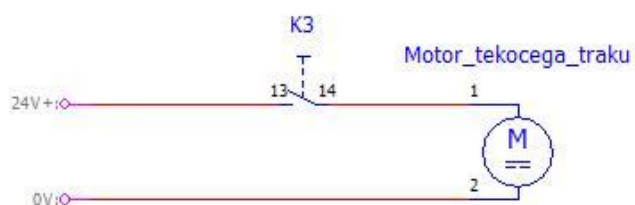
Po izbiri ustrezne elektro omarice smo pričeli z delom. Naprej smo namestili DIN-letve, na katere smo lahko kasneje dodajali elektro komponente. Uporabili smo FID-stikalo, varovalko, releje, usmernik ter priključne sponke. FID-stikalo nam služi, da izključi električni tok, če je ta prevelik. Varovalko smo uporabili, da bi z njo zaščitili vodnike. Z releji oz. z relejskimi stikali pa vključujemo tuljave na pnevmatskih ventilih. Usmernik pa smo uporabili zato, ker smo potrebovali enosmerno napetost (24 V), kot dovod pa smo imeli 230 V izmenične napetosti. Usmernik nam spremeni izmenično napetost v enosmerno.



Slika 27: Elektro načrt napajalnega dela



Slika 28:Priklop senzorjev in tuljav ventila na krmilnik



Slika 29:Priklop enosmernega motorja



Slika 30: Izdelava omarice

15.1 Krmilnik

Za raziskovalno nalogo smo uporabili Siemensov krmilnik oznake S7 – 1200. Krmilnik je nov, modularni in kompaktni. Na njega lahko povežemo do osem signalov. Dodamo lahko do tri komunikacijske module (RS485 in RS232), ki zagotavljajo povezavo preko point-to-point. Krmilnik smo povezali preko Ethernet vmesnika, da lahko do njega dostopamo enostavneje. Njegova montaža je enostavna, saj ne zavzame veliko prostora in ga lahko montiramo na DIN-letev.

15.2 Touch panel

Za raziskovalno nalogo smo uporabili Siemensov Touch panel, preko katerega smo realizirali razna stikala. Panel smo povezali preko Ethernet povezave. V industriji zaradi dobrih lastnosti veliko uporabljajo zaslone na dotik. Preko panela lahko pošiljamo različne.



Slika 31: Touch panel in krmilnik

16 Ugotovitve

Zastavljene hipoteze nam je uspelo potrditi:

- Z robotom smo sestavili tridelni zglob.
- Sestavo komponent smo izvedli v treh korakih.
- Uporaba takšne industrijske linije je ekonomična.
- Robotska aplikacija je popolnoma avtomatizirana.
- Aplikacijo smo povezali z strojnim vidom in tako uporabljamo preverjene izdelke za sestavo.

Za izboljšanje linije bi bilo potrebno nadgraditi krmilno tehniko ter senzoriko, trenutno pa lahko izboljšamo samo hitrost sestave, kar bi pomenilo manjšo natančnost sestave.

17 Zahvala

Največja zahvala gre našima mentorjema, g. Andru Glamniku in g. Mateju Vebru, ki sta nas vodila skozi projekt. Posredovala sta nam veliko pomembnih informacij ter nasvetov. Hvala tudi vsem ostalim profesorjem, ki so nam pomagali.

18 Viri

- [1] GLAMNIK, A. in VEBER, M. *Robotika*. Ljubljana: Munus 2, 2012.
- [2] *Mehatronika*. Ljubljana: Založba Pasadena, 2009.
- [3] (online). letnica. (citirano 10. 2. 2012). Dostopno na naslovu: http://www.ro.feri.uni-mb.si/predmeti/izdel_tehnoI/Predavanja/Izdel_teh3b.pdf.
- [4] (online). letnica. (citirano 12. 3. 2012). Dostopno na naslovu: www.robos.si/SAS.htm.
- [5] (online). letnica. (citirano 23. 12. 2012). Dostopno na naslovu: www.mikron.si/prod_gmg.htm.
- [6] (online). letnica. (citirano 14. 11. 2011). Dostopno na naslovu: www.inotech.si/slovene/components.htm.
- [7] (online). letnica. (citirano 20. 2. 2012). Dostopno na naslovu: http://ozi.domeI.si/sl/produkti/industrijski_roboti.
- [8] (online). letnica. (citirano 13. 1. 2012). Dostopno na naslovu: http://www.ro.feri.uni-mb.si/predmeti/izdel_tehnoI/Predavanja/Izdel_teh3b.pdf.
- [9] (online). letnica. (citirano 11. 12. 2011). Dostopno na naslovu: www.irt3000.si.
- [10] (online). letnica. (citirano 10. 3. 2011). Dostopno na naslovu: <http://www.pakman.si/>.
- [11] (online). letnica. (citirano 11. 2. 2012). Dostopno na naslovu: <http://www.automation-drive.com/servo-motor>.
- [12] (online). letnica. (citirano 13. 3. 2012). Dostopno na naslovu: http://www.electromate.com/products/series.php?&series_id=100155.

[13] (online). letnica. (citirano 17. 11. 2011). Dostopno na naslovu: <http://www.irobot.si/>.

[14] (online). letnica. (citirano 23. 1. 2012). Dostopno na naslovu: http://www.kuka-robotics.com/res/sps/94de4d6a-e810-4505-9f90b2d3865077b6_Spez_KR_C2_ed05_sl.pdf.

[15] (online). letnica. (citirano 12. 1. 2012). Dostopno na naslovu: <http://www.ddc-web.com/Documents/synhdbk.pdf>.

[16] (online). letnica. (citirano 25. 2. 2012). Dostopno na naslovu: <http://www.motoman.com/products/robots/models/sda10d.phpn>.

[17] (online). letnica. (citirano 20. 11. 2011). Dostopno na naslovu: <http://www.ni.com/pdf/manuals/373379fpdf>.