

Razvoj prihvatnice za industrijskog robota ABB IRB120

Šikulec, Dominik

Undergraduate thesis / Završni rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Bjelovar University of Applied Sciences / Veleučilište u Bjelovaru**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:144:111901>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-05**



Repository / Repozitorij:

[Digital Repository of Bjelovar University of Applied Sciences](#)



VELEUČILIŠTE U BJELOVARU
STRUČNI STUDIJ MEHATRONIKE

**Razvoj prihvatnice za industrijskog robota
ABB IRB120**

Završni rad br. 09/MEH/2019

Dominik Šikulec

Bjelovar, rujan 2019.

VELEUČILIŠTE U BJELOVARU
STRUČNI STUDIJ MEHATRONIKE

**Razvoj prihvatnice za industrijskog robota
ABB IRB120**

Završni rad br. 09/MEH/2019

Dominik Šikulec

Bjelovar, rujan 2019.



Veleučilište u Bjelovaru
Trg E. Kvaternika 4, Bjelovar

1. DEFINIRANJE TEME ZAVRŠNOG RADA I POVJERENSTVA

Kandidat: **Šikulec Dominik**

Datum: 20.08.2019.

Matični broj: 000703

JMBAG: 0314006938

Kolegij: **PROIZVODNJA PODRŽANA RAČUNALOM**

Naslov rada (tema): **Razvoj prihvatnice za industrijskog robota ABB IRB120**

Područje: **Tehničke znanosti**

Polje: **Strojarstvo**

Grana: **Proizvodno strojarstvo**

Mentor: **Tomislav Pavlic, mag.ing.mech.**

zvanje: **viši predavač**

Članovi Povjerenstva za ocjenjivanje i obranu završnog rada:

1. dr.sc. Stjepan Golubić, predsjednik
2. Tomislav Pavlic, mag.ing.mech., mentor
3. Danijel Radočaj, mag.inž.meh., član

2. ZADATAK ZAVRŠNOG RADA BROJ: 13/MEH/2019

Potrebno je opisati vrste industrijskih robota i robotskih prihvatnica. Opisati robotske strukture rotacijske izvedbe. Za 6-osnog industrijskog robota rotacijske strukture je potrebno prilagoditi 3D CAD model robota, te CAD model prihvatnice u programskome alatu Solidworks. Opisati programski alat za off-line programiranje industrijskih robota ABB Robotstudio. U programskome alatu ABB Robotstudio definirati model robota ABB IRB120, ubaciti CAD model razvijene prihvatnice, povezati iste, isprogramirati rad i testirati u simulaciji i realnom sustavu funkcionalnost u radu robota i prihvatnice.

Zadatak uručen: 20.08.2019.

Mentor: **Tomislav Pavlic, mag.ing.mech.**



Zahvala

Zahvaljujem se svome mentoru Tomislavu Pavlicu, mag. ing. mech. na svim korisnim savjetima i pomoći pri izradi završnog rada, te Branku Pleadinu i Srednjoj strukovnoj školi Đurđevac što su mi ustupili robot ABB IRB120.

Isto tako zahvaljujem se obitelji i prijateljima na podršci tijekom školovanja.

Sadržaj

Sadržaj.....	5
Popis slika	7
1. Uvod.....	1
2. Što su roboti?.....	2
2.1. Podjela robota.....	3
2.1.1. Vrsta pogona	3
2.1.2. Geometrija radnog prostora	3
2.1.2.1. Kartezijeva struktura robota TTT	5
2.2. Primjena robota u industriji	10
2.2.1. Upravljanje industrijskih robota	11
3. Robotske prihvatnice.....	14
3.1. Vrste robotskih prihvatnica	15
3.1.1. Mehaničke hvataljke	15
3.1.2. Vakuumske hvataljke.....	16
3.1.3. Elektromagnetske hvataljke	17
3.1.4. Ljepljive hvataljke	17
4. Konstruiranje mehaničke prihvatnice u alatu Solidworks.....	18
4.1. SolidWorks	18
4.2. Konstruiranje mehaničke prihvatnice Festo HGP-25-A-B za robot ABB IRB120 u programskom alatu Solidworks	19
4.2.1. Konstruiranje baze	20
4.2.2. Konstruiranje prsta.....	30
4.2.3. Konstruiranje prstena	33
4.2.4. Spajanje komponenata u prihvatnicu (mate / assembly).....	34
4.2.5. Stvaranje sklopa CAD modela robota ABB IRB120 i izrađene prihvatnice	38
5. ABB Robot studio	42
5.1. Općenito o programu	42
5.1.1. Programski preglednik	43
5.1.2. Home alatna traka	45
5.1.3. Modeling alatna traka	46
5.1.4. Simulacijska traka.....	46

5.1.5 . Controller alatna traka.....	47
5.1.6. Rapid alatna traka	48
5.1.7. Add-ins alatna traka	48
5.1.8. Layout, Paths & Targets trake	49
5.1.9. Sučelje za izvoz programa u memoriju vanjskog kontrolera.....	50
5.2.1. Stvaranje robotske stanice, importanje robota te CAD modela prihvatnice, programiranje CAD prihvatnice kao mehanizam (alat).....	52
5.2.2. Programiranje robota da miče letvice sa trake na površinu u format VUB	59
7. Zaključak.....	68
8. Literatura	69
9. Popis oznaka.....	70
10. Sažetak	71
11. Abstract	72

Popis slika

Slika 2.1. Strukture robota [6].....	4
Slika 2.2. Kartezijeva struktura robota TTT [7].....	5
Slika 2.3. Cilindrična struktura robota RTT [7].....	6
Slika 2.4. Sferna struktura robota RRT [7].....	7
Slika 2.5. Rotacijska struktura robota RRR [7].....	8
Slika 2.6. Industrijski robot [9].....	10
Slika 2.7. Upravljački privjesak [10].....	12
Slika 2.8. Simulacija u programu Robot studio [11].....	13
Slika 3.1. Hvataljka s dva prsta opremljena osjetilima za svjetlost i silu.....	14
Slika 3.2. Dvoprstna hvataljka [13].....	15
Slika 3.3. Vakuumska prihvatnica [14].....	16
Slika 3.4. Elektromagnetska hvataljka [15].....	17
Slika 3.5. Ljepljiva hvataljka [16].....	17
Slika 4.1. Nacrt prihvatnice HGP-25-A-B [18].....	20
Slika 4.2. Stvaranje novog dijela.....	20
Slika 4.3. Funkcije „Sketch, Extrude Boss/Base“.....	20
Slika 4.4. Dodavanje nove ravnine.....	21
Slika 4.5. Funkcije „Sketch, Extrude Cut“.....	21
Slika 4.6. Funkcije „Sketch, Extrude Cut“.....	22
Slika 4.7. Funkcije „Sketch, Extrude Cut“.....	22
Slika 4.8. Funkcije „Sketch, Extrude Cut“.....	22
Slika 4.9. Funkcije „Sketch, Extrude Cut“.....	23
Slika 4.10. Funkcija „Sketch“.....	23
Slika 4.11. M8 navojne rupe.....	24
Slika 4.12. Skica.....	24
Slika 4.13. Funkcija „Hole Wizard“.....	25
Slika 4.14. Skica.....	25
Slika 4.15. Funkcija „Hole Wizard“.....	26
Slika 4.16. Funkcije „Chamfer“ i „Fillet“.....	26
Slika 4.17. Funkcije „Fillet“ i „Mirror“.....	27
Slika 4.18. Funkcije „Sketch“ i „Boss Extrude“.....	28

Slika 4.19. Funkcije „ <i>Sketch</i> “ i „ <i>Extruded Cut</i> “	28
Slika 4.20. Funkcije „ <i>Sketch</i> “ i „ <i>Extruded Cut</i> “	29
Slika 4.21. Funkcije „ <i>Sketch</i> “ i „ <i>Extruded Cut</i> “	29
Slika 4.22. Funkcije „ <i>Sketch</i> “ i „ <i>Extruded Cut</i> “	30
Slika 4.23. Funkcije „ <i>Sketch</i> “ i „ <i>Boss Extrude</i> “	30
Slika 4.24. Funkcije „ <i>Sketch</i> “ i „ <i>Boss Extrude</i> “	31
Slika 4.25. Skica.....	31
Slika 4.26. Funkcija „ <i>Hole Wizard</i> “	31
Slika 4.27. Skica.....	32
Slika 4.28. Chamfer.....	33
Slika 4.29. Skica na ravnini x-y	33
Slika 4.30. Funkcija „ <i>Revolved Boss/Base</i> “	33
Slika 4.31. Stvaranje sklopa (eng. <i>Assembly-a</i>)	34
Slika 4.32. Umetanje komponente (eng. <i>Insert Component</i>)	35
Slika 4.33. Odabir komponenti za funkciju „ <i>Mate</i> “	35
Slika 4.34. Odabir površina za funkciju „ <i>Mate</i> “	36
Slika 4.35. Ostvarena veza pomoću funkcije „ <i>Mate</i> “	36
Slika 4.36. Umetanje prstiju prihvatnice	37
Slika 4.37. Odabir površina za funkciju „ <i>Mate</i> “	37
Slika 4.38. Ostvarena veza pomoću funkcije „ <i>Mate</i> “	38
Slika 4.39. Kreiranje novog sklopa (eng. <i>Assembly</i>).....	38
Slika 4.40. Uvoz podsklopa prirubnice i podsklopa robota	39
Slika 4.41. Paralelna veza (eng. <i>Parallel Mate</i>).....	39
Slika 4.42. Veza „ <i>Concentric Mate</i> “	40
Slika 4.43. Veza „ <i>Coincident Mate</i> “	40
Slika 4.44. Sklop robota i prihvatnice	41
Slika 5.1. Početna stranica, izrada stanice.....	43
Slika 5.2. Prazna stanica, podloga za rad	43
Slika 5.3. „ <i>Home</i> “ alatna traka	45
Slika 5.4. „ <i>Modeling</i> “ alatna traka	46
Slika 5.5. Simulacijska traka	46
Slika 5.6. „ <i>Controller</i> “ alatna traka.....	47
Slika 5.7. „ <i>Rapid</i> “ alatna traka	48
Slika 5.8. „ <i>Add-ins</i> “ alatna traka	48

Slika 5.9. „Layout“ traka	49
Slika 5.10. „Paths & Targets“ izbornik	50
Slika 5.11. „Default Layout“ izbornik.....	50
Slika 5.12. Sinkronizacija objekata u „rapid“ kod.....	50
Slika 5.13. Prilagodba tekstualnog programskog koda, za „rapid“ kod	51
Slika 5.14. Prijenos „rapid“ koda.....	51
Slika 5.15. Stvaranje prazne stanice.....	52
Slika 5.16. Pokretanje virtualnog kontrolera.....	53
Slika 5.17. Ubacivanje robota IRB120, te CAD model prihvatnice	53
Slika 5.18. Uvoz baze i pozicioniranje.....	54
Slika 5.19. Pozicionirana baza i ubacivanje prsta	54
Slika 5.20. Pozicioniranje prsta, kompletirana prihvatnica.....	55
Slika 5.21. Odabir tipa mehanizma External Axis	55
Slika 5.22. Kreiranje linkova koji se odnose na bazu, lijevi i desni prst.....	56
Slika 5.23. Create Joint	56
Slika 5.24. Konfiguriranje mehanizma kao „Tool“	57
Slika 5.25. Konfiguriranje „Home“ početnog položaja, odnosno zatvorene hvataljke.....	57
Slika 5.26. Konfiguriranje položaja otvorene hvataljke.....	57
Slika 5.27. Spajanje prihvatnice sa robotom	58
Slika 5.28. Kreiranje letvica, te pozicioniranje u formaciju VUB	59
Slika 5.29. VUB formacija letvica	60
Slika 5.30. Kreiranje meta i pomaka po osima	60
Slika 5.31. Copy / Paste targeta.....	61
Slika 5.32. Mijenjanje imena letvica.....	61
Slika 5.33. Konfiguriranje digitalnih izlaza za hvataljku.....	62
Slika 5.34. Konfiguriranje simulacije	62
Slika 5.35. Konfiguriranje akcija digitalnih izlaza.....	63
Slika 5.36. Dodavanje akcije Attach object na digitalni izlaz hvataljke	63
Slika 5.37. Dodavanje Detach akcije na digitalni izlaz hvataljke	63
Slika 5.38. Offset.....	63
Slika 5.39. Stvaranje putanje robota.....	64
Slika 5.40. Konfiguracija putanje robota	64
Slika 5.41. Konfiguriranje putanje meta	65
Slika 5.42. Ispravne putanje, dodavanje naredbe „Wait time“	65

Slika 5.43. Create Signal _Set Hvataljka	66
Slika 5.44. Create Signal_Reset Hvataljka.....	66
Slika 5.45. Pomak duž putanje (eng. <i>Move Alog Path</i>).....	67

1. Uvod

Kroz kolegij Proizvodnja podržana računalom uče se suvremene metode proizvodnje korištenjem CAD – CAM – CNC sustava u vidu postprocesiranja programiranih obrada. Mogućnosti programskog CAD/CAM alata SolidWorks/SolidCAM koriste se za potrebe strojnog bušenja, glodanja, tokarenja, obradu limova i pločastih materijala na CNC raskrajačima, laserskim i plazma rezačima, probijačicama, prešama i robotima. Tema završnog rada je razvoj prihvatnice za industrijskog robota ABB IRB120 koji se nalazi u Strukovnoj školi Đurđevac. Ta će se prihvatnica montirati na ruku robota, te obavljati zadatke prijenosa objekata. Programski alat ABB RobotStudio koristi se za kontroliranje kretnji robota i prihvatnice.

2. Što su roboti?

Razvoj robotike proizlazi iz želje za pronalazak radne snage koja će zamijeniti čovjeka. Danas roboti obavljaju razne zadatke, uglavnom su konstruirani da zamjene čovjeka u svakodnevnim teškim, opasnim i monotonim poslovima. Humanoidni roboti su slični čovjeku, a postoje i roboti koji nisu uopće slični. Često se kod robota mogu prepoznati dijelovi koji su slični čovjekovim udovima: ruke, noge, prsti, zglobovi.

Roboti se dijele po generacijama koje su definirane prema složenosti informatičkog sustava i stupnju inteligencije. Prema [1] dijele se na 3 generacije:

1. Roboti 1. generacije (programski roboti)
 - karakterizira ih čisto upravljanje
 - nemaju osjetila, i niske su inteligencije
 - takvih ima najviše jer zadovoljavaju uvjete za jednostavne zadatke

2. Roboti 2. generacije (adaptivni roboti)
 - opremljeni su sensorima, te sustavima za raspoznavanje
 - senzori šalju informacije, a jednostavnom logikom ugrađenom u računalo rješavaju zadatke
 - krajnji je cilj da pomiče predmete

3. Roboti 3. generacije (inteligentni roboti)
 - koriste računala nove generacije
 - vode procese s više ulaznih i izlaznih varijabli
 - robot samostalno donosi odluke odnosno reagira, s obzirom na usporedbu dobivenih informacija iz vana

2.1. Podjela robota

Roboti se razlikuju po veličini, materijalu sa kojim mogu raditi, motore kojima pogone segmente, senzorskim sustavima, kompjutorskim sustavima kojima se kontroliraju itd.. Opća podjela se odnosi na vrstu pogona, načinu upravljanja gibanjem, geometriju radnog prostora [2].

2.1.1. Vrsta pogona

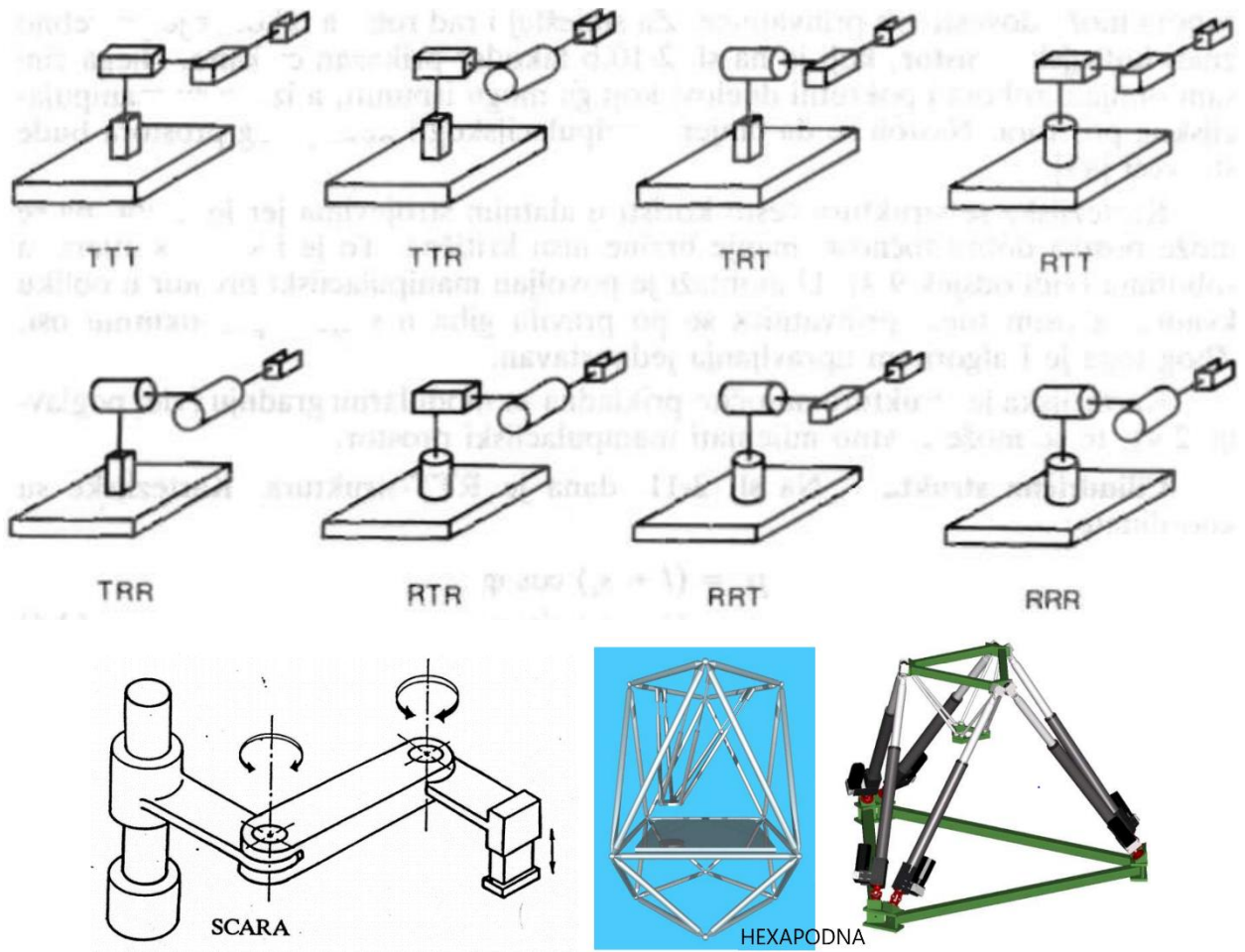
Prema vrsti pogona, roboti se dijele na [3]:

1. Električne – koriste se električni motori, istosmjerni, izmjenični i koračni jer su cjenovno jeftini, a imaju visoku brzinu te točnost. Kod njih se primijenjuju i složeniji algoritmi upravljanja.
2. Hidraulične – imaju zadovoljavajuću brzinu rada, a s obzirom na nestlačivost ulja, moguće je mirno održavanje položaja, čak i kod većih tereta. Najveći nedostaci takvih motora su visoka cijena, onečišćenje okoline zbog mogućeg istjecanja ulja, te buka.
3. Pneumatske - prednosti motora su niska cijena, visoka brzina rada, a ne onečišćuju okolinu pa se vrlo često koriste za laboratorijski rad. Oni nisu pogodni za rad sa većim teretima, jer zbog stlačivosti zraka nije moguće mirno održavati položaj. Također su bučni, a potrebno je i dodatno filtriranje i sušenje zraka zbog nepoželjne prašine i vlage.

2.1.2. Geometrija radnog prostora

S obzirom na geometriju radnog prostora, dijele se na [4] [5]:

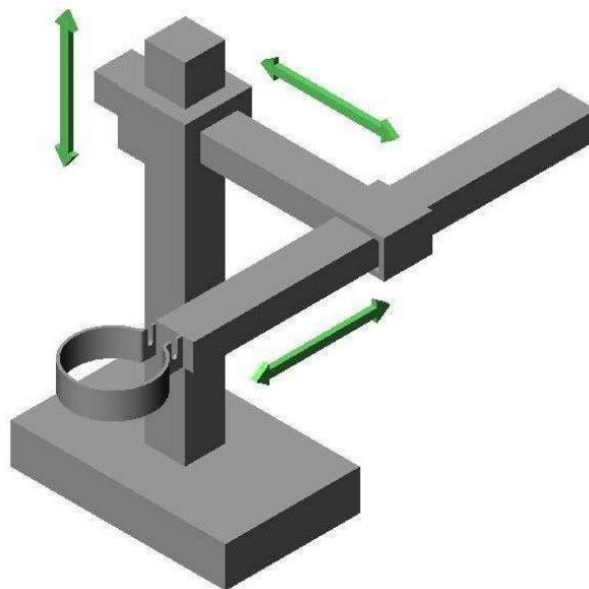
- pravokutna TTT (kartezijska struktura)
- cilindrična RTT
- kvazicilindrična RTR
- sferna RRT
- rotacijska RRR
- SCARA RRRT
- heksapodna



Slika 2.1. Strukture robota [6]

2.1.2.1. Kartezijeva struktura robota TTT

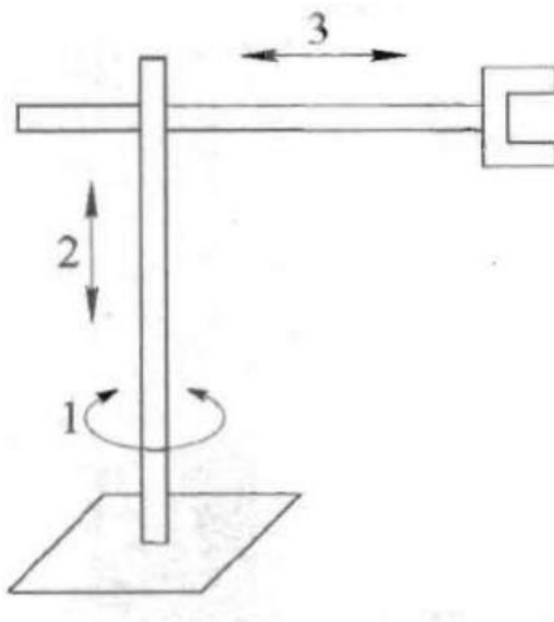
Pravokutna konfiguracija robota ima tri translacijska zgloba, čije su osi međusobno okomite. S obzirom na jednostavnu geometriju, svaki stupanj pokretljivosti je korespondentan sa stupnjem slobode u Cartesianovom prostoru, budući da se radi o pravolinijskom kretanju. Struktura pokazuje dobru mehaničku čvrstoću. Točnost pozicioniranja ručnog zgloba je konstantna u cijelom radnom prostoru. Nasuprot visokoj točnosti, struktura ima slabu pokretljivost, jer su svi zglobovi translacijski. Radni prostor ovog robota je prizma. Prema načinu upravljanja gibanjem pristupa objektu “sa strane”. Ukoliko želimo objektu pristupiti “odozgo”, ovaj manipulator izgleda poput stalka (engl. Gantry manipulator). Cartesianova struktura omogućuje postizanje radnog prostora velikih dimenzija i manipuliranje glomaznim objektima. Zbog toga se najčešće primjenjuje u rukovanju materijalima i montaži. Motori za pokretanje zglobova manipulatora su električni, a rijetko pneumatski [1].



Slika 2.2. Kartezijeva struktura robota TTT [7]

2.1.2.2. Cilindrična struktura robota RTT

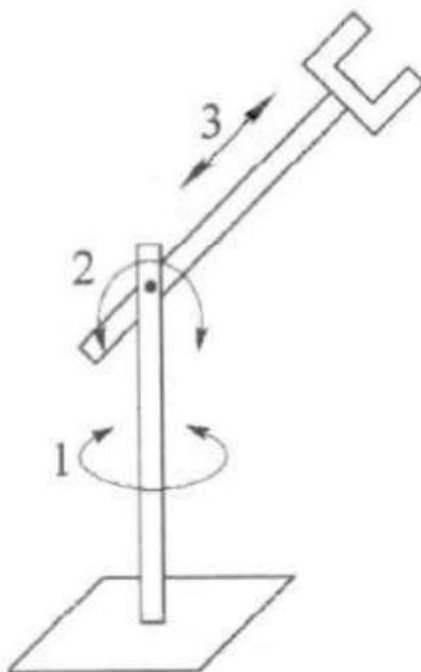
Ako se prvi zglob kod pravokutne strukture zamijeni rotacijskim zglobom, tada se dobiva robot cilindrične konfiguracije (slika 2.3.). Radni prostor takvog robota je volumen između dva vertikalna koncentrična plašta valjka (zbog ograničenog translatornog kretanja). Cilindrični manipulator pokazuje dobru mehaničku čvrstoću, ali se točnost pozicioniranja ručnog zgloba smanjuje sa povećanjem horizontalnog hoda. Uglavnom se upotrebljava za prijenos objekata većih dimenzija i koristi hidrauličke motore za pogon zglobova više nego električne.



Slika 2.3. Cilindrična struktura robota RTT [7]

2.1.2.3. Sferna struktura robota RRT

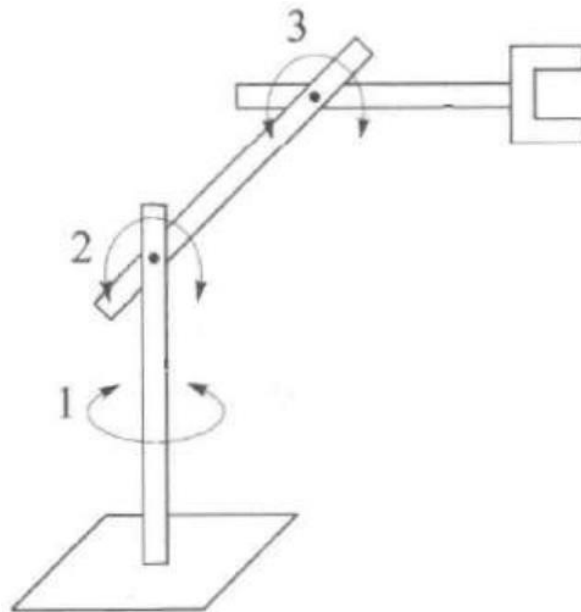
Zamjenom drugog zgloba cilindrične konfiguracije robota rotacijskim zglobom dobiva se robot sferne konfiguracije (slika 2.4.). Ako postoji ograničenje translatornog kretanja, tada je radni prostor tog tipa robota volumen između dvije koncentrične sfere, a uz ograničenje svih kretanja, radni prostor je dio volumena između dvije koncentrične sfere. Mehanička čvrstoća je manja u odnosu na prethodne strukture zbog složenije geometrijske i mehaničke konstrukcije. Točnost pozicioniranja se smanjuje sa porastom radijalnog hoda. Sferični manipulator se uglavnom koristi u strojarskoj industriji. Obično se koriste električni motori za pokretanje zglobova manipulatora. Robot tipa SCARA (eng. *Selective Compliance Assembly Robot Arm*) također ima dva rotacijska i jedan translacijski zglob. Kod ovog tipa robota su sve tri osi vertikalne. SCARA manipulator karakterizira visoka čvrstoća za opterećenja na vertikalnoj osi i popustljivost za opterećenja u horizontalnoj osi. Zbog toga se SCARA koristi za zadatke montiranja po vertikalnoj osi. Točnost pozicioniranja se smanjuje sa porastom udaljenosti između ručnog zgloba i osi prvog zgloba.



Slika 2.4. Sferna struktura robota RRT [7]

2.1.2.4. Rotacijska struktura robota RRR

Ako su upotrebljena sva tri rotacijska zgloba dobiva se rotacijska konfiguracija robota, koja se još naziva laktasta, antropomorfna ili zglobna. Osi rotacije drugog i trećeg zgloba su paralelne i okomite na os rotacije prvog zgloba. Ako ne postoje ograničenja rotacijskih kretanja, tada je radni prostor tog robota kugla, a uz ograničenja to je dio kugle složenog oblika čiji je presjek sa strane najčešće u obliku polumjeseca. Zbog sličnosti sa čovjekovom rukom, drugi zglob se zove vratni zglob, a treći zglob lakta jer povezuje gornji dio ruke sa podlakticom. Za pogon zglobova antropomorfne strukture koriste se električni motori. Područje primjene je jako široko.



Slika 2.5. Rotacijska struktura robota RRR [7]

Navedene strukture manipulatora dobivene su na osnovu zahtjeva na poziciju ručnog zgloba i orijentaciju vrha manipulatora. Ako se želi postići odgovarajuća orijentacija u trodimenzionalnom prostoru, ručni zglob mora posjedovati najmanje tri stupnja pokretljivosti ostvarenih rotacijskim zglobovima. Budući da ručni zglob čini krajnji dio manipulatora on može biti stisnut (zbijen) , što će imati za posljedicu kompliciranu mehaničku izvedbu. Bez ulaženja u konstrukcijske detalje, realizacija ručnog zgloba sa najvećom okretnošću je ona gdje se osi sva tri rotacijska zgloba sijeku u jednoj točki. Ovaj zglob se zove sferni. Glavna osobina sfernog zgloba je razdvajanje pozicije i orijentacije vrha manipulatora; ruka je zadužena za zadatke pozicioniranja gornje točke presjeka, dok je ručni zglob zadužen za određivanje orijentacije vrha manipulatora. Realizacije u kojima zglob nije sferni su jednostavne s mehaničke točke gledišta, ali su pozicija i orijentacija sjedinjene i to komplicira kordinaciju između kretanja ruke i obavljanja zadatka od strane ručnog zgloba. Vrh manipulatora je određen u skladu sa zadatkom kojeg robot treba izvršiti. Za rukovanje materijalom, vrh manipulatora je sačinjen u obliku hvataljke određenog oblika i dimenzija koje ovise o objektu koji se hvata. Za zadatke montiranja, vrh manipulatora je alat (oruđe) ili određena sprava, kao npr. zavarivač, glodalica, bušilica. Izbor robota je određen primjenom koju ograničavaju oblik i dimenzije radnog prostora, maksimalan iznos tereta, točnost pozicioniranja i dinamičke performanse manipulatora.

2.2. Primjena robota u industriji

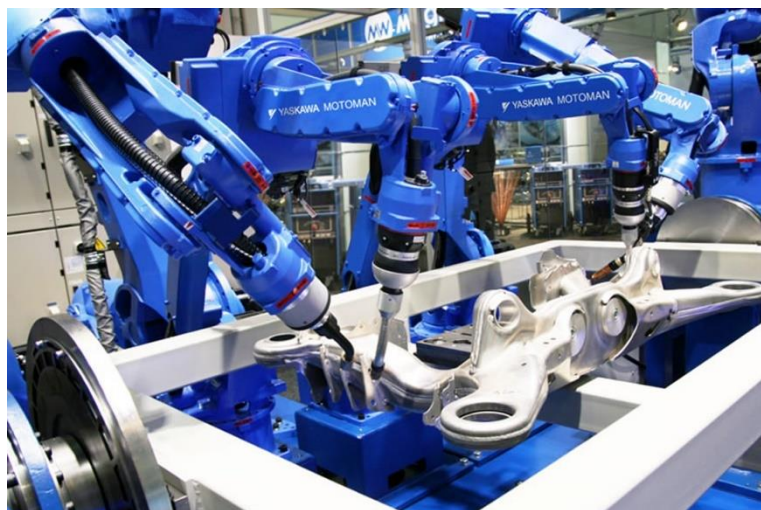
Industrijski roboti su prilagodljivi programibilni strojevi, u današnje vrijeme su postali neizostavni dio suvremene industrijske automatizacije. Uvođenjem robota, produktivnost sustava se povećava za 20 do 30 posto. Vodeći svjetski proizvođači robota su ABB, Fanuc, Kawasaki, Motoman, Kuka, Denso itd. Suvremena se proizvodnja znatno automatizira, a osnovni razlozi za to su:

- zahtjev za što djelotvornijom proizvodnjom, što rezultira nižom cijenom proizvoda
- razina kvalitete usklađene sa zahtjevima tržišta
- prilagodljivost proizvoda zahtjevima tržišta

Glavni dijelovi industrijskog robota su [8]:

- mehanička struktura ili manipulator koja se sastoji od niza krutih segmenata povezanih pomoću zglobova
- Aktuatori – postavljaju manipulator u određeno kretanje pomicanjem zgloba (najčešće se koriste električni i hidraulički motori)
- Senzori – detektiraju status manipulatora i ako je potrebno status okoline
- Sustav upravljanja – omogućava upravljanje i nadzor kretanja manipulacije

Zbog svojstva rukovanja materijalima, manipulacije i mjerenja, industrijski roboti imaju uspješnu primjenu u proizvodnim procesima.



Slika 2.6. Industrijski robot [9]

2.2.1. Upravljanje industrijskih robota

Za razliku od manipulatora, koji su uglavnom upravljani programibilnim logičkim kontrolerima (PLC), o radu robota brine upravljačko računalo. Takvo se računalo odlikuje svim značajkama računala opće namjene, uključujući procesor, memoriju, ulazno-izlazne jedinice, mogućnost programiranja višim programskim jezicima, kao i pohranu informacija na vlastite diskovne jedinice. Upravljačko računalo robota opremljeno je digitalno-analognim i analogno-digitalnim pretvaračima za kontinuirano i sinkrono upravljanje, praćenje i regulaciju rada robotskih prigona.

Sadrži i digitalne ulaze i izlaze, koji omogućavaju usklađeni rad s okolnim digitalno upravljanim uređajima (dodavačima, transporterima, hvataljkama i slično) ili njihovim logičkim upravljačima. Način programiranja robota, odnosno njegovog upravljačkog računala, prvenstveno ovisi o programskoj podršci [4].

Suvremeni robotski upravljački sustavi temelje se na najmanje jednoj od tri sljedeće metode programiranja:

1. učenje pomoću upravljačkog privjeska (tech-in pendant)
2. snimanje pokreta
3. nezavisno programiranje (off-line)

2.2.1.1. Učenje pomoću upravljačkog privjeska (tech-in pendant)

Učenje se odvija tako da operator pomoću upravljačke tipkovnice na privjesku navodi robotsku ruku po zamišljenim točkama predviđene putanje, pohranjujući dobivene koordinate točkama i radne parametre u memoriju upravljačke jedinice.

Putanjom se mogu se zadati: način kretanja vrha robotske ruke između dvije točke (pravocrtni, kružni ili slobodni), brzina kretanja, digitalni signali i ostali radni parametri pomoćnih uređaja i izvršnog članka (naprimjer za hvataljku otvorena ili zatvorena poza, kod zavarivačkog alata brzina žice i jakost struje). Memorirani koraci tvore upravljački program koji se potom može ciklički ponavljati u okviru definiranoga radnog procesa. Ova je metoda programiranja robota jednostavna i ne zahtijeva poznavanje računalnog programiranja.

Nedostaci su:

- otežano precizno pozicioniranje i orijentiranje izvršnoga članka, jer se uglavnom temelji na vizualnoj procjeni
- mogućnost ozljede operatora jer se programiranje odvija u radnome prostoru robota
- nemogućnost kreiranja složenijih programskih struktura (povratne petlje) i pomoćnih aritmetičko-logičkih operacija



Slika 2.7. Upravljački privjesak [10]

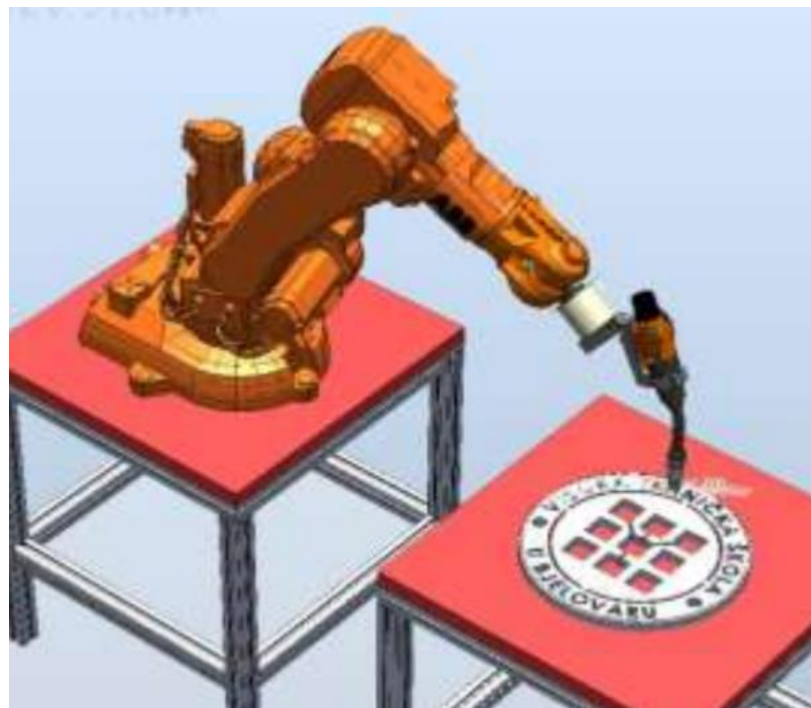
2.2.1.2 Snimanje pokreta

Snimanje pokreta zasniva se na vođenju ruke robota po predviđenoj putanji, dok za to vrijeme upravljački sustav u unaprijed određenim intervalima (obično 0,01 s) pohranjuje koordinate pojedinih zglobova. Metoda se koristi kada robot treba izvoditi izrazito složena, ali ne posebno precizna gibanja, kao naprimjer kod ličenja.

2.2.1.3 Offline programiranje

Offline programiranje temelji se na računalnoj simulaciji robotske kinematike, te pruža mogućnost programiranja na računalu nezavisnom od robota, ne ometajući tako njegov rad u proizvodnji. Pritome se koriste odgovarajući upravljački jezici: AML/2 (A Manufacturing Language), VAL (Versatile Assembly Language), ARMBASIC, V+ i drugi. Vrlo su slični programskim jezicima opće namjene, pa omogućavaju kreiranje složenih programskih struktura i aritmetičko-logičkih operacija, s tom razlikom da obuhvaćaju još i naredbe kretanja (MOVE, OPEN, CLOSE, LINEAR itd.). Pomoću takvih jezika jednostavno se programiraju vrlo složene putanje, numeričko pozicioniranje, kreiraju složeni algoritmi odlučivanja i slično. Rezultat

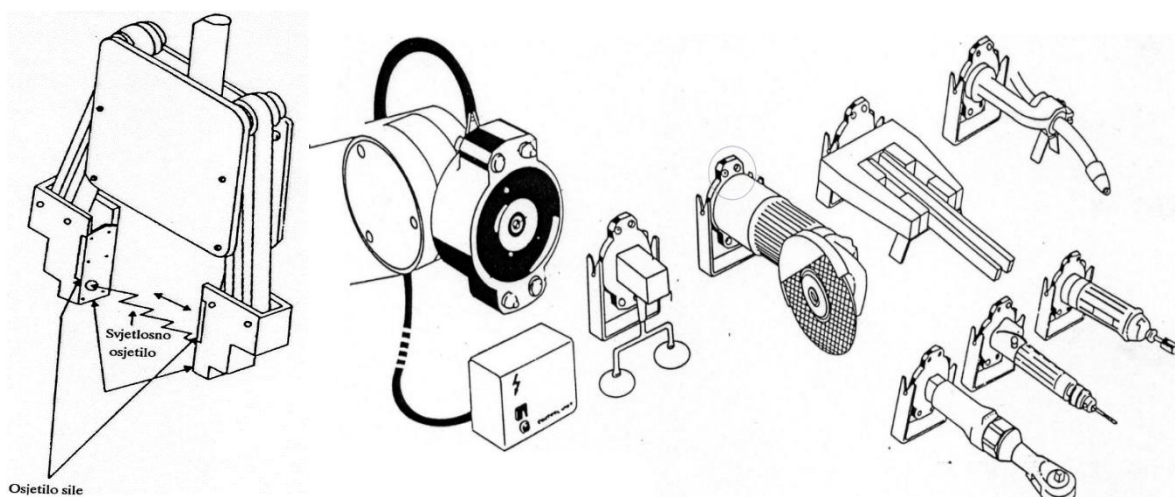
programiranja ispituje se na računalu korištenjem grafičkog simulacijskog programa. Tako se pogreške u programiranju otklanjaju kroz simulaciju i animaciju, a ne izravnim probama na robotu, koje mogu biti uzrok oštećenja robota ili okolnih uređaja. Nezavisni načini programiranje sve se više zasnivaju su na CAD/CAE/CAM sustavima i interaktivnoj grafičkoj animaciji, te ne iziskuju programiranje u nekom od upravljačkih jezika. Tako se ujedno problematika primjene robota smješta u širi proizvodni kontekst (CE, PLM: COSIMIR – CIROS VR, ADW, Adept/Silma Production Pilot, Catia/Delmia, Siemens NXPLM/Tecnomatix – Robot studio, Robcad, OpenRAVE; ROS, RoboLogix). Montažna zadaća se kinematički postavi u trodimenzionalnom prostoru, a odgovarajući program (postprocesor) prevede simulirana gibanja u kôd upravljačke jedinice robota.



Slika 2.8. Simulacija u programu Robot studio [11]

3. Robotske prihvatnice

Prihvatnica je izvršni članak, odnosno alat pričvršćen na kraj robotske ruke, s namjenom izvršavanja predviđenih zadataka: hvatanja, vijčanja, ličenja, zavarivanja i slično. U montaži su to najčešće operacije hvatanja, koje čovjek obično izvodi prstima. No, u usporedbi s motoričkim i osjetilnim sposobnostima ljudske šake, suvremeni industrijski robotski alati za hvatanje još su uvijek primitivni. Obično su sačinjeni od dva, rjeđe tri, prsta, oblikovana sukladno značajkama predmeta rada, a mogu posjedovati i osjetila sile i/ili svjetlosna, induktivna i druga osjetila. Fleksibilnost takvih hvataljki znatno je ograničena, prvenstveno dimenzijama i oblikom predmeta rada, pa se time općenito ograničava i fleksibilnost robota tijekom montažnoga procesa. Da bi se omogućilo rukovanje različitim predmetima rada i izvođenje različitih operacija na istoj radnoj stanici, razvijeni su sustavi za automatsku izmjenu alata i izvršni članci s više alata. Automatska izmjena alata uzrokuje znatan gubitak vremena, u odnosu na vrijeme izvođenja montažne operacije, te se stoga takvi sustavi ne mogu primjenjivati u visokoproizvodnim uvjetima. Kod izvršnih članaka s više alata izmjena je daleko brža, ali takva rješenja traže veći radni prostor i otežavaju pristup predmetu rada. Stoga se velika pažnja posvećuje razvoju višeprstih antropomorfnih hvataljki, koje bi trebale motoričkim i osjetilnim mogućnostima osigurati hvatanje različitih oblika i mase.



Slika 3.1. Hvataljka s dva prsta opremljena osjetilima za svjetlost i silu
te sustav za automatsku izmjenu alata [12]

3.1. Vrste robotskih prihvatnica

S obzirom na princip hvatanja, robotski alati mogu se razvrstati u sljedeće skupine:

- mehaničke
- vakuumske
- elektromagnetske
- ljepljive

3.1.1. Mehaničke hvataljke

Mehaničke hvataljke se temelje na mehanizmu, pogonjenom električki, pneumatski ili hidraulički, koji pritiskom na stijenke predmeta rada ostvaruje silu trenja, dovoljno veliku za njegovo pokretanje, odnosno prenošenje. Mehanizam hvatanja obično se zasniva na principu dvoprstih ili višeprstih štipaljki.

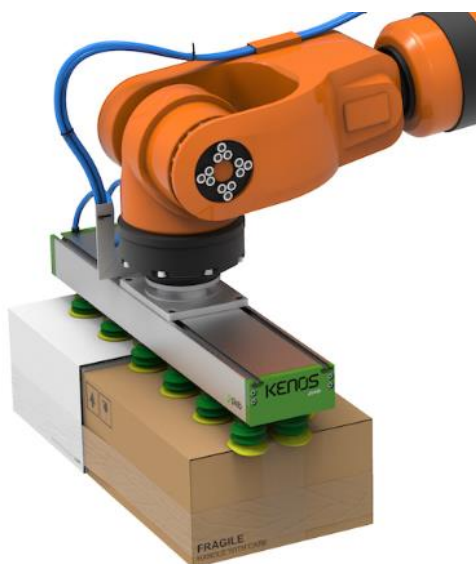


Slika 3.2. Dvoprstna hvataljka [13]

3.1.2. Vakuumske hvataljke

Vakuumska hvataljka inducira silu hvatanja na principu potlaka. Sila nošenja srazmjerna je razlici tlakova P , između tlaka u usisnoj zdjelici i onoga u okolini, i veličini radne površine nalijeganja usisne zdjelice A , odnosno površini djelovanja potlaka: $F = \Delta P \times A$.

Posebno su prikladne za hvatanje ugradbenih elemenata ravnih i glatkih ploha (staklo, polirani metal i slično). Ravne i glatke plohe osiguravaju bolje prijanjanje usisne zdjelice, obično izrađene od gume ili sličnog materijala, čime se smanjuje utjecanje zraka iz okoline te ostvaruje veći potlak. Kod korištenja vakuumske hvataljke, treba voditi računa da sila nošenja ne nastupa odmah po dodiru s predmetom, uslijed vremena potrebnog za pražnjenje zraka iz usisne zdjelice.



Slika 3.3. Vakuumska prihvatnica [14]

3.1.3. Elektromagnetske hvataljke

Elektromagnetska hvataljka može se primijeniti isključivo za hvatanje predmeta rada izrađenih od magnetičnih materijala.



Slika 3.4. Elektromagnetska hvataljka [15]

3.1.4. Ljepljive hvataljke

Ljepljive hvataljke najčešće koriste ljepljivu traku za prihvat predmeta rada. Otpuštanje se obično izvodi mehanički ili otpuhivanjem. Uglavnom se koriste za predmete rada malih dimenzija i mase.



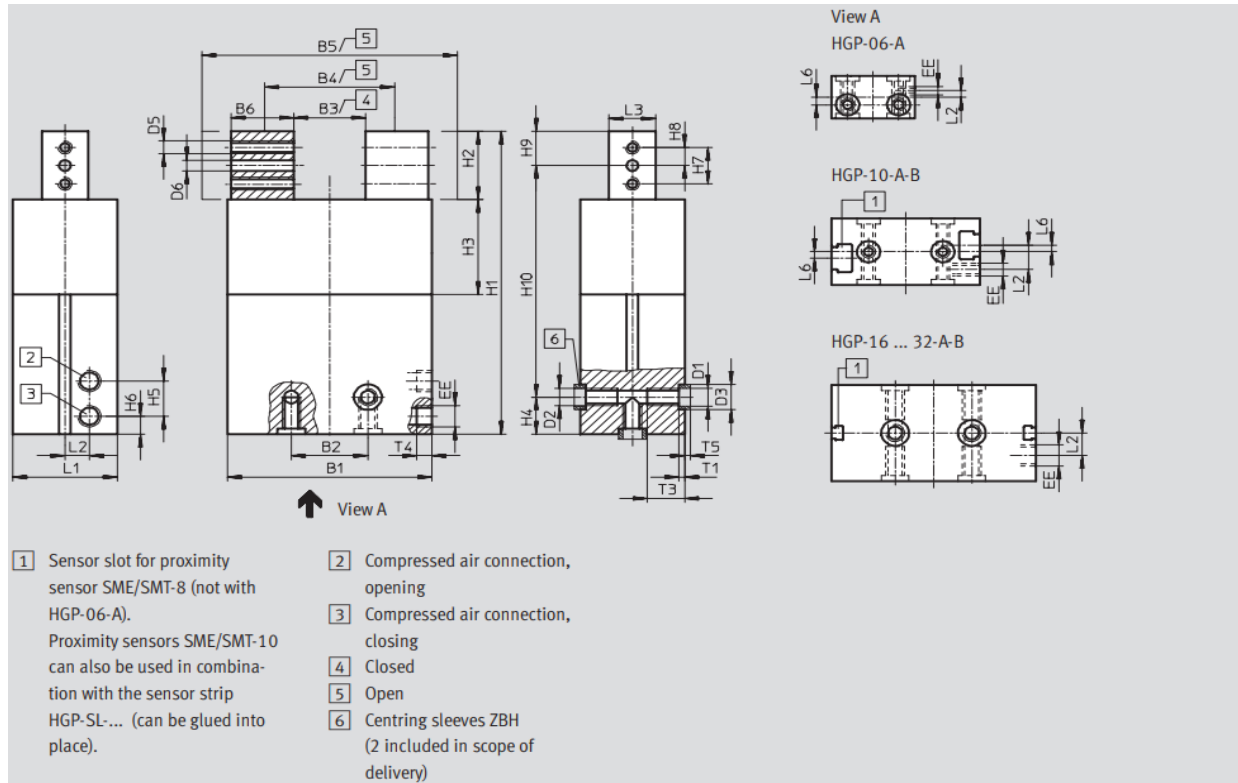
Slika 3.5. Ljepljiva hvataljka [16]

4. Konstruiranje mehaničke prihvatnice u alatu Solidworks

4.1. SolidWorks

SolidWorks je CAD (computer-aided design) program za dizajn. Izdaje ga Dassault Systèmes, francuska multinacionalna kompanija koja razvija CAD programe. Prema njihovim izvorima više od dva milijuna inženjera i dizajnera u više od 165 000 tvrtki koristi SolidWorks. [17] SolidWorks je kompletan 3D/2D alat za kreiranje, simulacije i obrade podataka. Najveća prednost SolidWorksa je „user friendly“, velika pristupačnost samom korisniku koja omogućava brzo učenje i samim time kratko vrijeme implementacije u postojeće sistem industrije. Primjena je vrlo široka, od automobilske brodarske i zrakoplovne industrije, za električne i elektroničke komponente i instalacije, znanstvene potrebe, u razvoju medicinskih uređaja ,medicinskih implantata, potrošačke tehnologije i sl. Osnovao ga je Jon Hirschtick 1993 godine. Okupio je tim inženjera sa osnovnim ciljem izrade 3D CAD programa koji bude jednostavan za korištenje i može se koristiti na Windows operativnom sustavu. SolidWorks je 1995 godine izdao svoj prvi Cad program pod nazivom SolidWorks 95. 1997 godine Dassault Systèmes, poznat po CATIA CAD programu postao je vlasnik SolidWorks-a [17].

4.2. Konstruiranje mehaničke prihvatnice Festo HGP-25-A-B za robot ABB IRB120 u programskom alatu Solidworks



Type	B1	B2 ¹⁾	B3	B4	B5	B6	B7	D1	D2	D3	D5	D6	EE	H1	H2	H3	H4 ²⁾
		±0.1	±0.5	±0.5	±0.5	-0.03	±0.5	∅		∅		∅					±0.1
HGP-06-A	18	11	6	10	21	5.5	-	3.2	M3	5	M2	1.5	M3	45.5	9.9	10.2	7.5
HGP-10-A-B	32	16	15.8	21.8	35.8	7	-	3.2	M3	5	M3	2	M3	66	15	16	7.5
HGP-16-A-B	47	25	17.8	27.8	53.8	13	-	5.3	M4	7	M4	3	M3	80	20	21.9	7.5
HGP-20-A-B	55.6	25	17.4	30.4	65.4	17.5	-	5.3	M4	7	M4	4	M5	101	24.9	26.1	7.5
HGP-25-A-B	68.2	29	21	36	80	22	-	6.4	M6	9	M5	4	G1/8	121	30	32.2	17.5
HGP-35-A-B	88	33	31	56	110	27	-	8.4	M8	12	M6	5	G1/8	142	31.9	44.8	17.5

With protective dust cap

HGP-16-A-B-SSK	47	25	16.4	26.4	46.4	10	67	5.3	M4	7	M4	3	M3	83	20.5	21.9	7.5
HGP-25-A-B-SSK	68.2	29	21	36	66	15	101	6.4	M6	9	M5	4	G1/8	126.8	31.5	32.2	17.5

Type	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	L1	L2	L3	L6	L7	T1	T3	T4	T5
						±0.2				-0.03			+0.1	+1	+0.5	-0.3
HGP-06-A	7	4	5.8	2.9	5	33	-	10	1.5	5	1.8	-	1.2	-	3.5	1.2
HGP-10-A-B	7	4	8	4	7.5	51	-	15.5	4.2	7	1.5	-	1.2	6	3.5	1.2
HGP-16-A-B	7	4	11	5.5	10	62.5	-	22	5.7	10	-	-	1.6	7.5	3.5	1.4
HGP-20-A-B	10.5	11.5	14	7	12.5	81	-	30	9	12	-	-	1.6	8	6	1.4
HGP-25-A-B	16.5	8.3	16	8	15	88.5	-	37	10.5	15	-	-	2.1	15	6.5	1.9
HGP-35-A-B	16.5	8.5	17	8.5	16	108.5	-	45	10.5	20	-	-	2.6	16	6.5	2.4

With protective dust cap

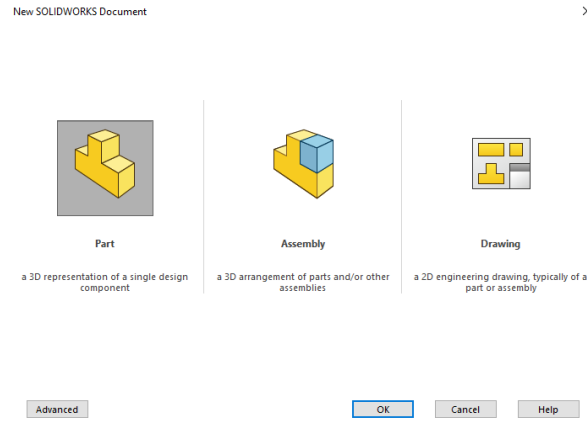
HGP-16-A-B-SSK	7	4	11	5.5	10	65.5	38.1	22	5.7	10	-	30	1.6	7.5	3.5	1.4
HGP-25-A-B-SSK	16.5	8.3	16	8	15	94.3	58.8	37	10.5	15	-	47	2.1	15	6.5	1.9

) Tolerance for centring hole: ±0.02
) Tolerance for centring hole: -0.05

Slika 4.1. Nacrt prihvatnice HGP-25-A-B [18]

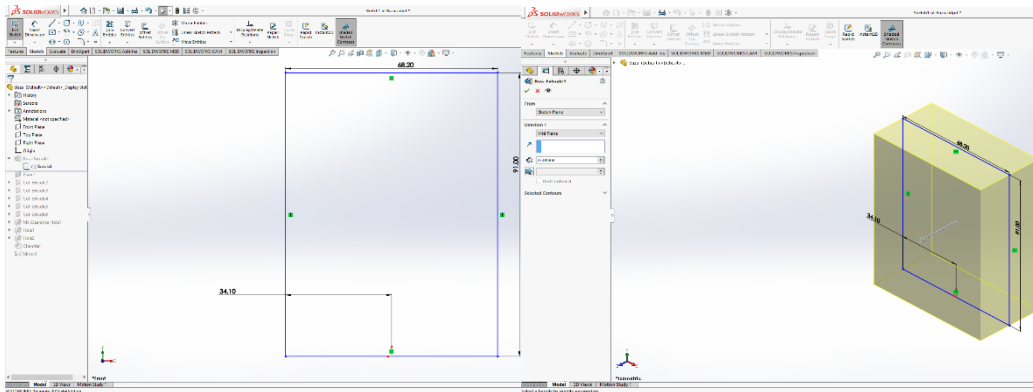
4.2.1. Konstruiranje baze

Prvo je potrebno izraditi dijelove koje ćemo kasnije koristiti za spajanje u sklop.



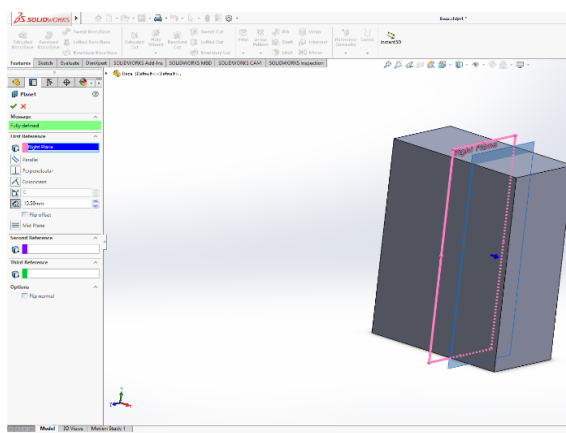
Slika 4.2. Stvaranje novog dijela

Crtao skicu u ravnini x-y (eng. *Front Plane*). Skicu ćemo iskoristiti za funkciju „Extrude Boss/Base“.



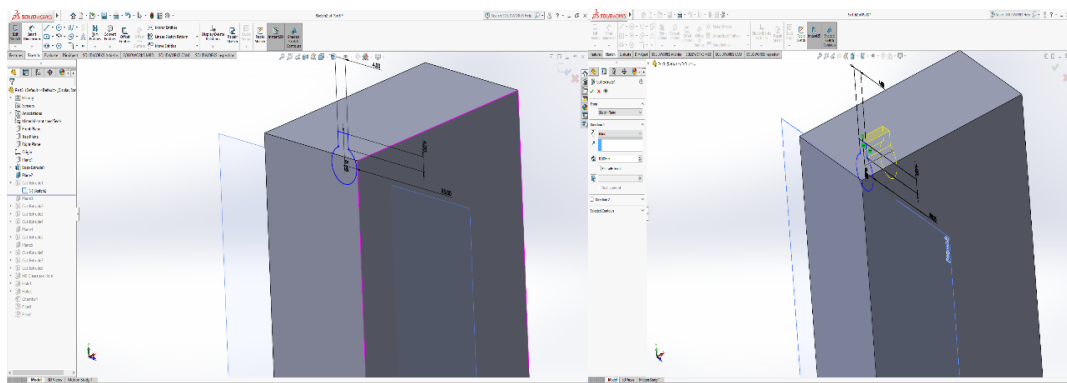
Slika 4.3. Funkcije „Sketch, Extrude Boss/Base“

Radi praktičnijeg daljnjeg crtanja, dodajemo novu ravninu paralelnu sa prethodnom i pomakom.



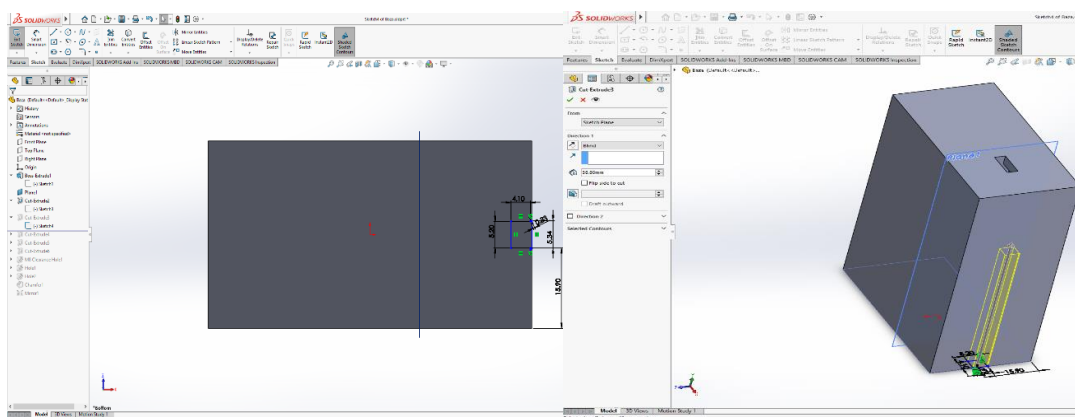
Slika 4.4. Dodavanje nove ravnine

Na dodanoj ravni, crtamo skicu za funkciju „*Extruded cut*“.



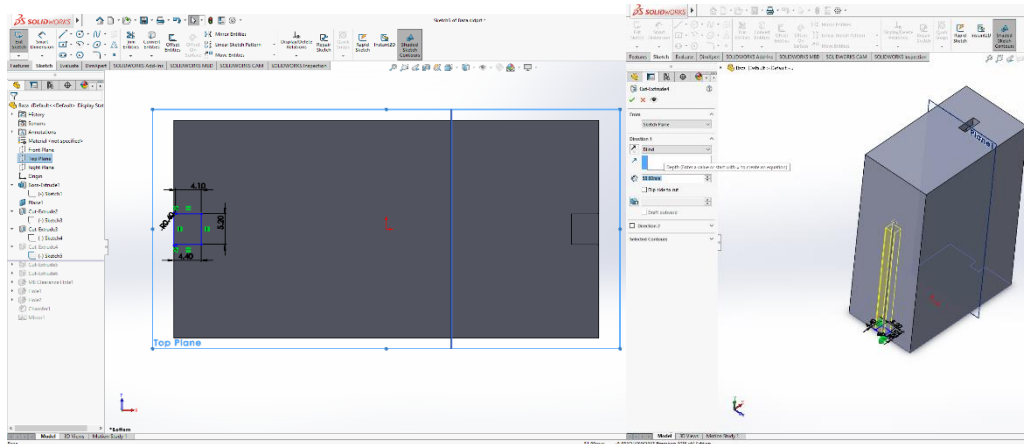
Slika 4.5. Funkcije „Sketch, Extrude Cut“

Na ravni x-z, crtamo skicu za funkciju „*Extruded cut*“.



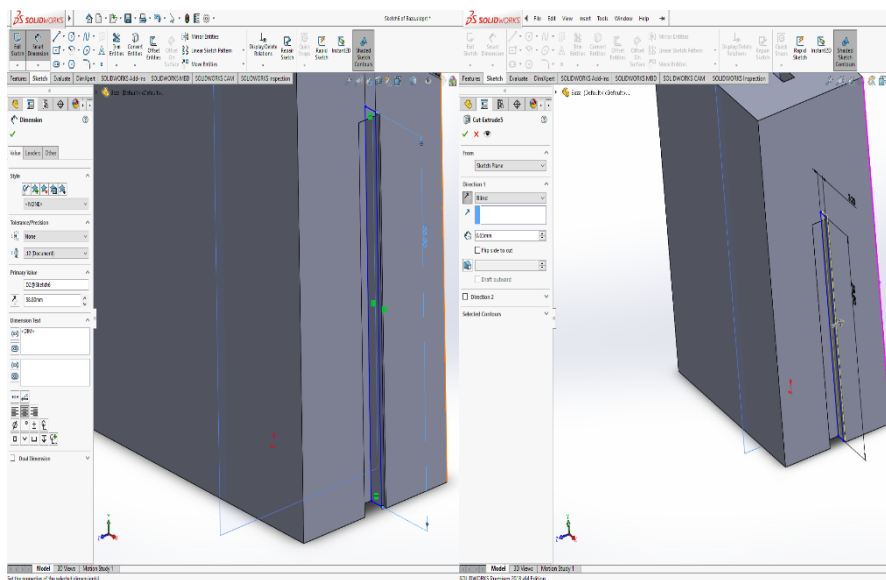
Slika 4.6. Funkcije „Sketch, Extrude Cut“

Na ravnini x-z, ponovno crtamo skicu za „*Extruded cut*“.



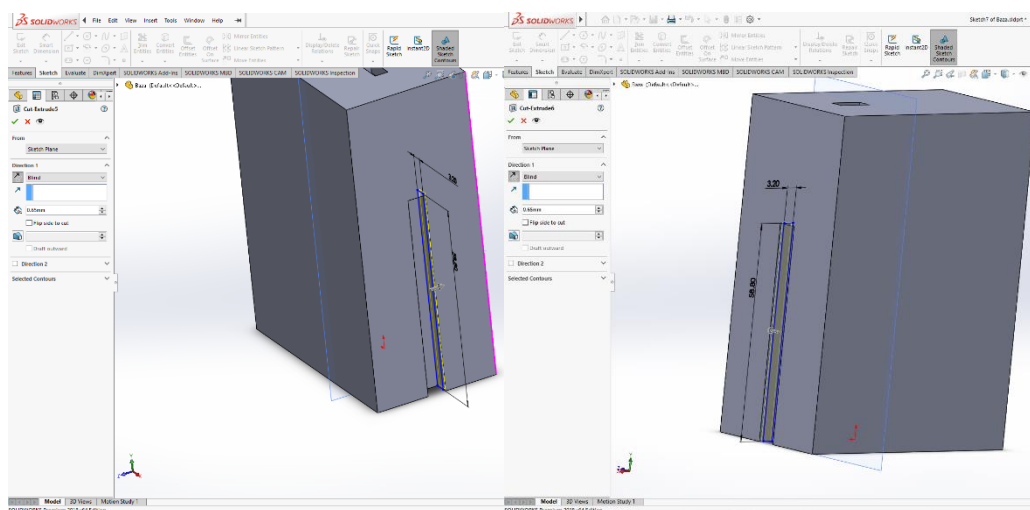
Slika 4.7. Funkcije „Sketch, Extrude Cut“

Dodajemo još jednu skicu za funkciju „*Extruded cut*“.



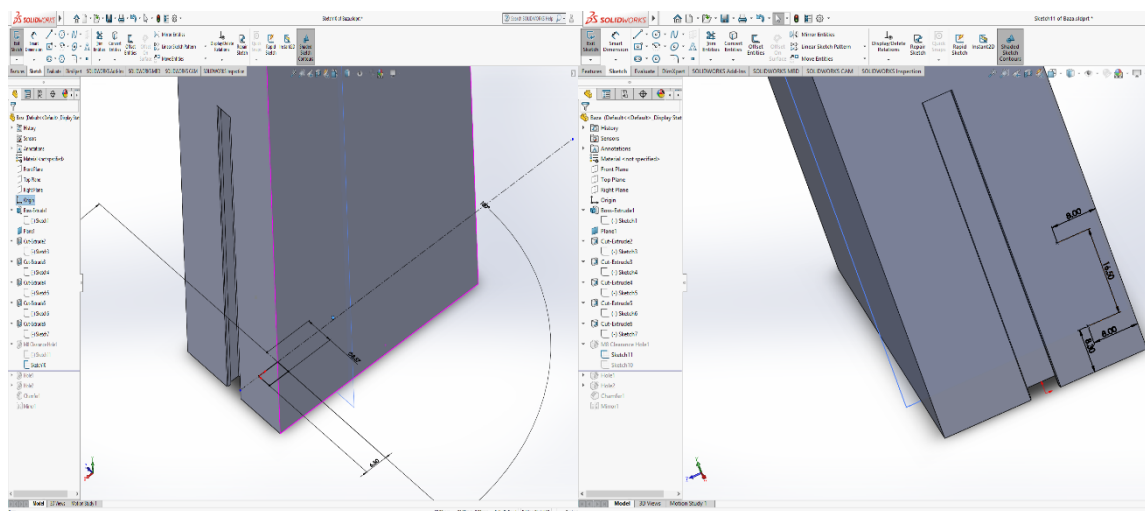
Slika 4.8. Funkcije „Sketch, Extrude Cut“

Dodajemo još jednu skicu za funkciju „*Extruded cut*“.



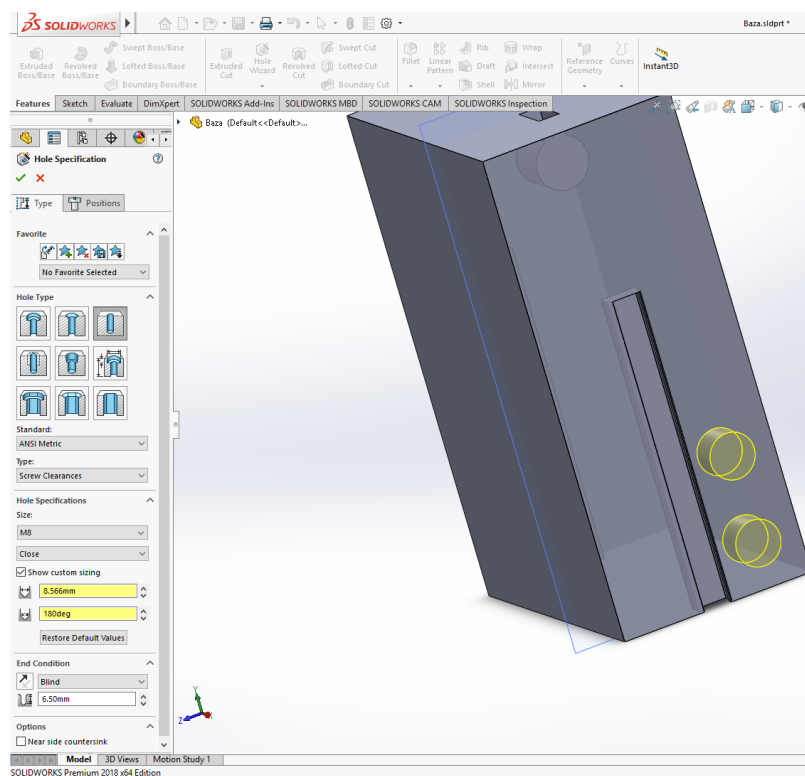
Slika 4.9. Funkcije „*Sketch, Extrude Cut*“

Crtamo dvije skice koje ćemo koristiti za funkciju „*Hole Wizard*“.



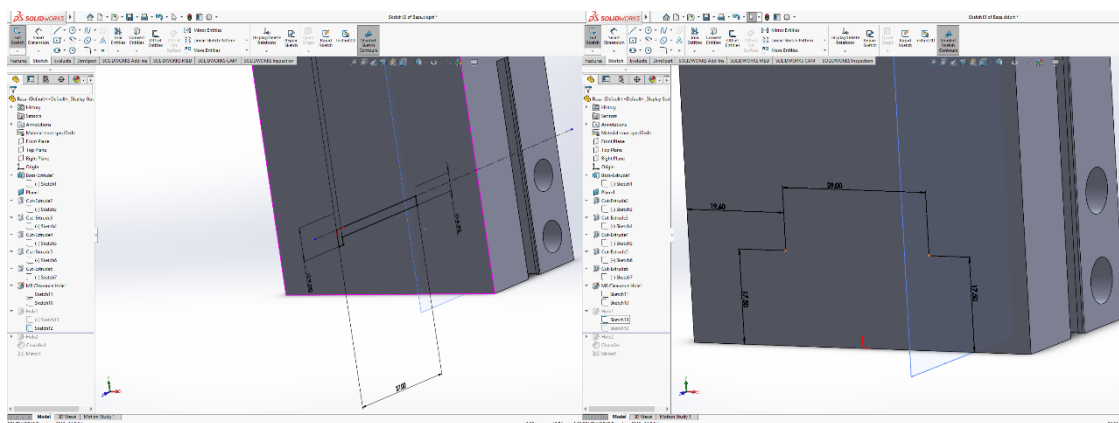
Slika 4.10. Funkcija „*Sketch*“

Funkcijom „Hole Wizard“ radimo navoj M8.



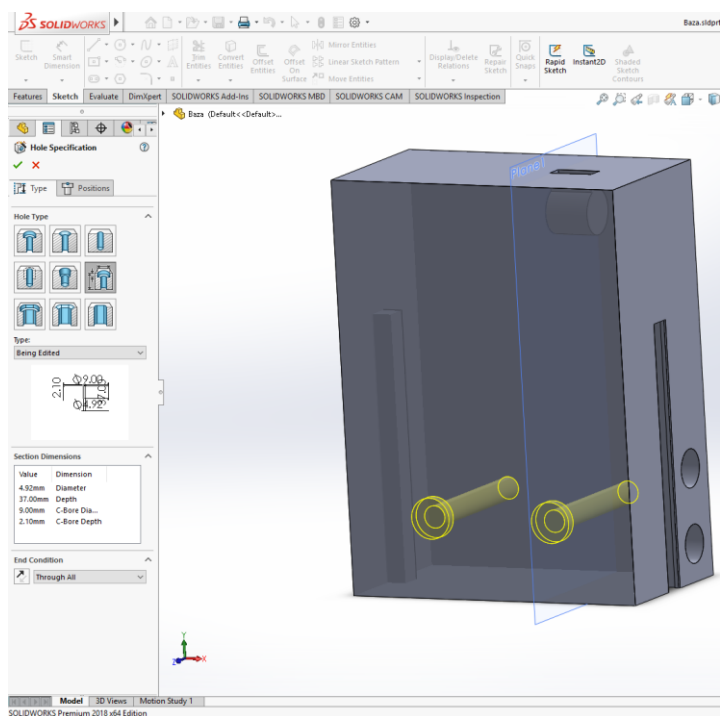
Slika 4.11. M8 navojne rupe

Crtamo dvije skice koje ćemo koristiti za funkciju „Hole Wizard“.



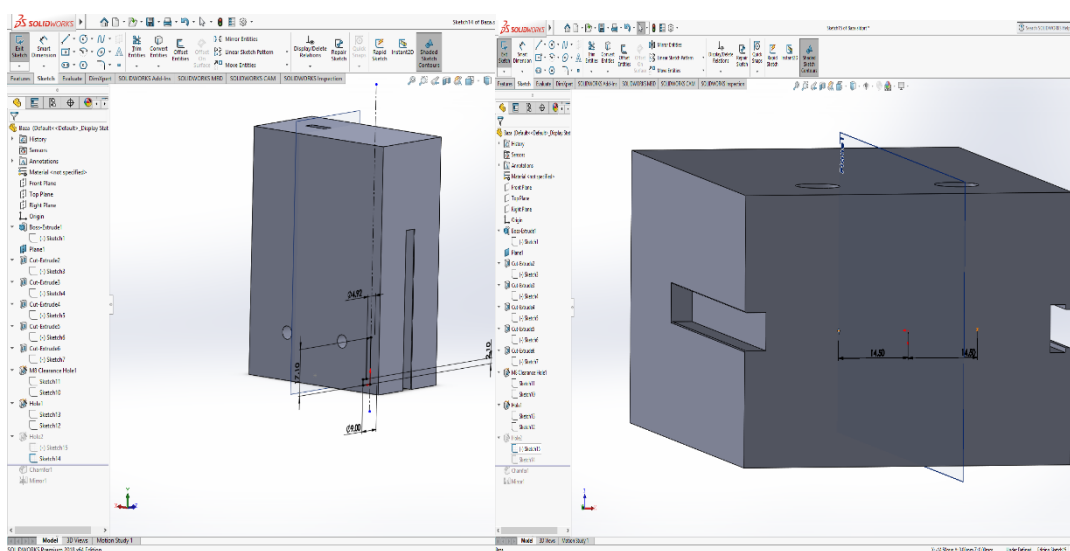
Slika 4.12. Skica

Funkcijom „Hole Wizard“ pomoću skica radimo rupe.



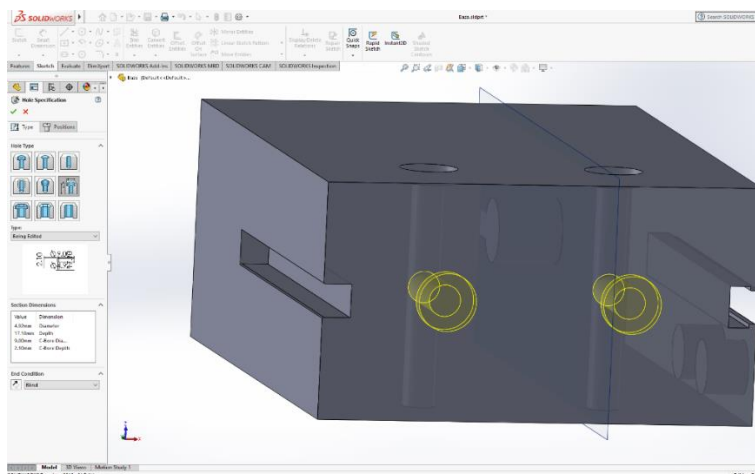
Slika 4.13. Funkcija „Hole Wizard“

Crtamo dvije skice koje ćemo koristiti za funkciju „Hole Wizard“.



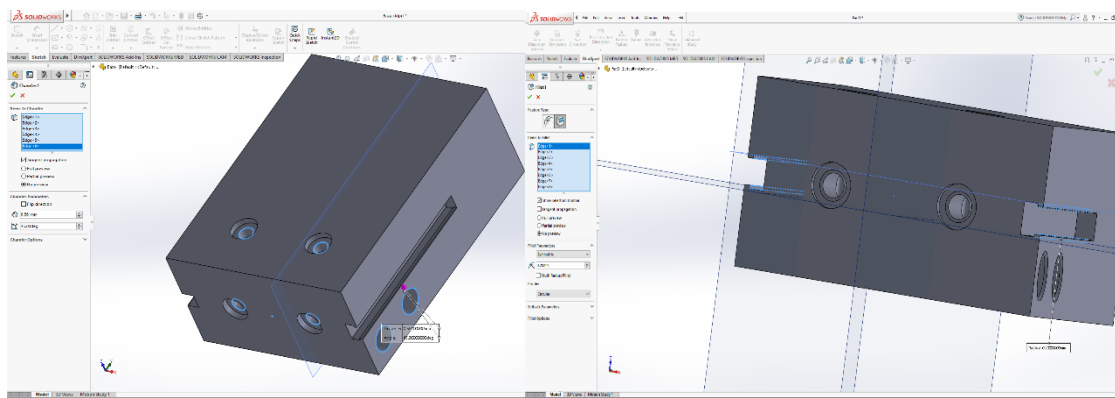
Slika 4.14. Skica

Funkcijom „*Hole Wizard*“ pomoću skica radimo rupe.



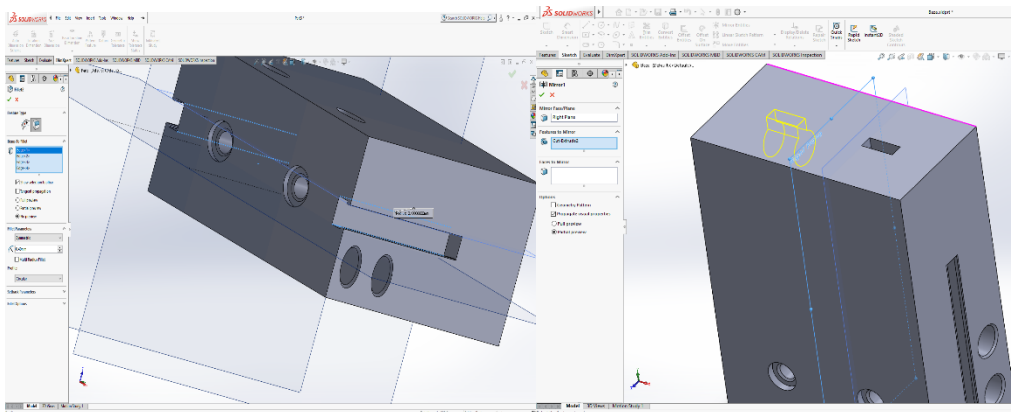
Slika 4.15. Funkcija „*Hole Wizard*“

Pomoću funkcija „*Chamfer*“ i „*Fillet*“ ćemo zaobliti rubove.



Slika 4.16. Funkcije „*Chamfer*“ i „*Fillet*“

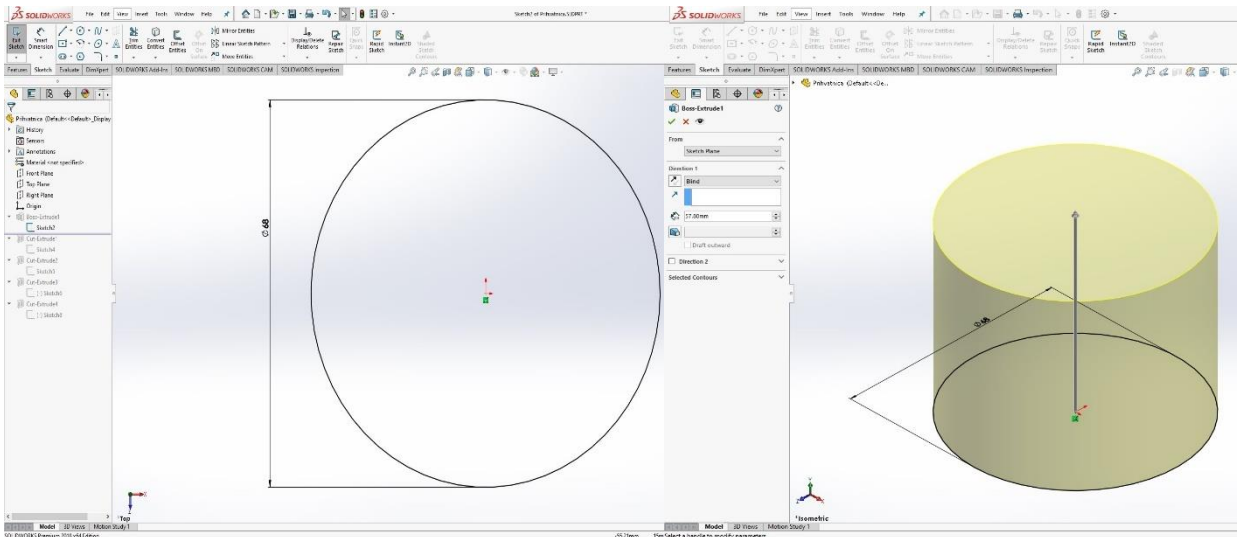
Funkcijama „*Fillet*“, „*Mirror*“ i „*Extruded Cut*“ završavamo bazu prihvatnice.



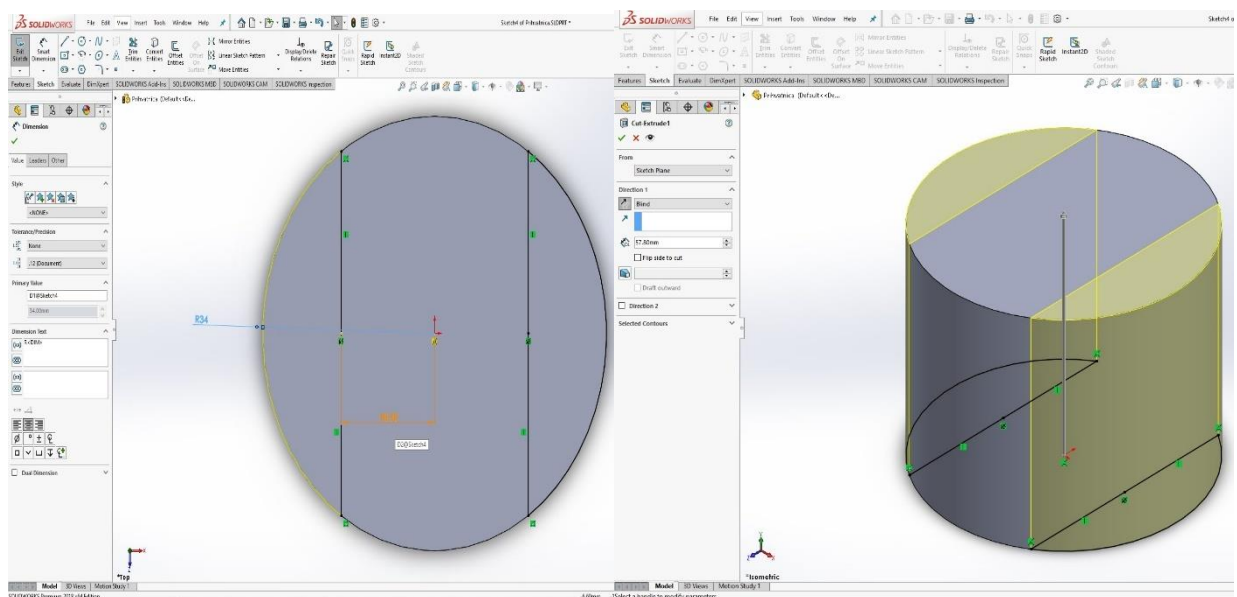
Slika 4.17. Funkcije „*Fillet*“ i „*Mirror*“

4.2.1.1. Konstruiranje prirubnice baze

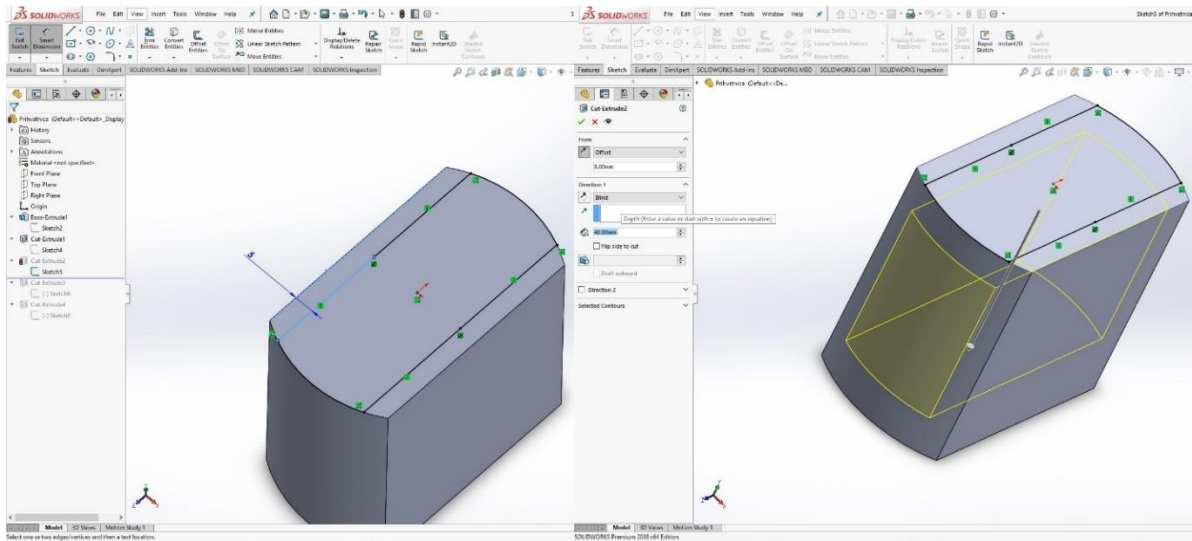
Radi nekompatibilnosti postojeće prihvatnice i prirubnice robota, moramo konstruirati prirubnicu za bazu prihvatnice.



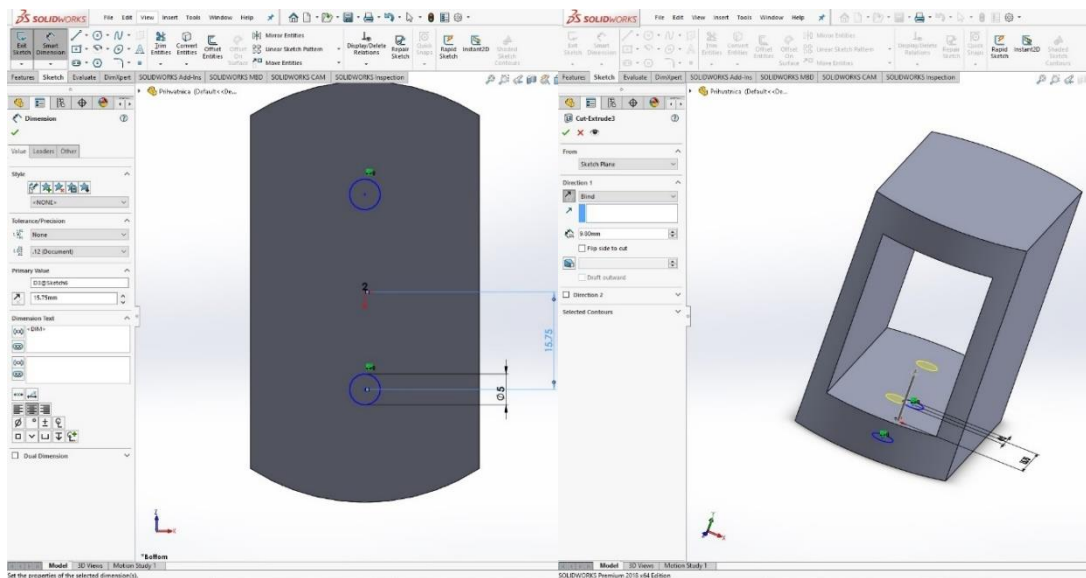
Slika 4.18. Funkcije „Sketch“ i „Boss Extrude“



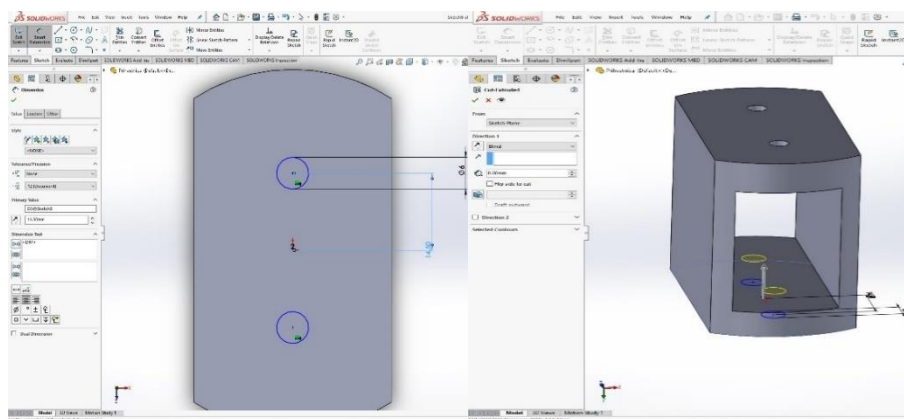
Slika 4.19. Funkcije „Sketch“ i „Extruded Cut“



Slika 4.20. Funkcije „Sketch“ i „Extruded Cut“



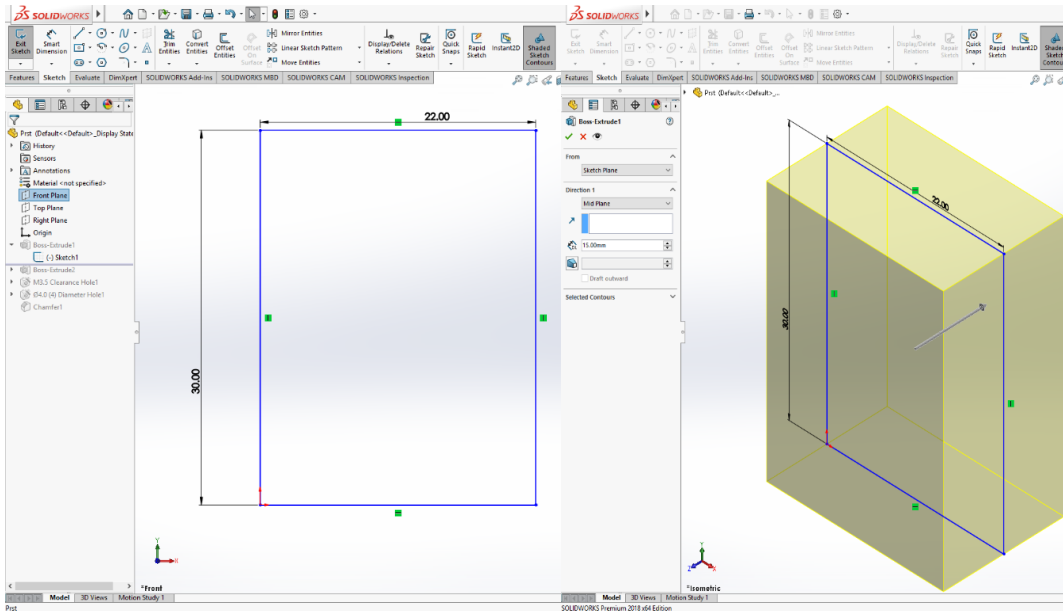
Slika 4.21. Funkcije „Sketch“ i „Extruded Cut“



Slika 4.22. Funkcije „Sketch“ i „Extruded Cut“

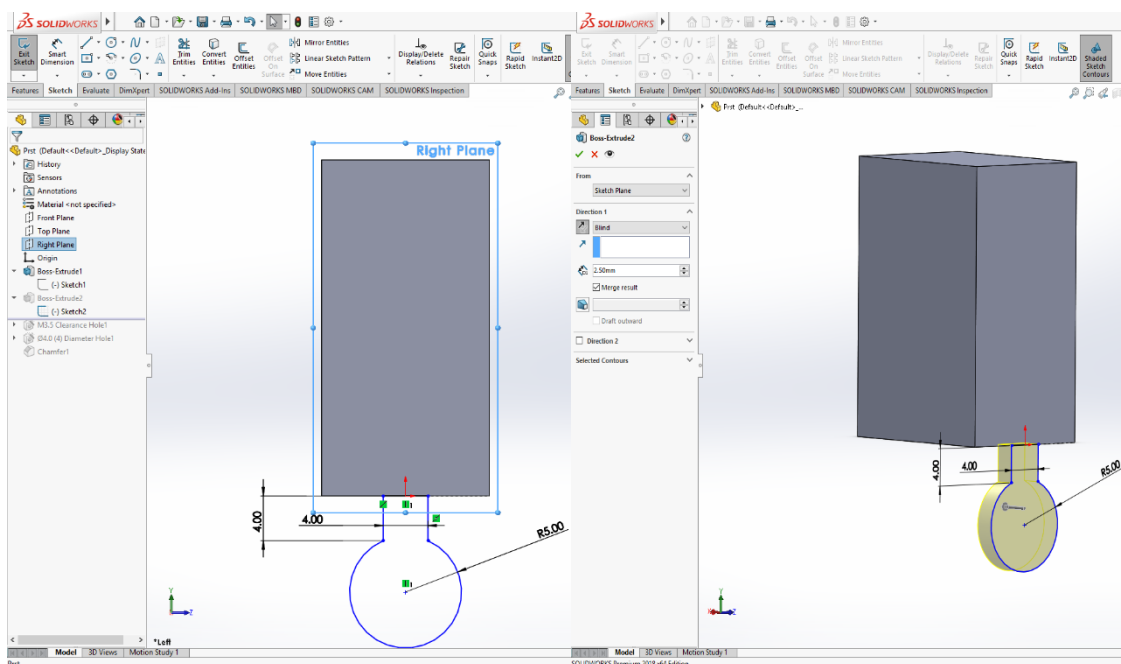
4.2.2. Konstruiranje prsta

Stvaramo novi dio, krećemo sa skicom koju ćemo koristiti dalje za funkciju „Extrude Boss/Base“.



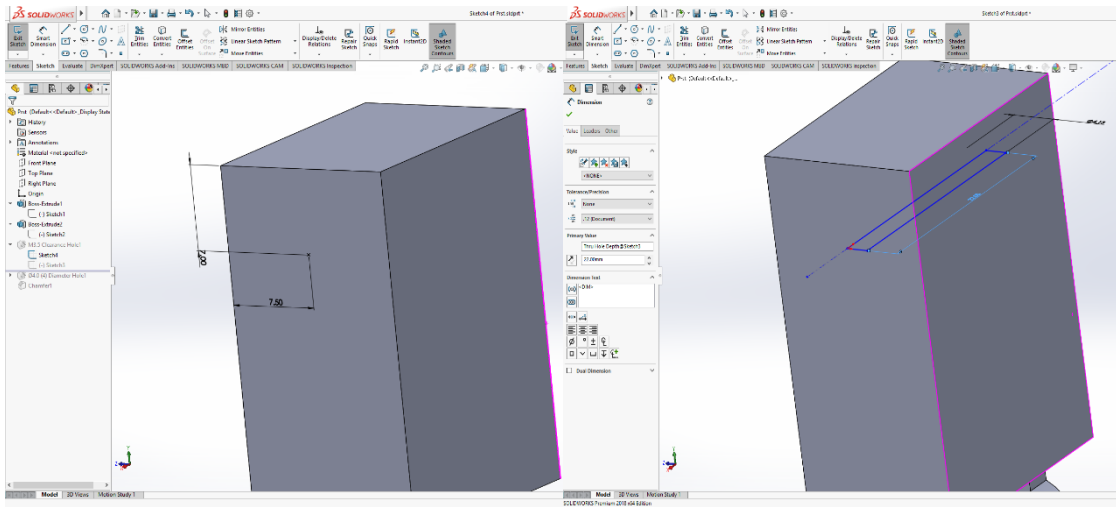
Slika 4.23. Funkcije „Sketch“ i „Boss Extrude“

Dodajemo novu skicu koju ćemo koristiti dalje za funkciju „Extrude Boss/Base“.

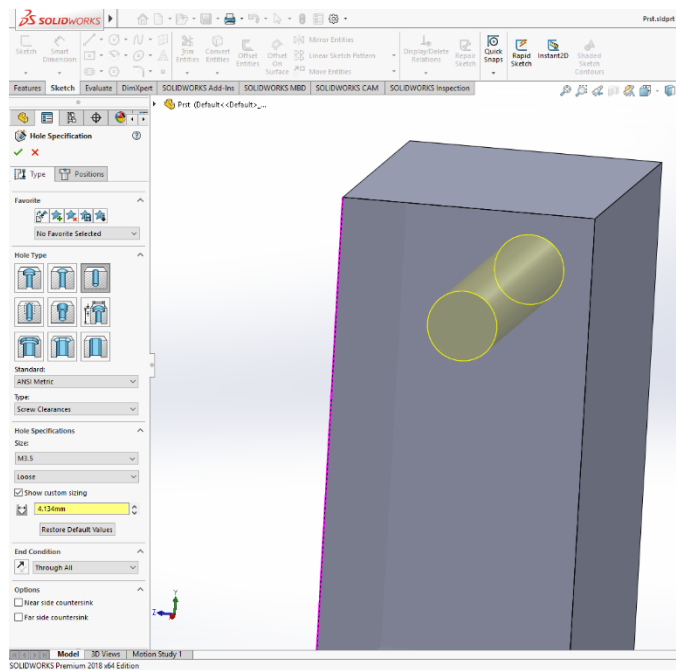


Slika 4.24. Funkcije „Sketch“ i „Boss Extrude“

Pomoću dvije skice ćemo odraditi funkciju „Hole Wizard“ i tako dodati rupu.

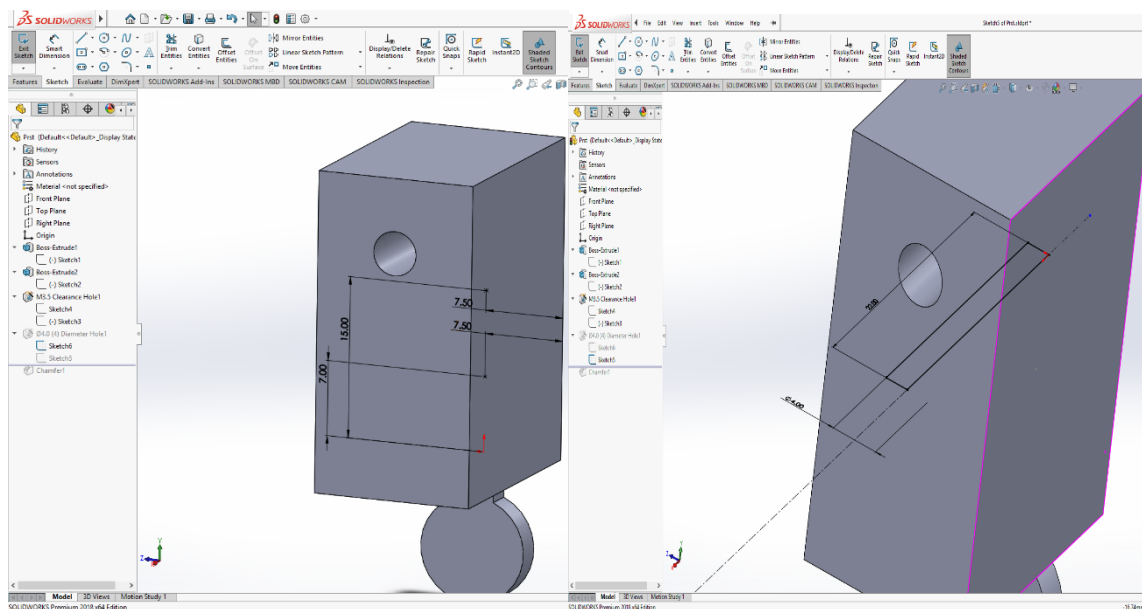


Slika 4.25. Skica



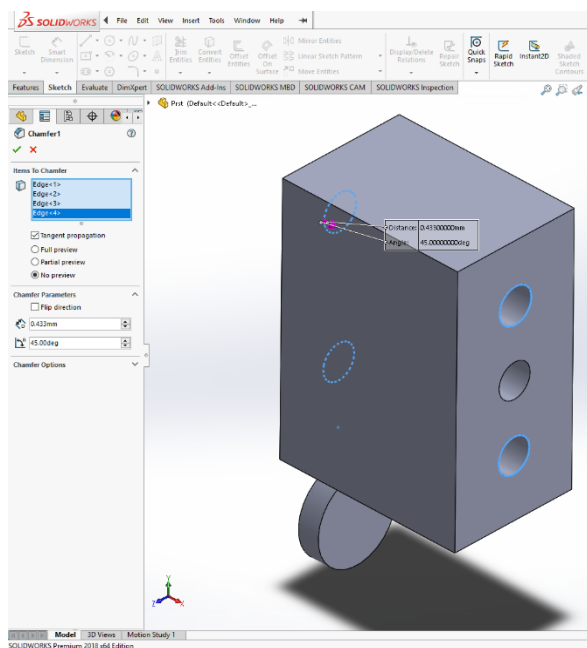
Slika 4.26. Funkcija „Hole Wizard“

Pomoću dvije skice ćemo odraditi funkciju „Hole Wizard“ i tako dodati rupu.



Slika 4.27. Skica

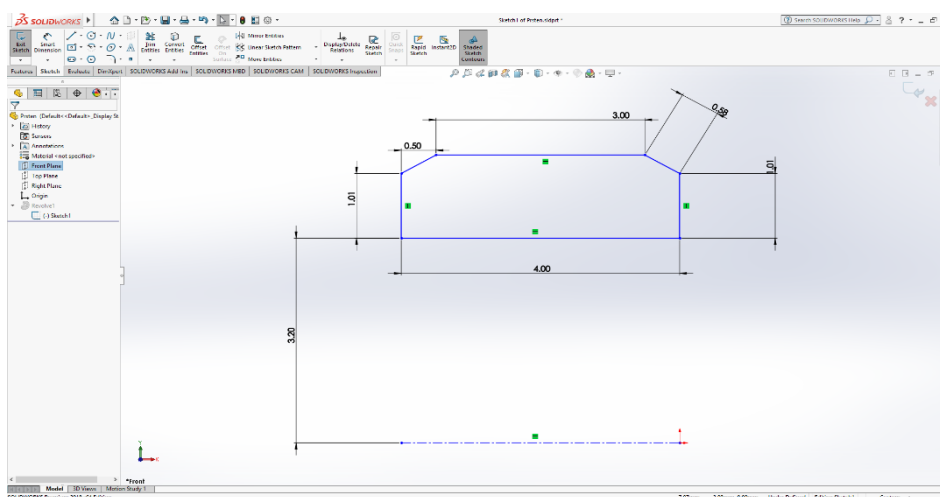
Prst prihvatnice se završava funkcijom „Chamfer“



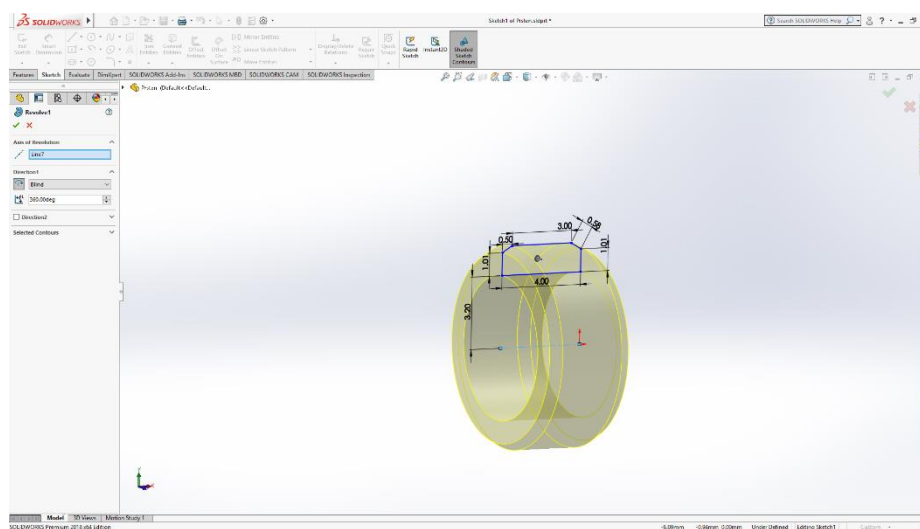
Slika 4.28. Chamfer

4.2.3. Konstruiranje prstena

Prsten se konstruira u dva koraka, prvi je skica, a skica se zatim koristi za funkciju „*Revolved Boss/Base*“ koji zaokružuje skicu i stvara tijelo prstena.



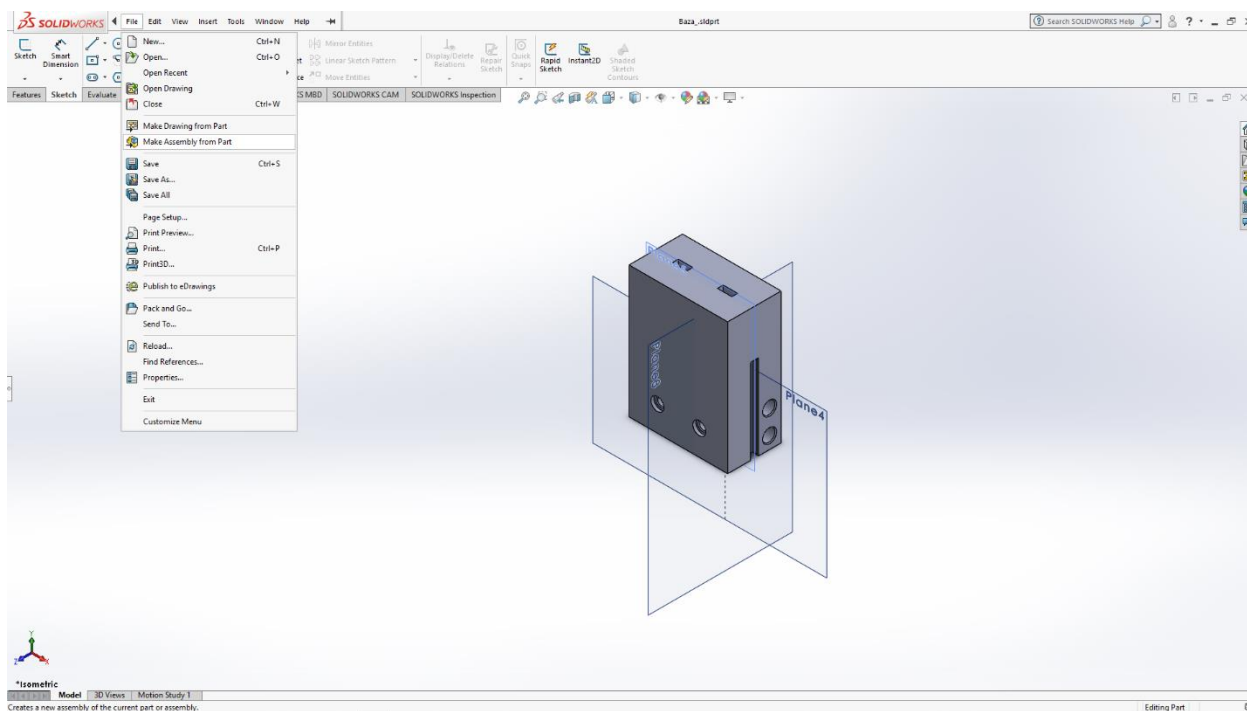
Slika 4.29. Skica na ravnini x-y



Slika 4.30. Funkcija „*Revolved Boss/Base*“

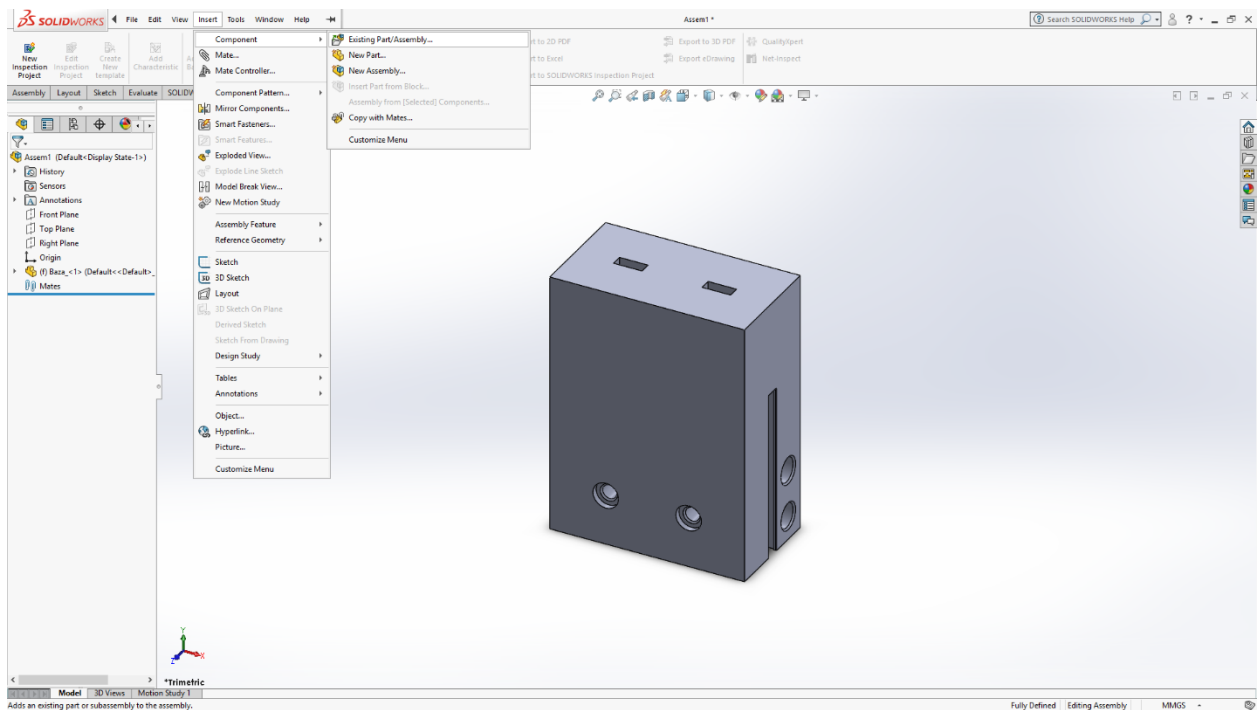
4.2.4. Spajanje komponenata u prihvatnicu (mate / assembly)

Da bi spojili komponente u prihvatnicu, radimo sklop (eng. *Assembly*) počevši od baze te spajamo ostale komponente na bazu.



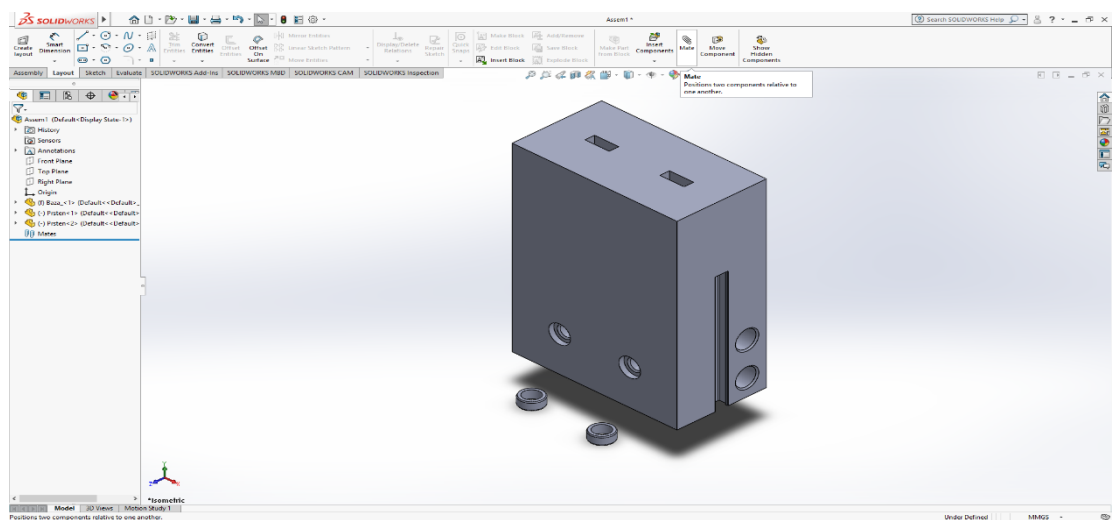
Slika 4.31. Stvaranje sklopa (eng. *Assembly-a*)

Dodajemo nove komponente prstene, te prste, kojeg ćemo spojiti na bazu.

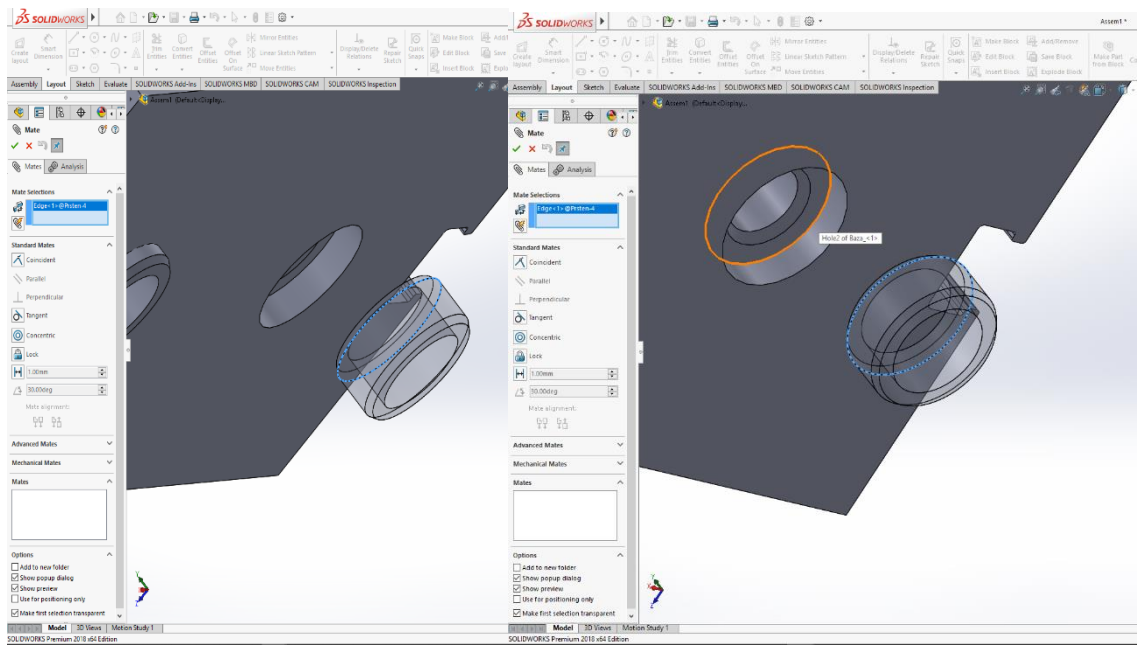


Slika 4.32. Umetanje komponente (eng. *Insert Component*)

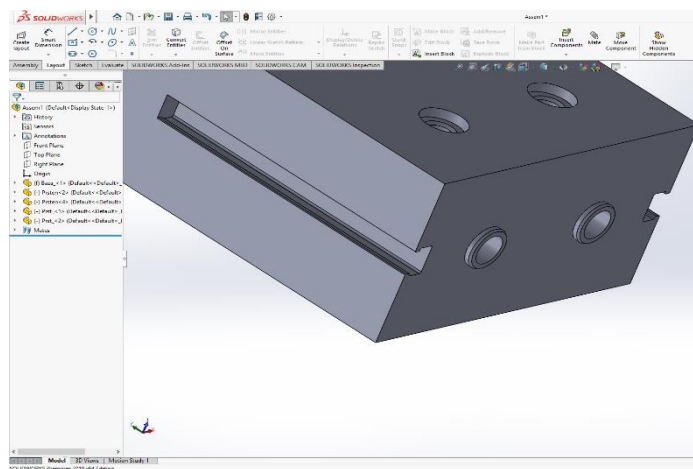
Pomoću funkcije „Mate“ spajamo prstene na bazu.



Slika 4.33. Odabir komponenti za funkciju „Mate“

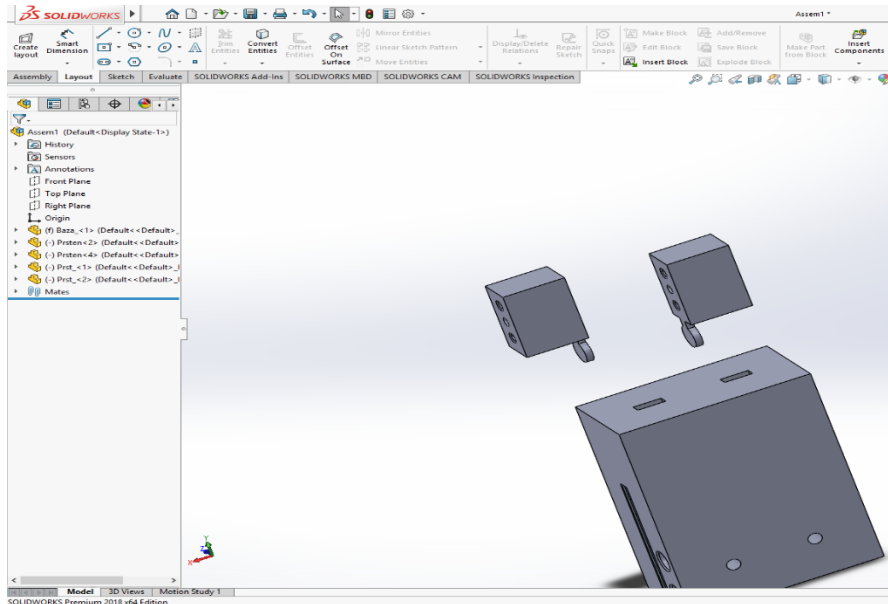


Slika 4.34. Odabir površina za funkciju „Mate“

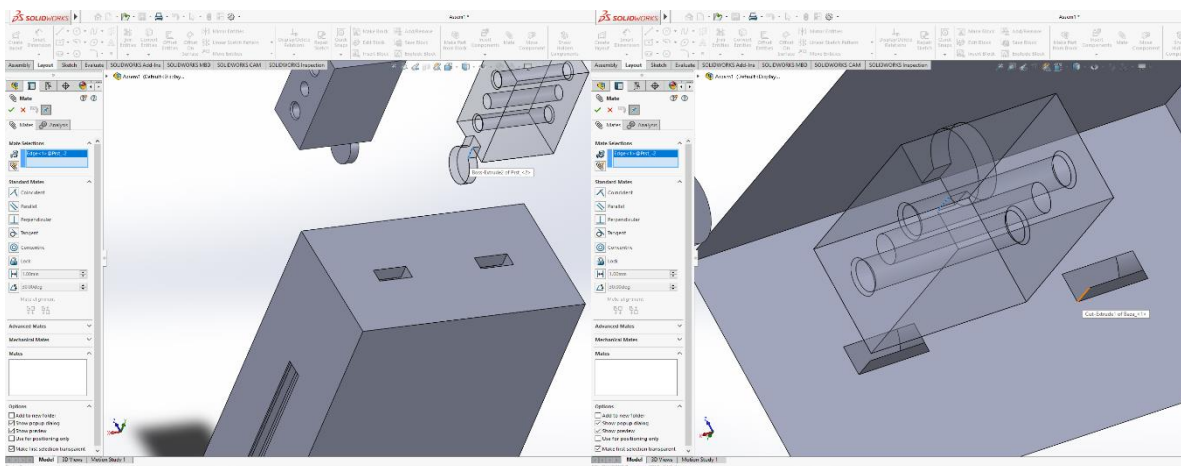


Slika 4.35. Ostvarena veza pomoću funkcije „Mate“

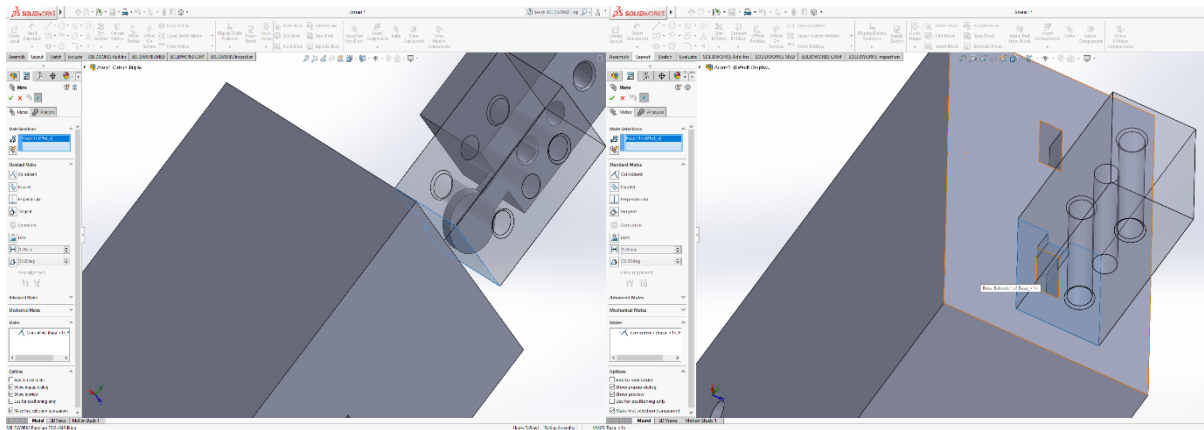
Također umećemo i spajamo prste na bazu.



Slika 4.36. Umetanje prstiju prihvatnice



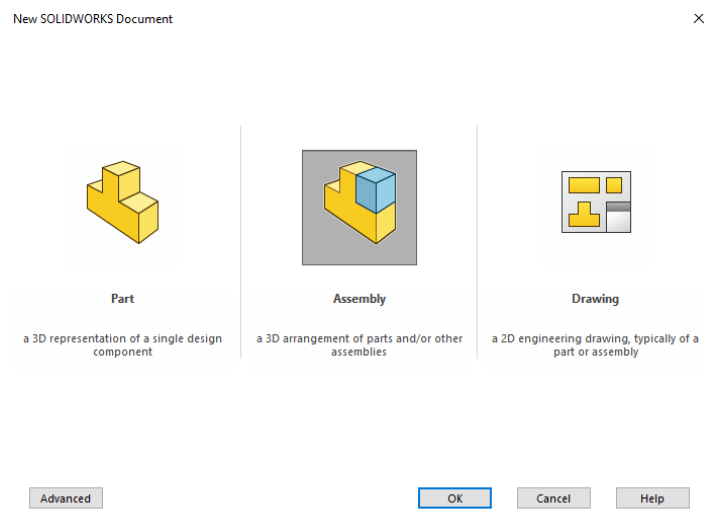
Slika 4.37. Odabir površina za funkciju „Mate“



Slika 4.38. Ostvarena veza pomoću funkcije „Mate“

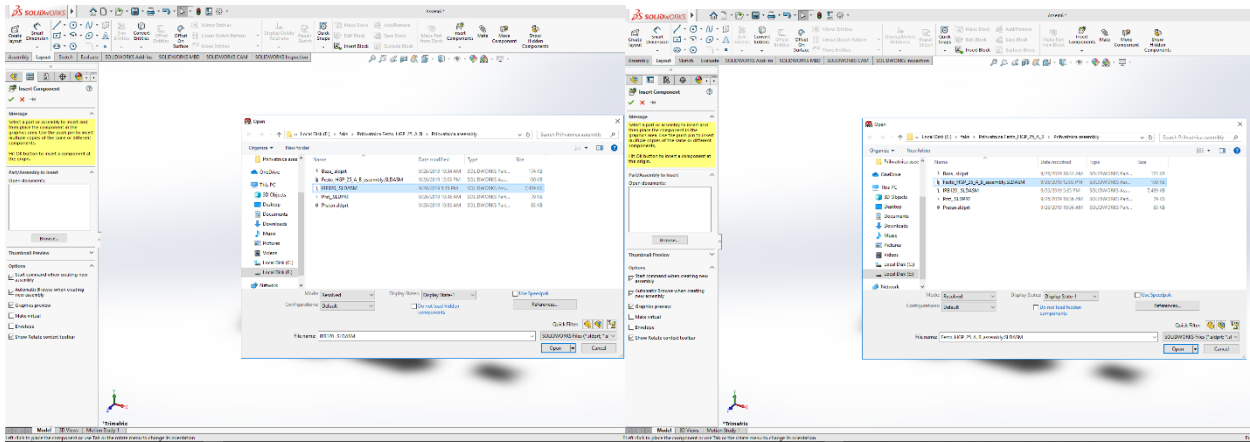
4.2.5. Stvaranje sklopa CAD modela robota ABB IRB120 i izrađene prihvatnice

Kreiramo novu datoteku u SolidWorksu, sklop prihvatnice i robotske ruke.



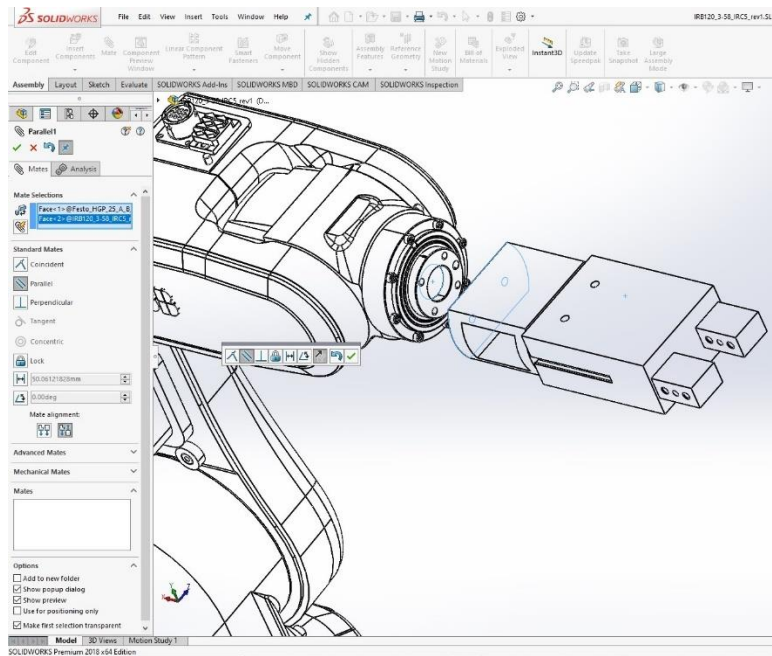
Slika 4.39. Kreiranje novog sklopa (eng. *Assembly*)

Importamo robot i prihvatnicu.



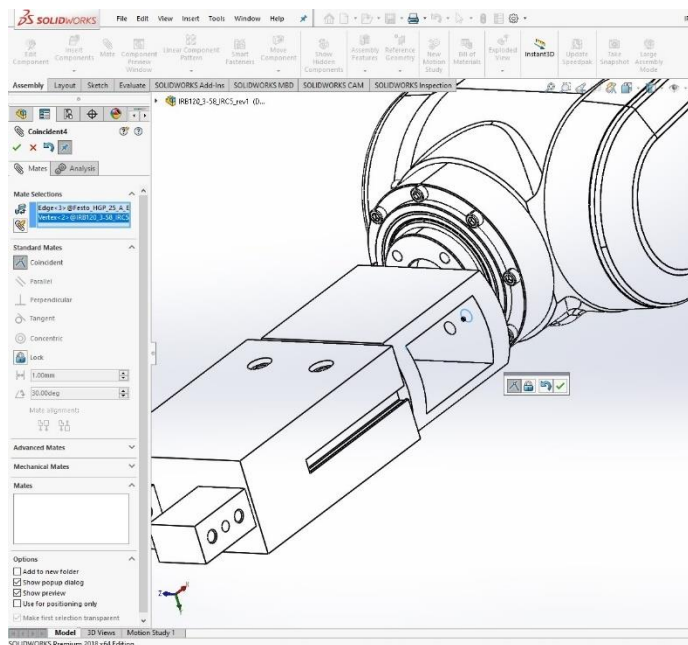
Slika 4.40. Uvoz podsklopa prirubnice i podsklopa robota

Da budemo sigurno da je prihvatnica paralelna sa prirubnicom, koristimo paralelnu vezu (eng. *Parallel Mate*).

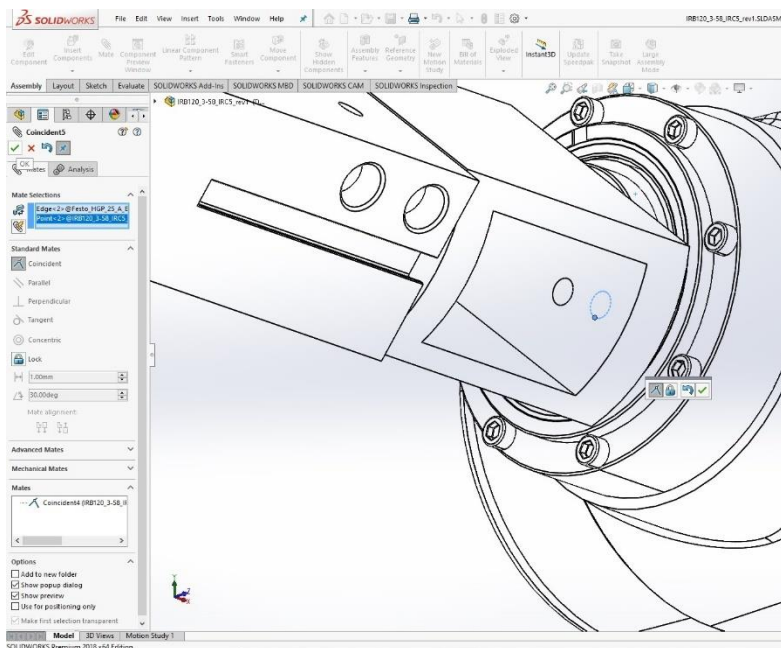


Slika 4.41. Paralelna veza (eng. *Parallel Mate*)

U sljedećim koracima ćemo dovršiti povezivanje prihvatnice i robotske ruke. Prvo pozicionirano prihvatnicu u sredinu kruga na robotskoj ruci sa vezom „*Concentric Mate*“, a zatim u potpunosti definiramo položaj sa vezom „*Coincident Mate*“.

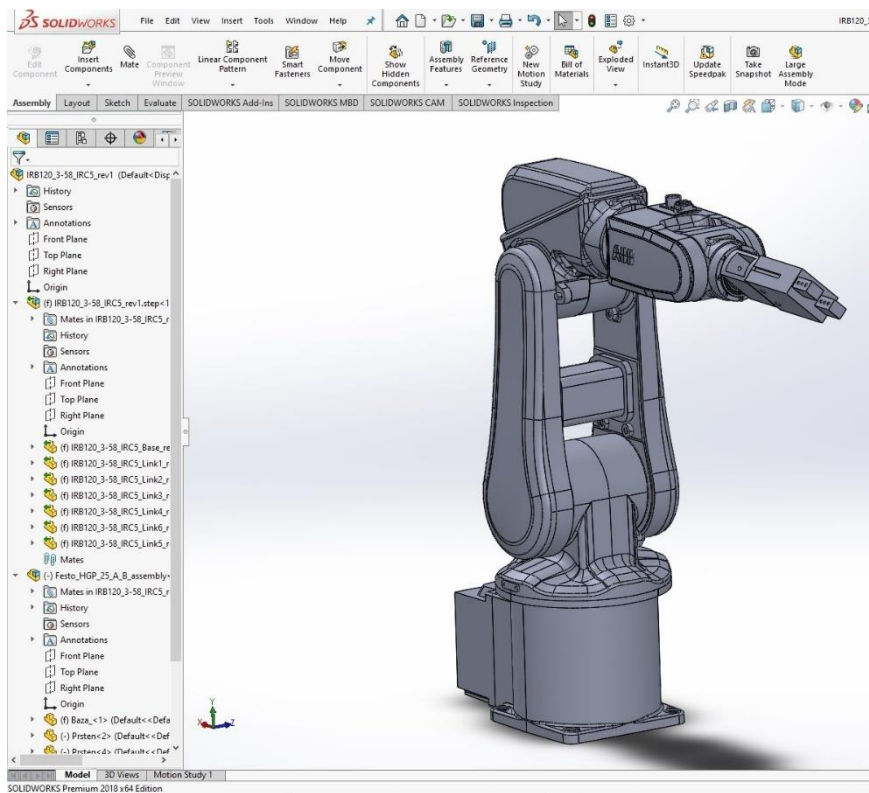


Slika 4.42. Veza „*Concentric Mate*“



Slika 4.43. Veza „*Coincident Mate*“

Robot i prihvatnica su uspješno spojeni, što znači da je prihvatnica ispravno konstruirana.



Slika 4.44. Sklop robota i prihvatnice

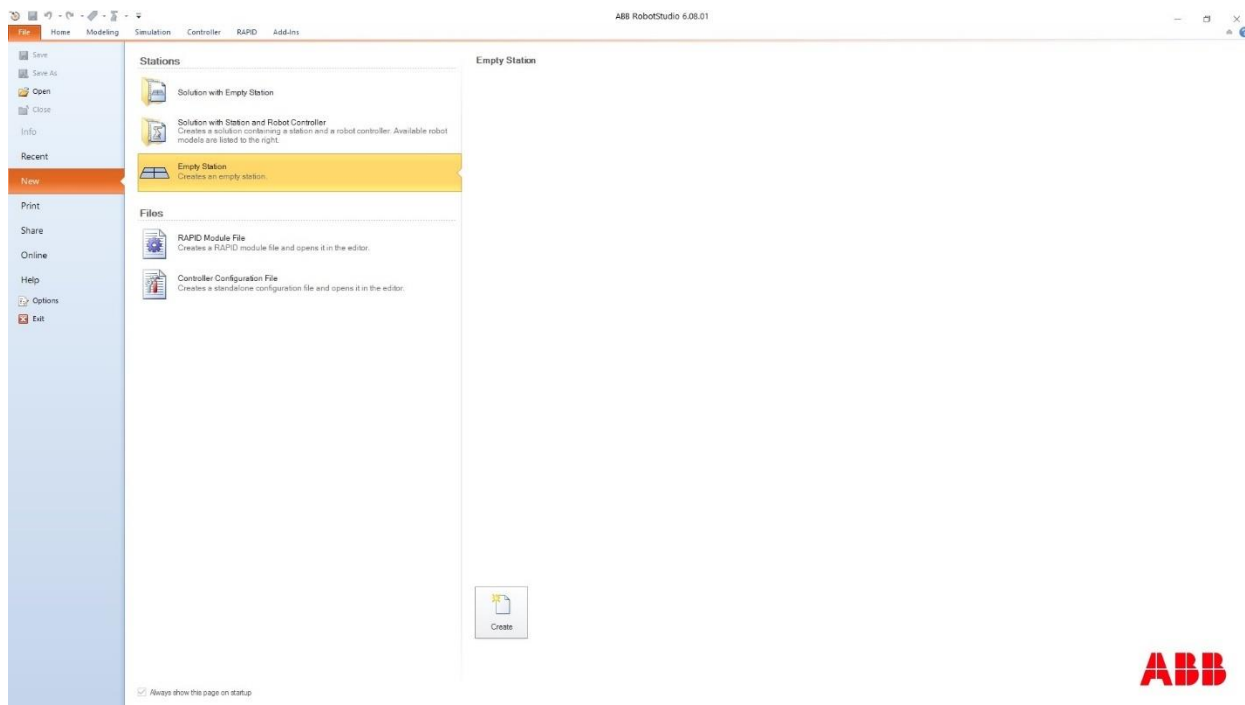
5. ABB Robot studio

5.1. Općenito o programu

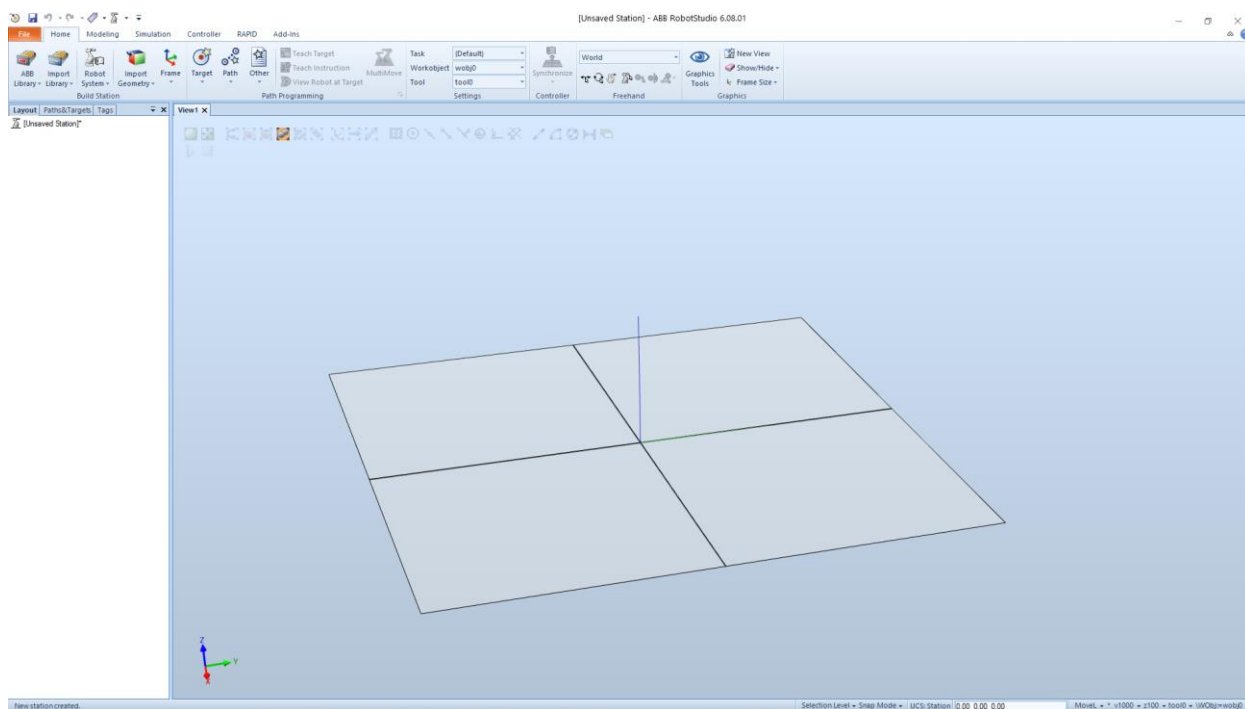
ABB (Asea Brown Boveri) je tvrtka nastala krajem 20. stoljeća, točnije 1989.godine. Nastala je spajanjem kompanija Asea i Brown Boveri&Cie. Asea je nastala u Švedskoj i proizvodila je električne instalacije i generatore, dok je BBC nastala u Švicarskoj i glavna djelatnost je bila prijenos električne energije. Nakon spajanja, poslovanje ABB-a je podjeljeno na dvije strukture koje se fokusiraju na dva centra smijera, Automatizaciju i Energetiku. Sada su jedna od vodećih firmi u svijetu i pokrivaju preko 70% robotske industrije, svakako u europskim okvirima najzastupljeniji. Zbog poboljšanja produktivnosti i bolje prezentacije rada njihovih proizvoda, razvili su softversko rješenje u vidu simulacije i offline programiranja.

Korištenje nezavisnog (offline) programiranja Virtual Robot Technology je isto kao i imati stvarnog robota na vašem računalu. ABB simulacije i offline programiranje softwera RobotStudio, dozvoljava da se izvrši programiranje robota na PC-u, u uredu bez zaustavljanja proizvodnje. Također omogućava da programi za robote budu pripremljeni unaprijed u slučaju povećanja sve ukupne proizvodnje. RobotStudio je točna kopija pravog softwera koji vodi robota u proizvodnji . Dakle, to dozvoljava vrlo realističnu simulaciju za izvođenje koristeći prave programe robota i konfiguracijske datoteke identične osnovnom modelu [19].

5.1.1. Programski preglednik



Slika 5.1. Početna stranica, izrada stanice



Slika 5.2. Prazna stanica, podloga za rad

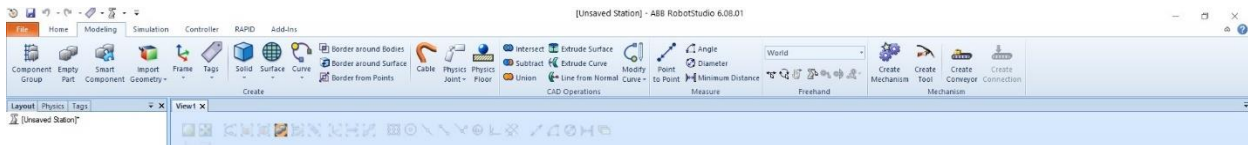
5.1.2. Home alatna traka



Slika 5.3. „Home“ alatna traka

- ABB Library – Služi za importanje ABB uređaja koji dolaze sa programom u stanicu
- Import Library – Služi za importanje nekog uređaja koji ne postoji u ABB libraryu, već ga se importa sa vašeg računala
- Robot System – Služi za odabir, te stvaranje robotskog sustava
- Import Geometry – Služi za importanje nekog vlastitog CAD modela u stanicu
- Frame – Pomoću opcije Frame, manipuliramo kordinatnim sustavom
- Target – Ovim alatom stvaramo targete koje će ciljati robot, odnosno prihvatnica
- Path – Opcijom Path stvaramo putanju u koju će se ubacivati instrukcije Move, Wait, Digitalni izlazi ... i sl.
- Tech target – stvaranje Targeta na trenutnoj koordinati prihvatnice ili robota u odabranom Workobjectu, te izabranim alatom (Tool). U tom slučaju se stvara target na koordinati alata.
- Synchronize – Pomoću opcije Synchronize, sinkroniziramo rad između virtualnog kontrolera(stanice), te vanjskog
- Freehand – Freehand se koristi za slobodno micanje objekata, te robota. Postoje razne opcije, translacija, rotacija, micanje određenog dijela robota itd...
- Graphic tools – pomoću graphic tools otvara se traka sa dodatnim mogućnostima korigiranja vizualiteta

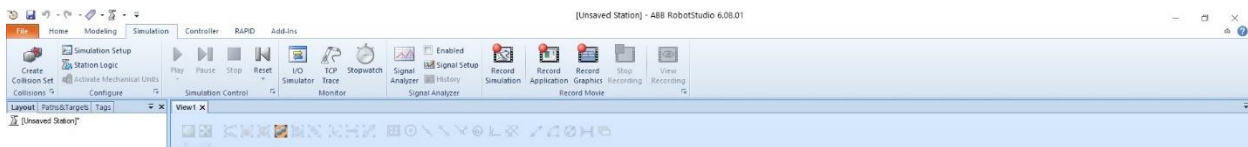
5.1.3. Modeling alatna traka



Slika 5.4. „Modeling“ alatna traka

- Create – u Create djelu se uglavnom svodi na konstruiranje objekata, vrlo se često koristi Import Geometry kojim se importa vlastiti CAD model nacrtan u programu koji je prilagođeniji za crtanje, te se do rezultata dođe brže nego u Robot studiu. Create Solid se koristi za jednostavnija geometrijska tijela, kocka, stožac, valjak i slično, odredi se koordinata, te dimenzije stranica
- CAD Operations – Operacije kojima se oblikuju stvoreni objekti
- Measure – Measure alatima se mjere dimenzije objekata
- Freehand – micanje objekata po principu „uhvati koordinatnu os, te vuci objekt po toj osi
- Mechanism – Mechanism alatima se iz modeliranih ili importanih objekata stvaraju, te konfiguriraju mehanizmi, prihvatnice kao alati i slično.

5.1.4. Simulacijska traka



Slika 5.5. Simulacijska traka

- Configure – konfiguriranje simulacije te signala, da bi se određena radnja u kodu, prikazala radnju u simulaciji. Naprimjer, signal za zatvaranje mehaničke hvataljke također primi, te nosi objekt, kao što bi očekivali u realnom sustavu.
- Simulation Control – Kontroliranje simulacije, odnosno, početka, kraja, trajanja, ponavljanja, te brzine simulacije
- Monitor – Monitoring uključivanja i isključivanja akcija koje se provode u simulaciji
- Signal Analyzer – Služi za analiziranje kvalitete signala, upozorenje, te eventualni otklon smetnji
- Record Movie – Record sekcija omogućuje jednostavno i brzo snimanje simulacije od momenta kada se stisne Play pa do Stop.

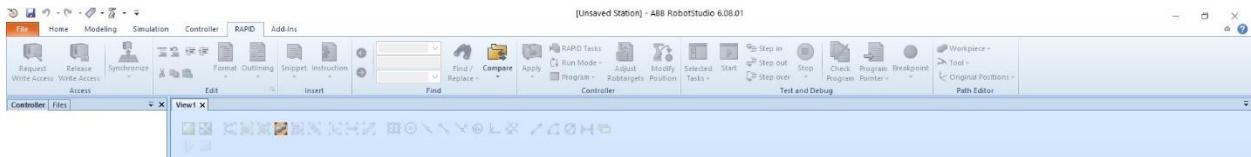
5.1.5 . Controller alatna traka



Slika 5.6. „Controller“ alatna traka

- Add Controller – Omogućuje dodavanje virtualnog kontrolera ili konekcija na vanjski kontroler
- Acces – Request Write Acces-om se traži dozvola za snimanje programa sa virtualnog kontrolera na vanjski kontroler, nakon snimanja na vanjski kontroler, Release-om se prekida dozvola, te se ništa dalje neće nasnimavati, niti će doći do kakve slučajne pogreške presnimavanja programa
- Controller tools – Restart opcija restartira kontroler, Backup snima kod, te pohranjuje na računalo, Input/output-om se konfiguriraju ulazi i izlazi
- Konfiguration – Konfigurira se kontroler, te load / save opcijama ubacuje te sprema već gotova konfiguracija za određeni kontroler
- Transfer – Transferom se stvara relacija između virtualnog i vanjskog kontrolera, te se šalje i prima rapid code, odnosno program

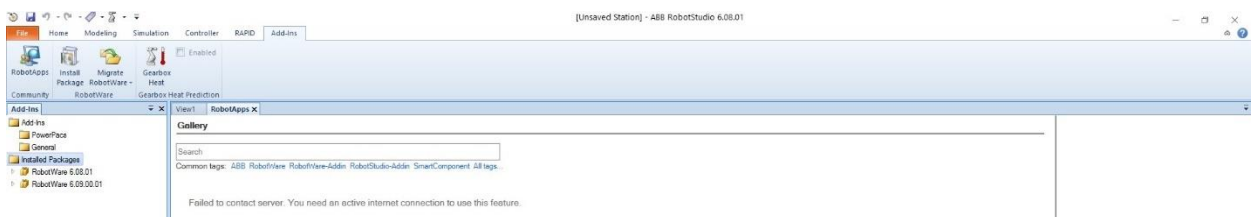
5.1.6. Rapid alatna traka



Slika 5.7. „Rapid“ alatna traka

- Access – Ostvarivanje dozvole za snimanje programa sa kontrolera na kontroler, te sinkronizacija kontrolera
- Edit – Editiranje rapid coda, vrlo je bitno provesti Auto format programskog jezika, da bi se tekst prilagodio formatu rapid coda (stvoreni razmaci i slično)
- Insert – Ubacivanje instrukcija u kod, sa nekog drugog programa
- Find – Traženje instrukcije u programu, te eventualno ispravljanje ili manipulacija copy/paste
- Compare – služi za usporedbu programa u virtualnom kontroleru, te vanjskom

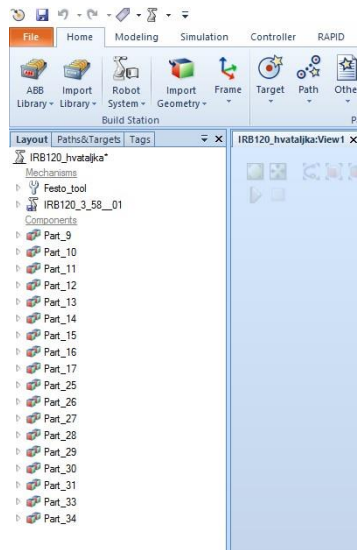
5.1.7. Add-ins alatna traka



Slika 5.8. „Add-ins“ alatna traka

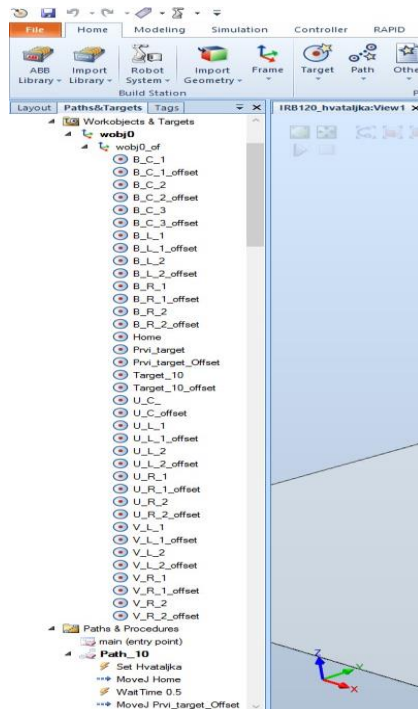
- Pomoću add-ins alata, u program se nasnimavaju te brišu proširenja za razne aplikacije. Naprimjer paket za varenje, ažuriranja i slično.

5.1.8. Layout, Paths & Targets trake



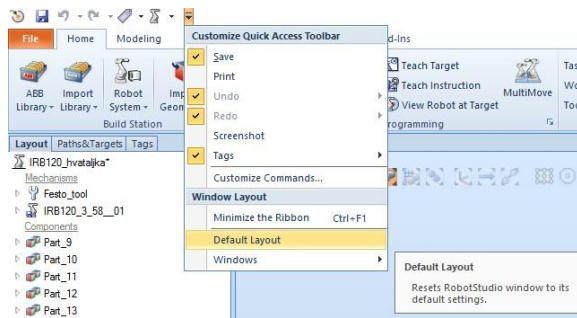
Slika 5.9. „Layout“ traka

- U Layout traci se nalaze Robotski sistemi, odnosno Mehanizmi, alati, stvoreni objekti.



Slika 5.10. „Paths & Targets“ izbornik

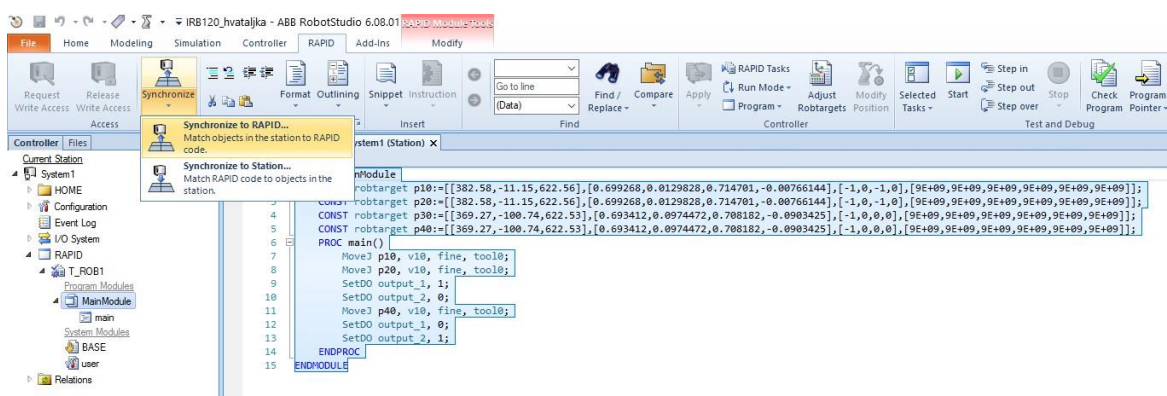
- U Paths&Targets traci se nalazi WorkObjects u koji se dodaju Targeti koje kasnije ubacujemo u Path te ih koristimo kao instrukcije pokreta od targeta do targeta popraćeno određenim akcijama, naprimjer definiranje digitalnih izlaza, vremenski delay prije sljedeće naredbe itd., odnosno putanju kojom će se robot kretati te izvršavati naredbe.



Slika 5.11. „Default Layout“ izbornik

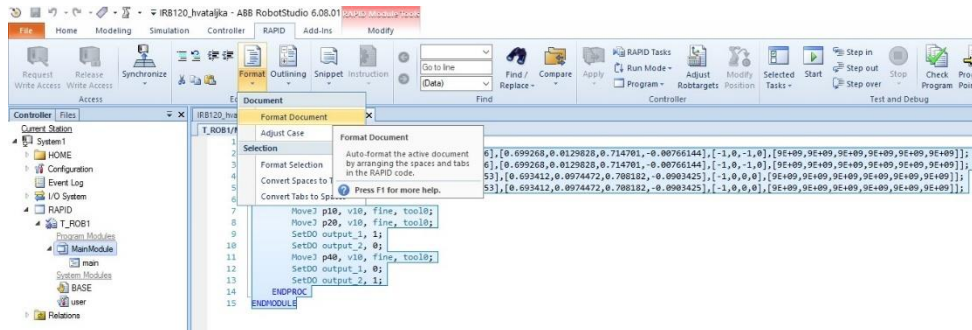
- Ukoliko izgubite koji prozor slučajnim odabirom (close), možete se vratiti na početnu postavku prozora, te nastaviti raditi bez nepotrebnog gubljenja vremena

5.1.9. Sučelje za izvoz programa u memoriju vanjskog kontrolera



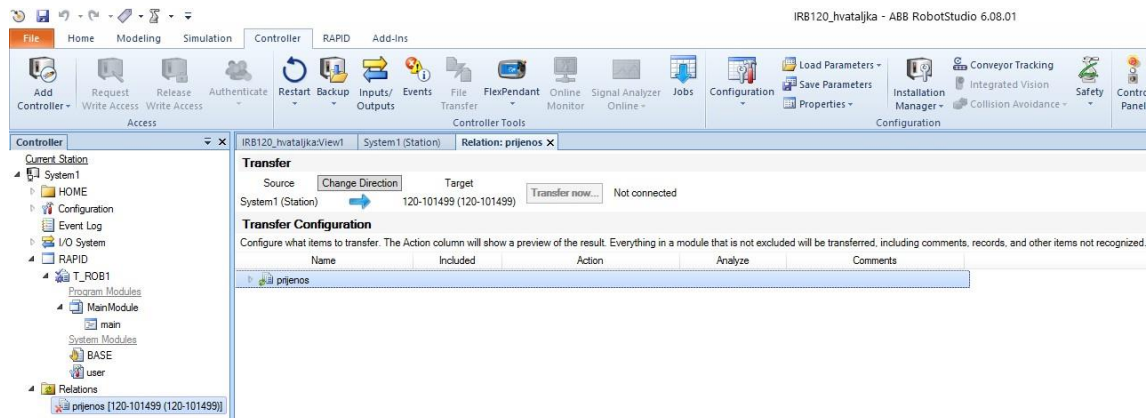
Slika 5.12. Sinkronizacija objekata u „rapid“ kod

- Da bi se putanja i objekti na vanjskoj stanici ponašali kao u virtualnoj simulaciji, bitno je virtualnu stanicu sinkronizirati u „*Rapid Code*“ koji će se kasnije upisati u vanjsku stanicu



Slika 5.13. Prilagodba tekstualnog programskog koda, za „*rapid*“ kod

- Da nebi došlo do preskakanja naredbi, te nepotpunog „*rapid*“ koda, obavezno se koristi alat „*Format Document*“ koji prilagođava sve razmake, i slično da ih stanica prepozna kao dio koda



Slika 5.14. Prijenos „*rapid*“ koda

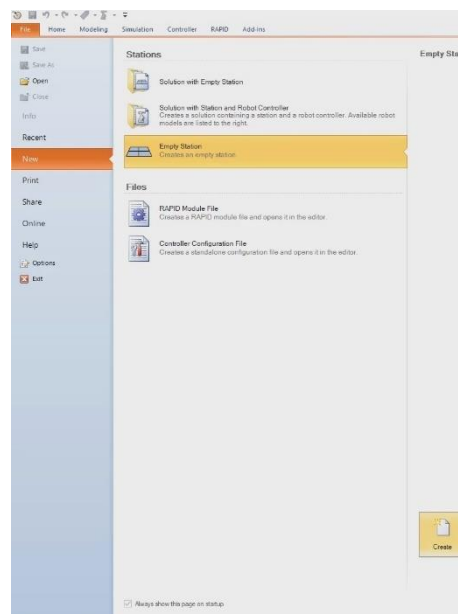
- Da bi ostvarili dozvolu za učitavanje programa u vanjsku stanicu ili sa vanjske jedinice, pomoću opcije Request Write Access tražimo dozvolu sa vanjske stanice. Na Tech

Pendantu se pojavi prozorčić u kojem stisnemo „Allow“ te ostvarimo dozvolu za manipulaciju programa vanjske stanice.

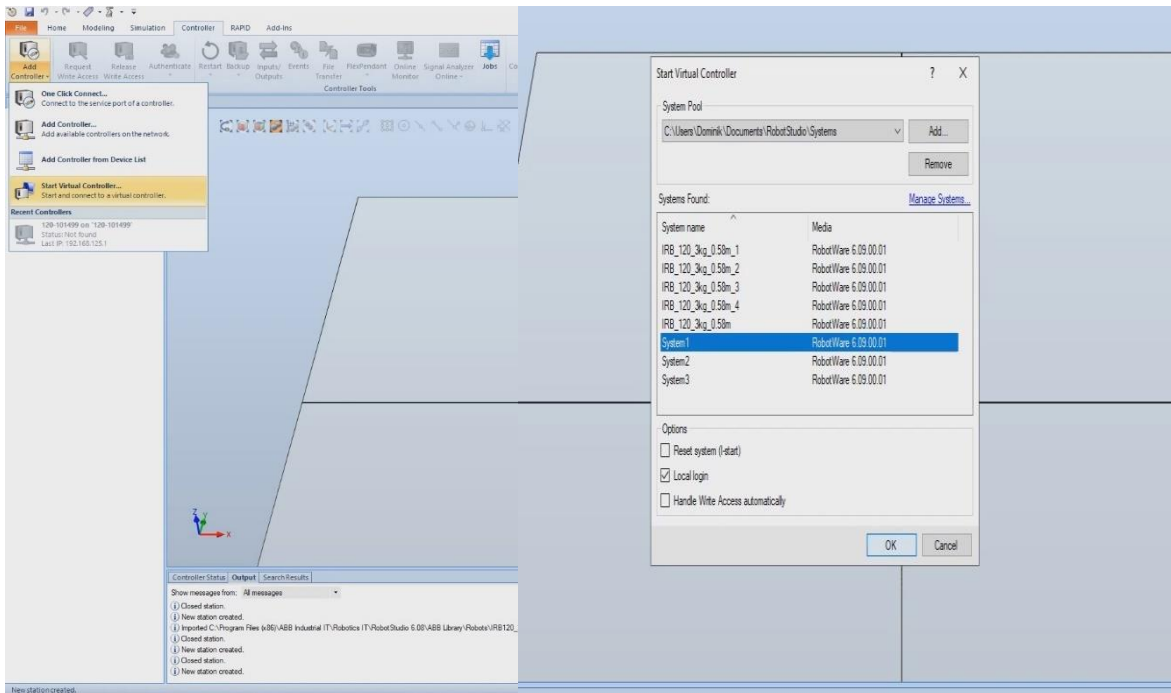
- U Transfer sekciji određujemo smjer slanja programskog koda, moguće je sa vanjske jedinice na virtualnu, te sa virtualne na vanjsku. Offline programiranje robota ABB IRB 120 sa razvijenom prihvatnicom Festo HGP_25_A_B

Robot Studio je program uz pomoć kojega se može izvršiti programiranje putanje rada robota. On je prilagođen za ABB robote. Pomoću ovog programskog alata može se projicirati grafičko i simulacijsko kretanje robota. Savršen je alat tijekom faze planiranja za izradu robotskog sistema. Prednost offline programiranja je priprema odnosno modifikacija postojećeg ili novog projekta iz ureda, bez stopiranja rada robota. Offline programiranje navedeno u završnom radu, popraćeno je i videom na linku [20], te snimkom robota kako izvodi program na linku [21].

5.2.1. Stvaranje robotske stanice, importanje robota te CAD modela prihvatnice, programiranje CAD prihvatnice kao mehanizam (alat)

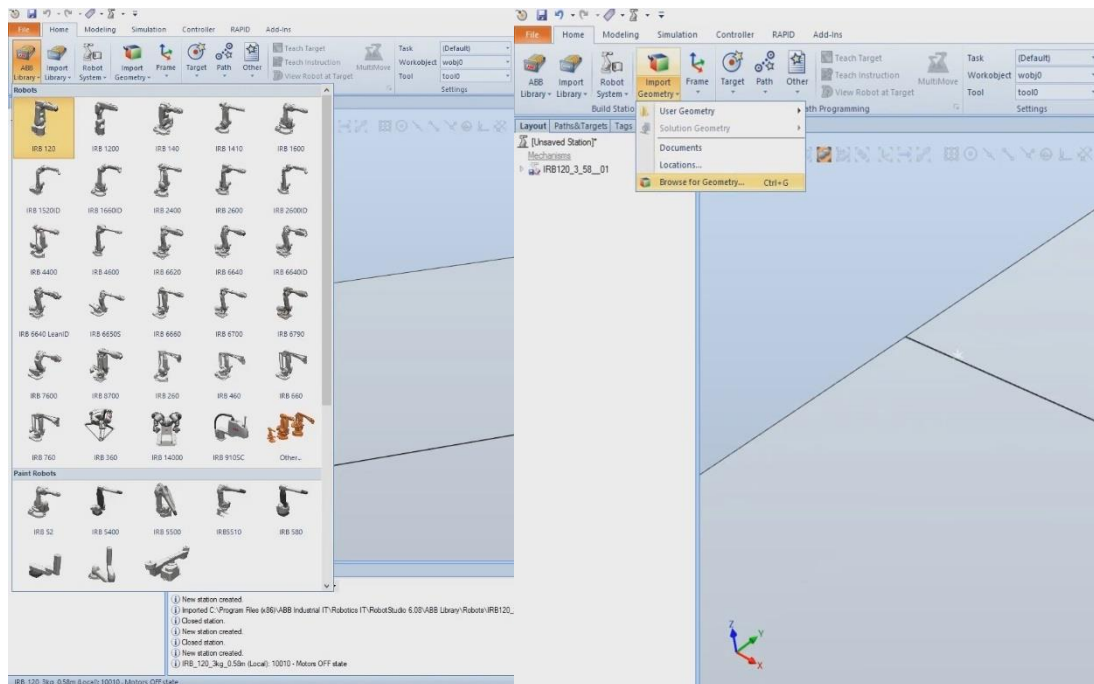


Slika 5.15. Stvaranje prazne stanice



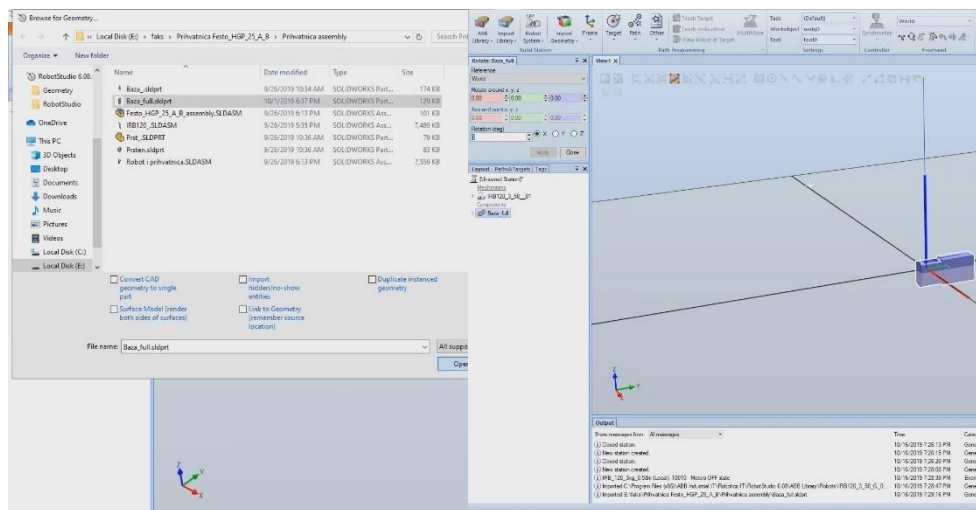
Slika 5.16. Pokretanje virtualnog kontrolera

- Pomoću virtualnog kontrolera, kontrolirati ćemo radnje robota, te kasnije izrađeni program poslati u vanjski kontroler



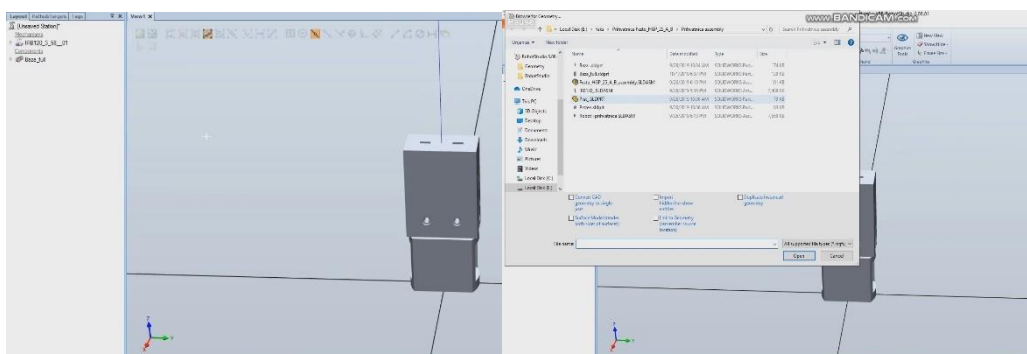
Slika 5.17. Ubacivanje robota IRB120, te CAD model prihvatnice

- Iz ABB biblioteke izabiremo robota sa kojim ćemo raditi, a pomoću Browse for Geometry importamo konstruirani CAD model prihvatnice.
- Prvo uvezemo 3D model baze, a zatim 3D model prsta prihvatnice. Razlog tome je da bi svaki prst bio zaseban tako da bi kasnije konfigurirali prihvatnicu kao mehanizam koji će imati mogućnost manipulacije svakim prstom zasebno



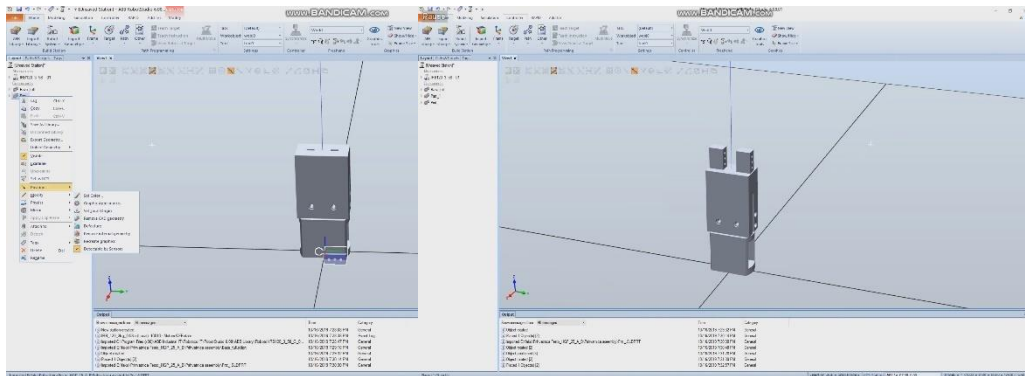
Slika 5.18. Uvoz baze i pozicioniranje

- Nakon uvoza, bitno je da pozicioniramo bazu tako da središte koordinatnog sustava bude na sredini pribornice koja će se kasnije zakačiti na robot



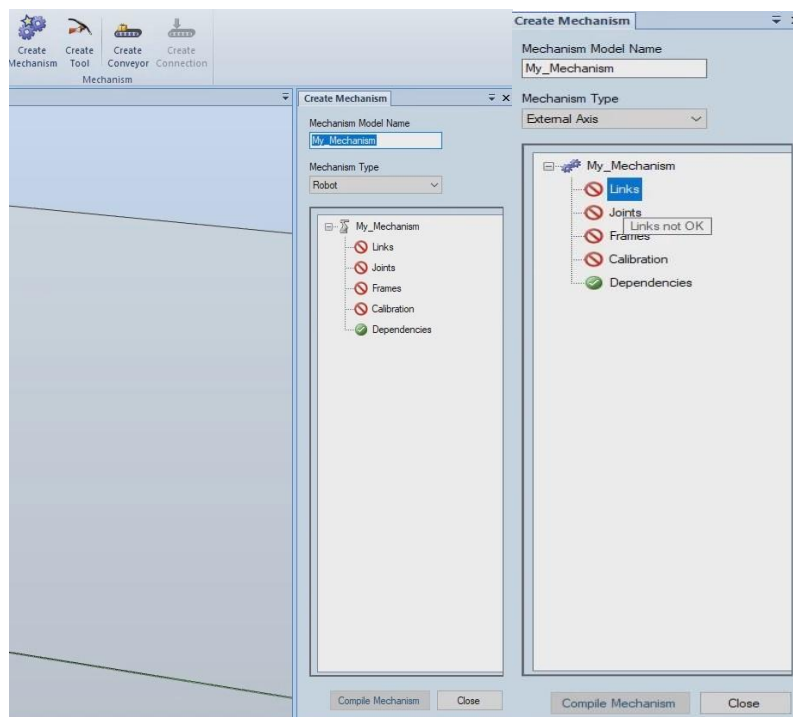
Slika 5.19. Pozicionirana baza i ubacivanje prsta

- Prste treba pozicionirati na bazu tako da budu unutar utora.

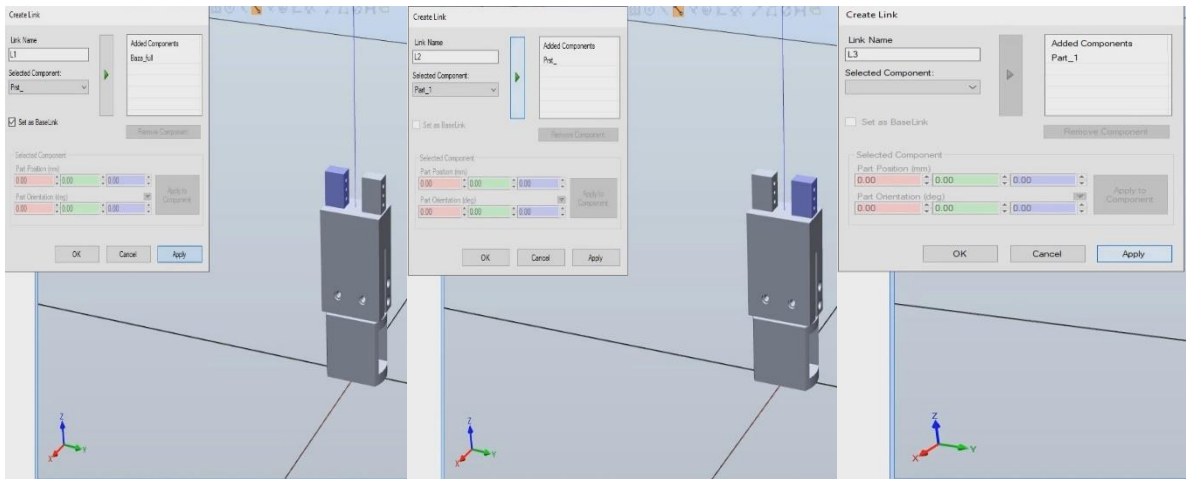


Slika 5.20. Pozicioniranje prsta, kompletirana prihvatnica

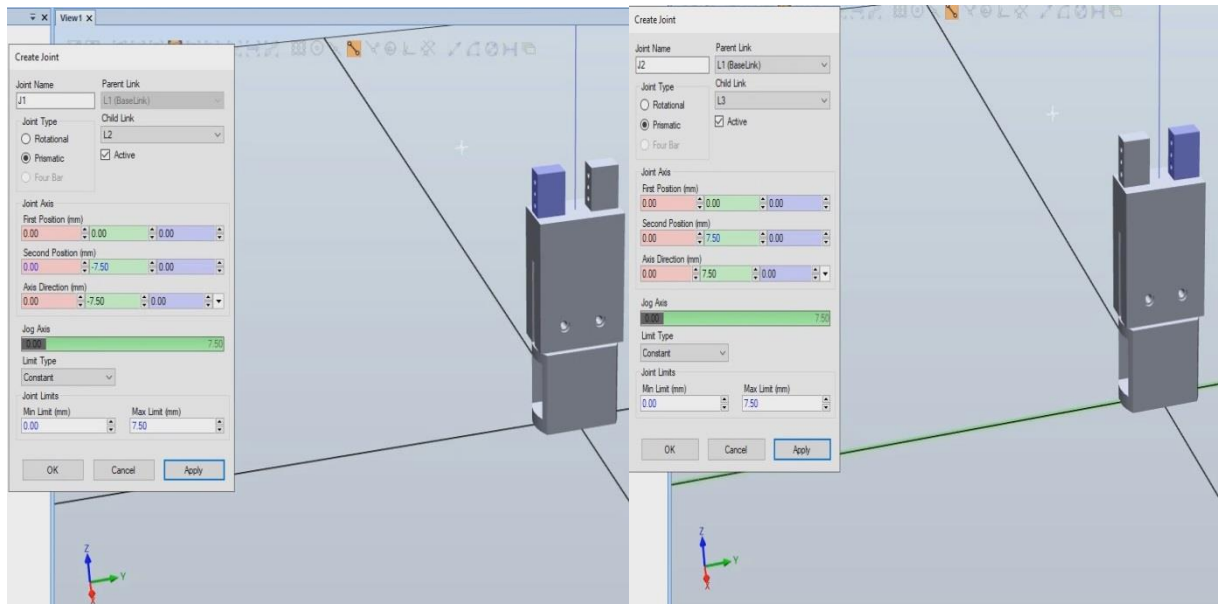
- Pošto je baza usredištu koordinatnog sustava, a prsti u utorima, sve je spremno za kreirati mehanizam (alat, hvataljku)



Slika 5.21. Odabir tipa mehanizma External Axis

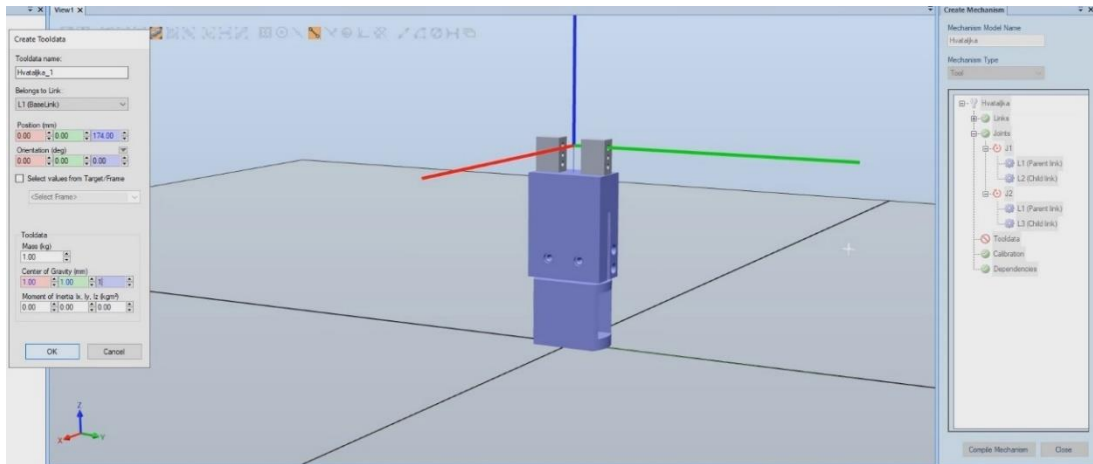


Slika 5.22. Kreiranje linkova koji se odnose na bazu, lijevi i desni prst

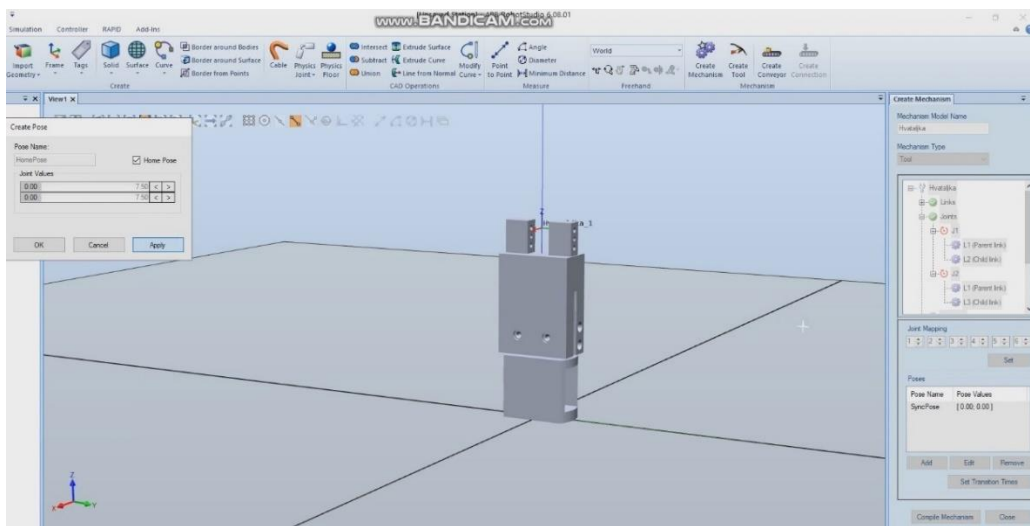


Slika 5.23. Create Joint

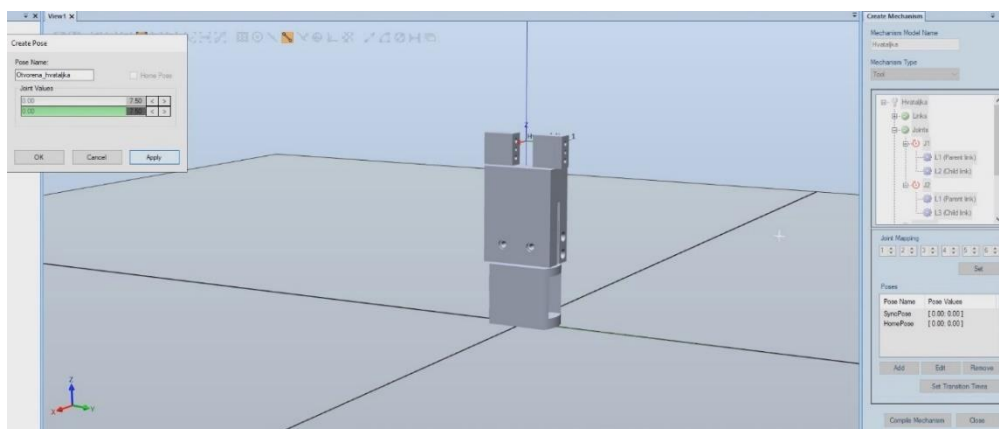
- kreiranje jointa, odnosno konfiguriranje prstiju da se miču po y osi
- minimalni pomak po osi je 0 mm, a maksimalni 7.5 mm
- lijevi prst se miče -7.5 mm, a desni 7.5 mm po y osi



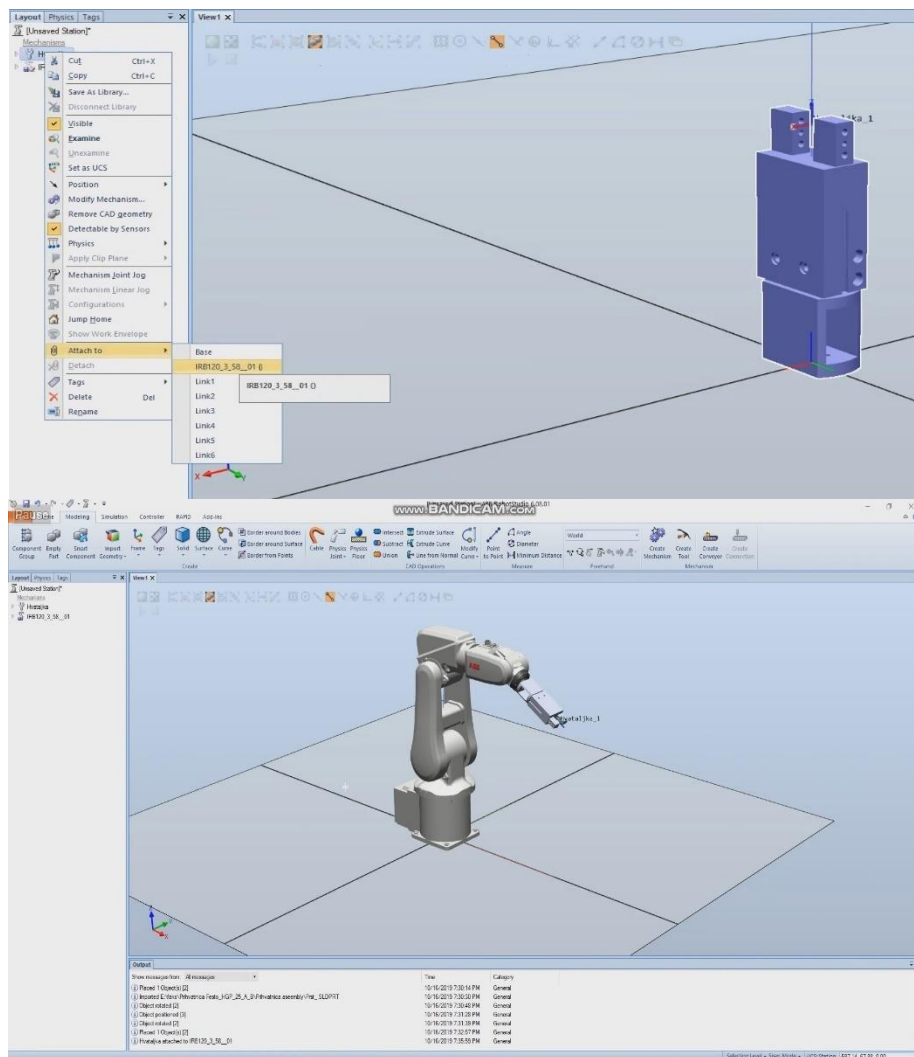
Slika 5.24. Konfiguriranje mehanizma kao „Tool“



Slika 5.25. Konfiguriranje „Home“ početnog položaja, odnosno zatvorene hvataljke

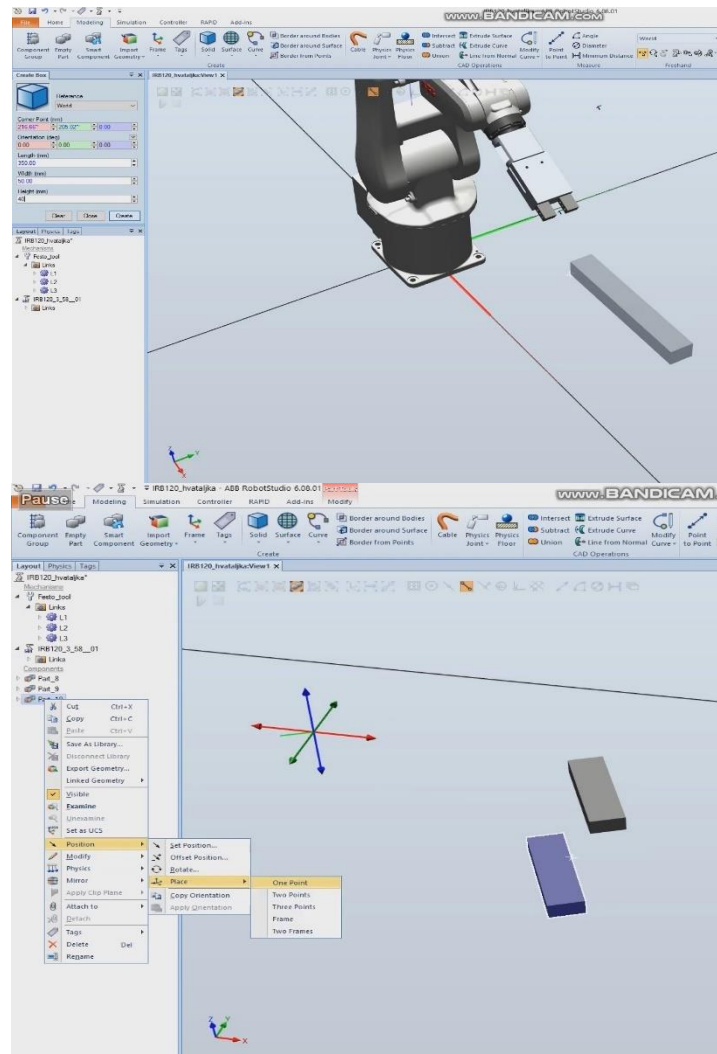


Slika 5.26. Konfiguriranje položaja otvorene hvataljke



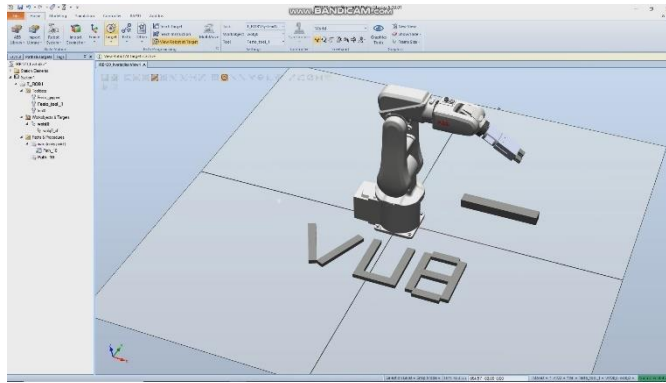
Slika 5.27. Spajanje prihvatnice sa robotom

5.2.2. Programiranje robota da miče letvice sa trake na površinu u format VUB

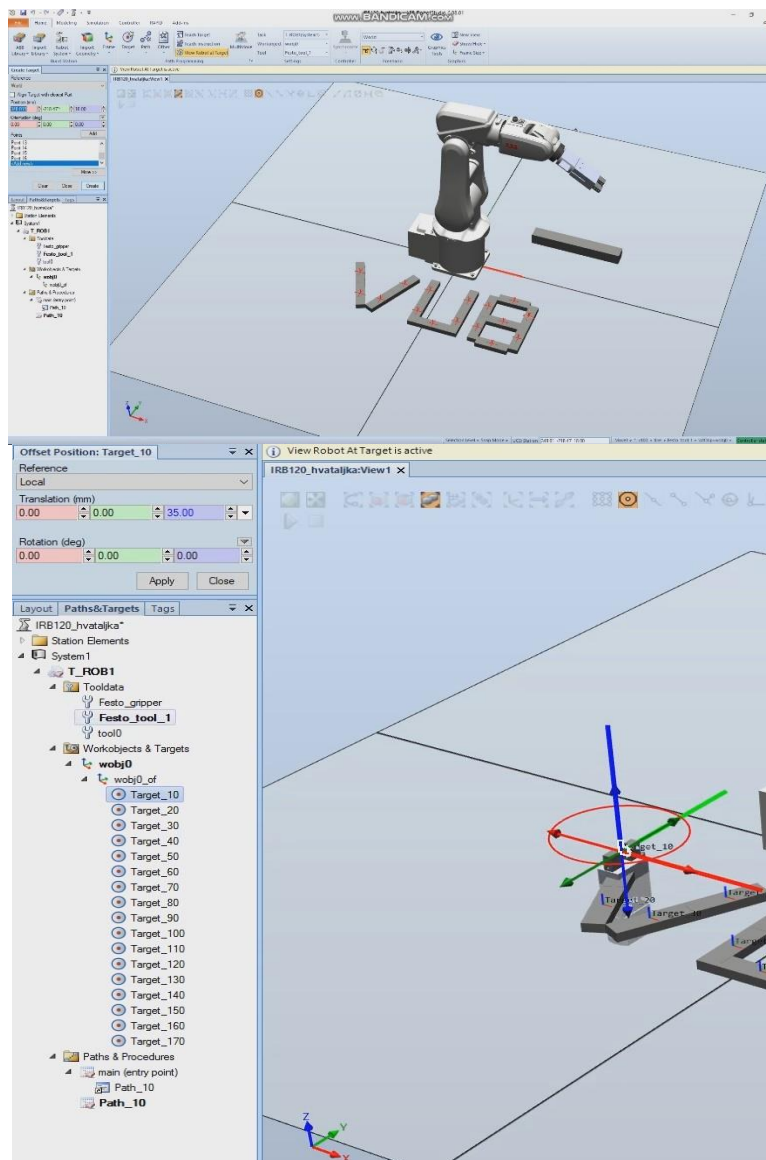


Slika 5.28. Kreiranje letvice, te pozicioniranje u formaciju VUB

- Kreiramo letvice dimenzija 120x35x18 u milimetrima
- Pomoću alata za pozicioniranje mičemo letvice po koordinatnom sustavu



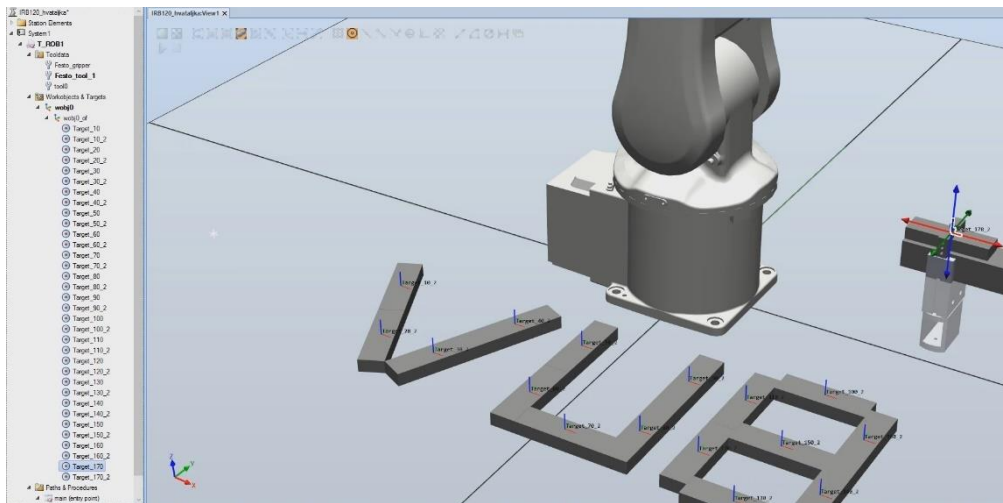
Slika 5.29. VUB formacija letvica



Slika 5.30. Kreiranje meta i pomaka po osima

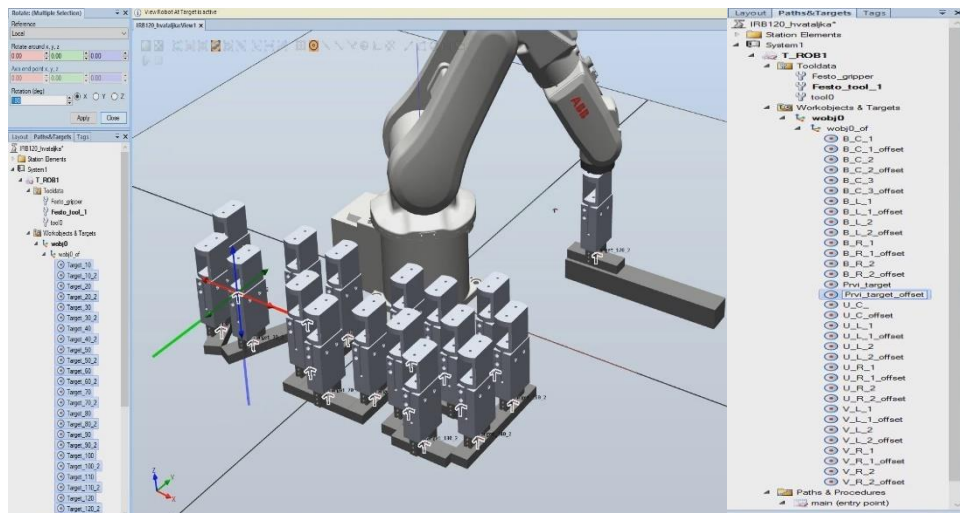
Opcijom „*Create Target*“ kreiramo mete na središtu gornje površine letvica

- Pomičemo mete po Z osi opcijom „*offset*“ za 35mm

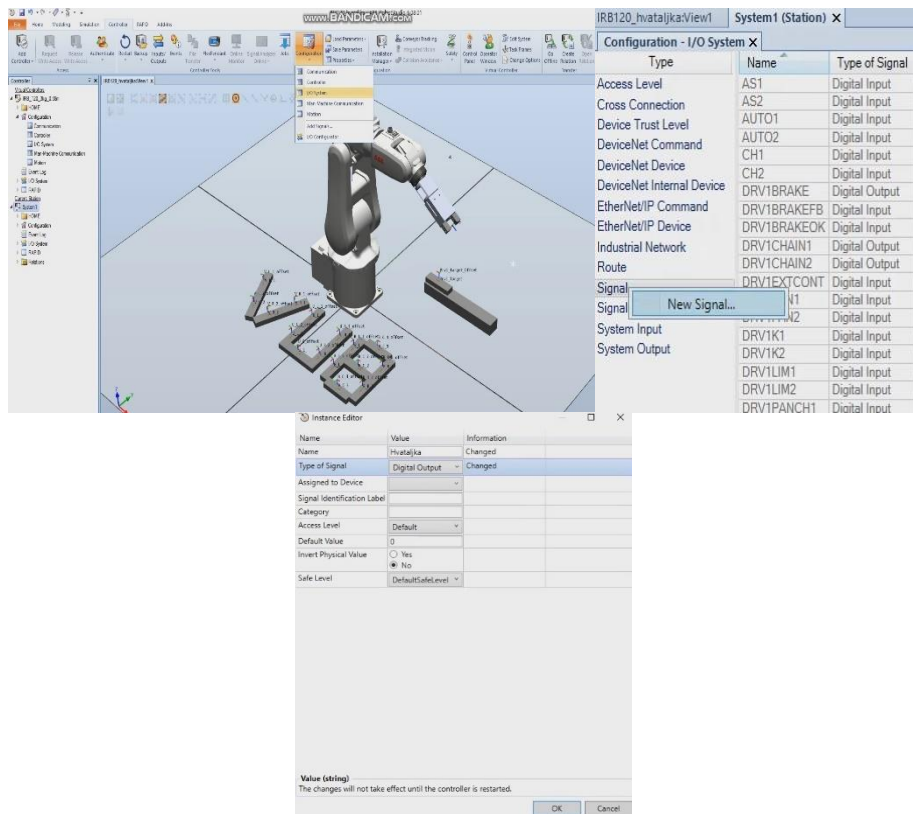


Slika 5.31. Copy / Paste targeta

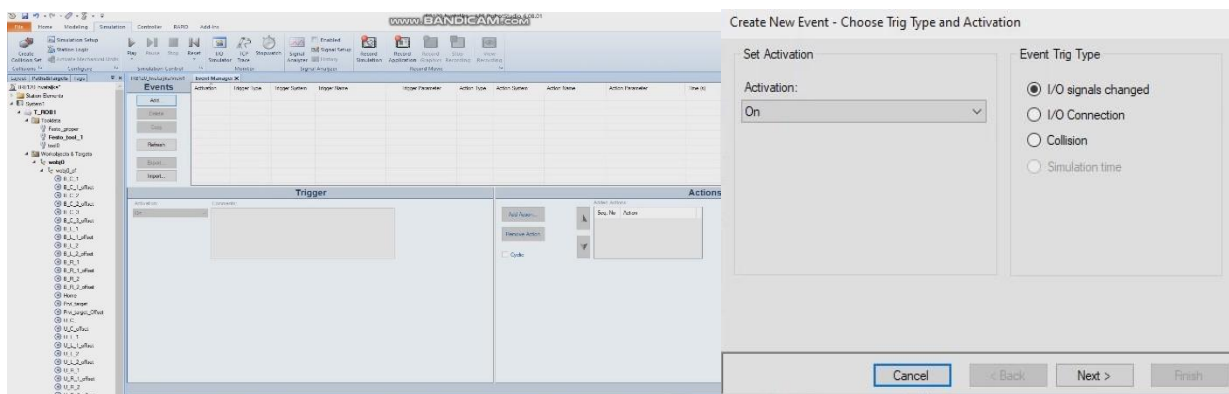
- Pomoću „*copy/paste*“ stvaramo identične targete koje ćemo koristiti kao „*offset target*“



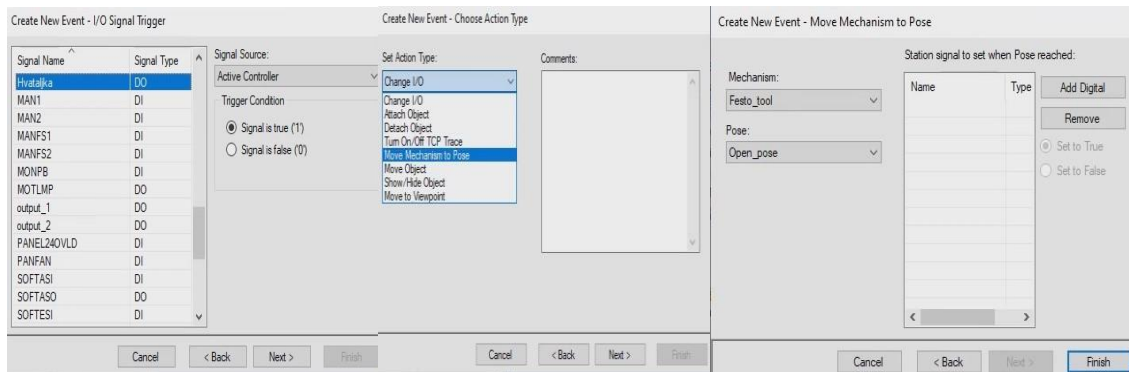
Slika 5.32. Mijenjanje imena letvica



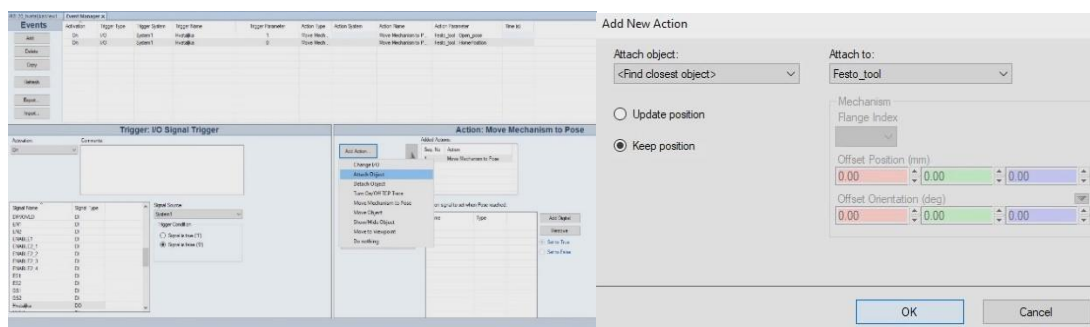
Slika 5.33. Konfiguriranje digitalnih izlaza za hvataljku



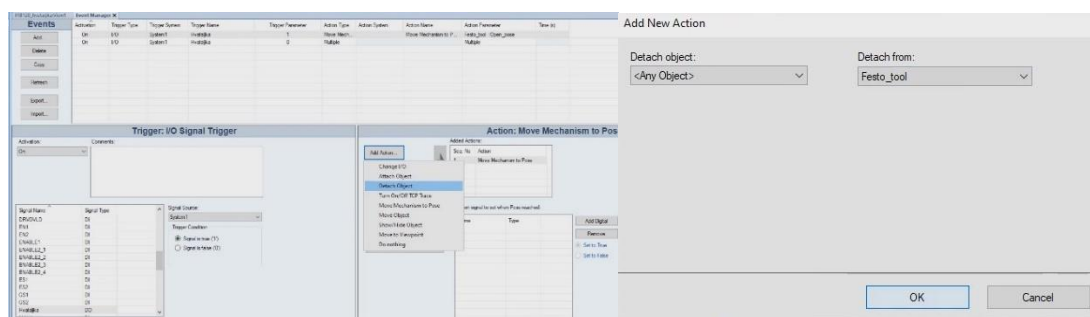
Slika 5.34. Konfiguriranje simulacije



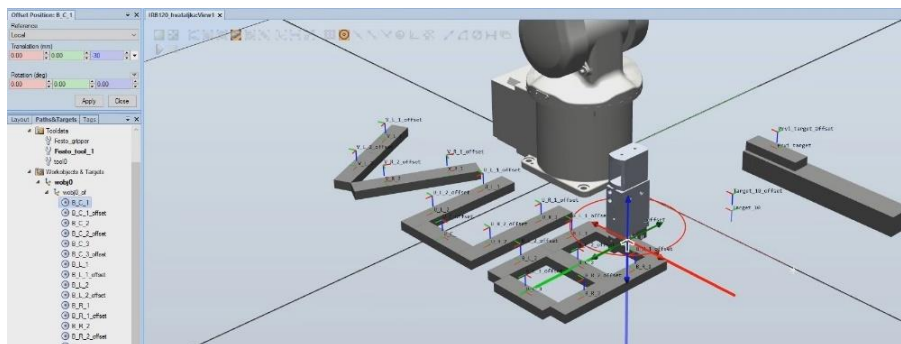
Slika 5.35. Konfiguriranje akcija digitalnih izlaza



Slika 5.36. Dodavanje akcije Attach object na digitalni izlaz hvataljke

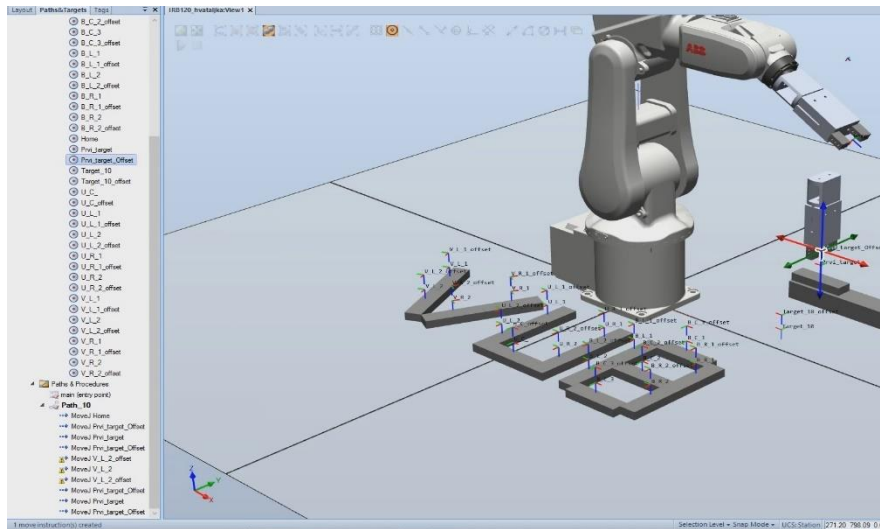


Slika 5.37. Dodavanje Detach akcije na digitalni izlaz hvataljke



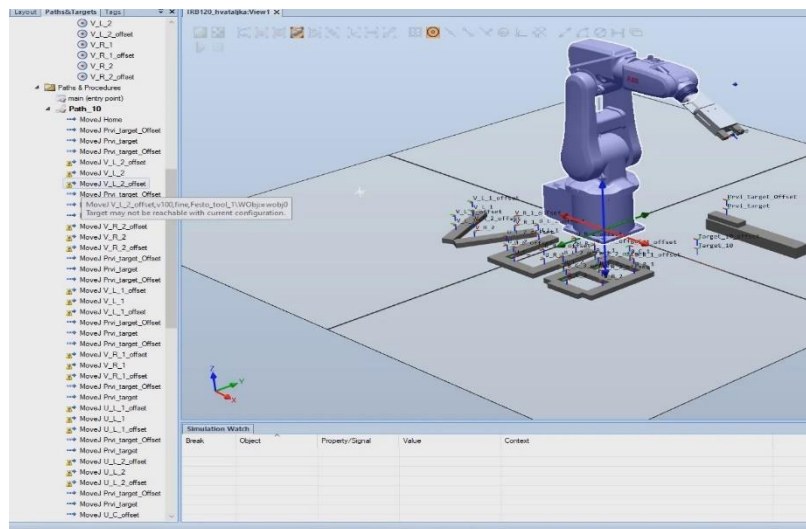
Slika 5.38. Offset

- Offset po Z osi za -30mm da izbjegnemo prihvat objekata



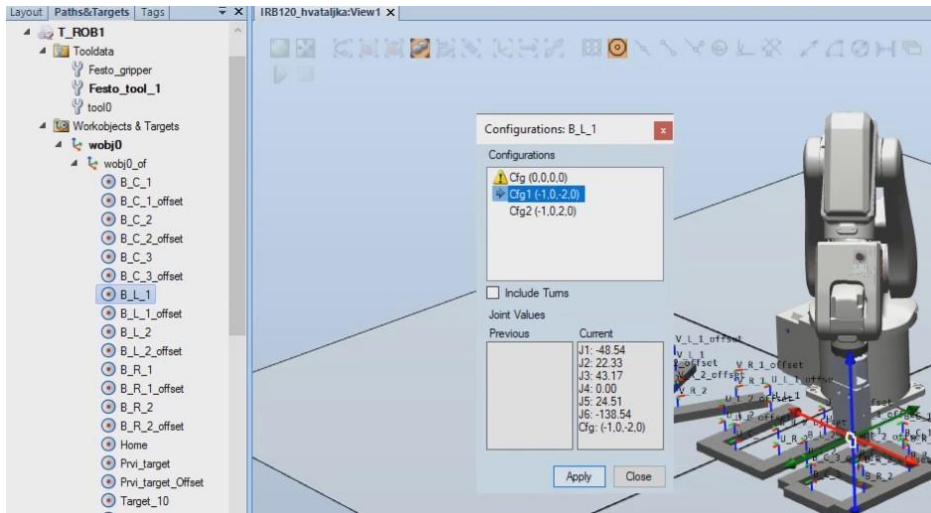
Slika 5.39. Stvaranje putanje robota

- „*Drag and drop*“ pristupom ubacujemo mete u path_10 (putanju), redosljedom kojim će se robot kretati

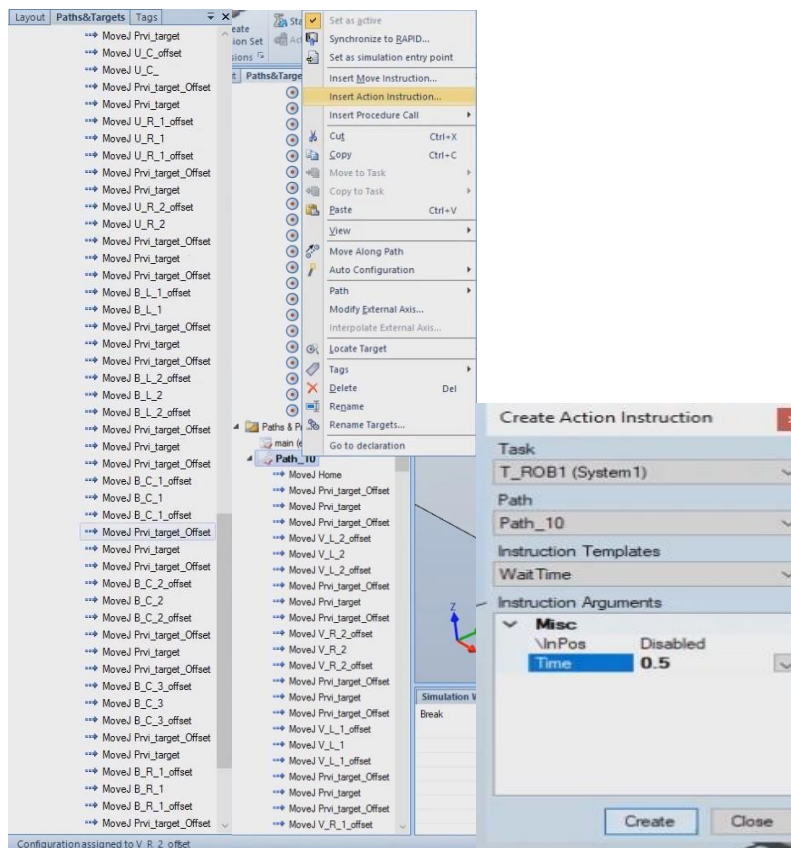


Slika 5.40. Konfiguracija putanje robota

- Žuti uskličnik nas upozorava da robot ne može izvesti kretnju konfiguracijom koja je trenutno postavljena. Moramo ući u postavke mete, te promijeniti konfiguraciju.

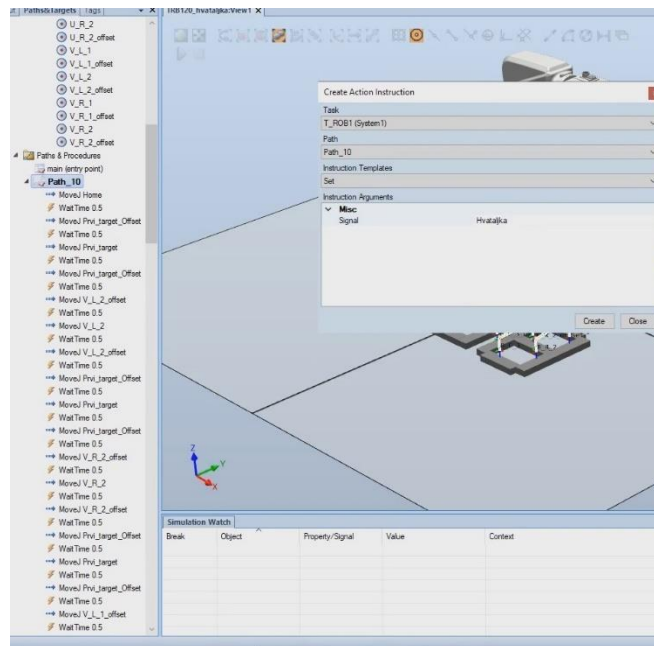


Slika 5.41. Konfiguriranje putanje meta



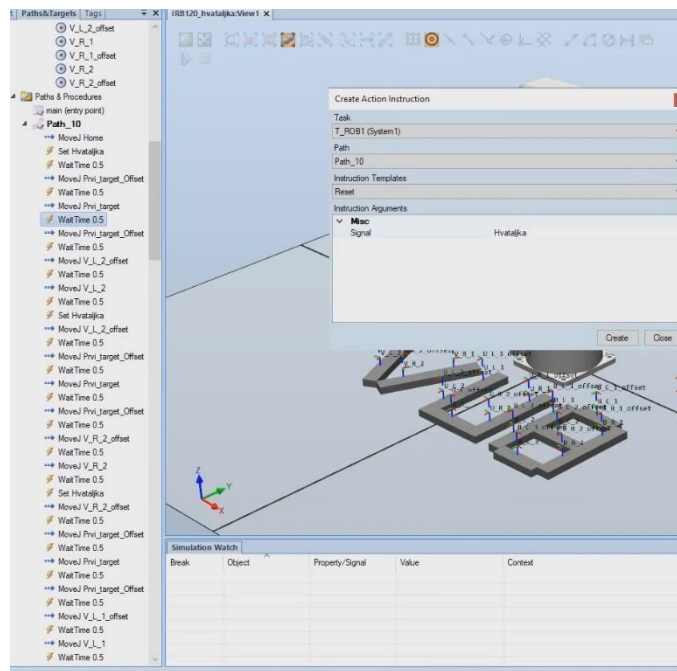
Slika 5.42. Ispravne putanje, dodavanje naredbe „Wait time“

- Naredbom „Wait time“, robot će prije sljedećeg zadatka pričekati 0.5 sekunde
- U polje možemo upisati vrijeme u jedinici sekunde



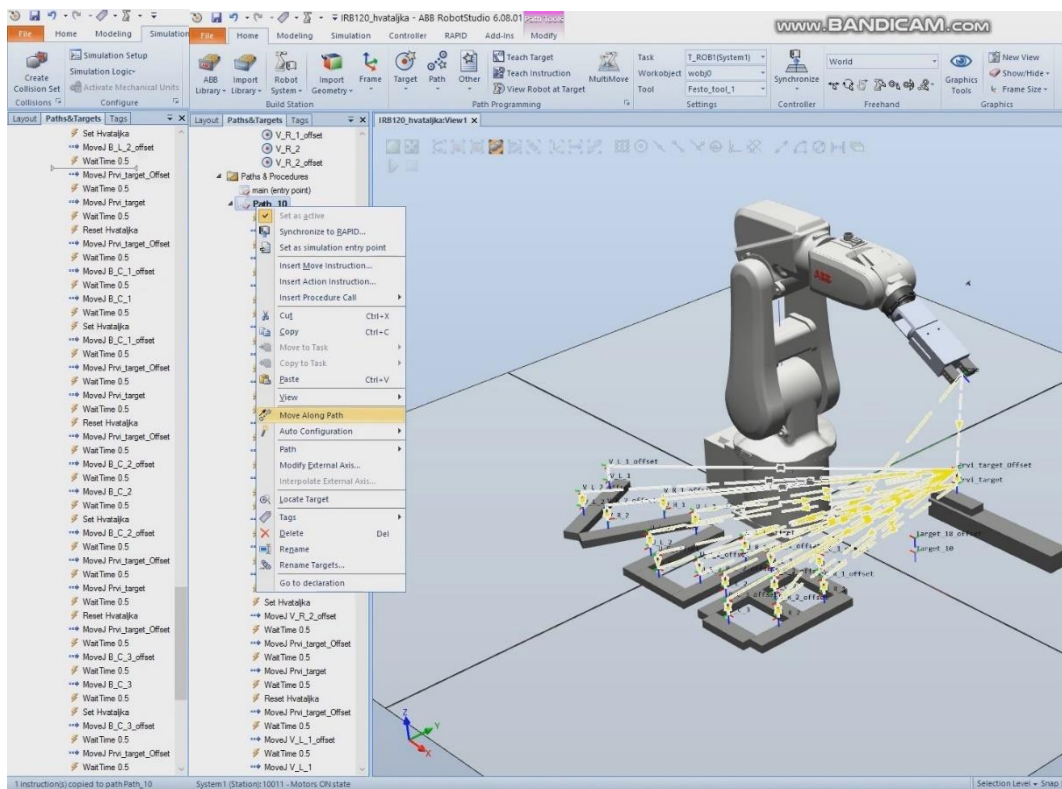
Slika 5.43. Create Signal _Set Hvataljka

- „Set Hvataljka“ je instrukcija koja uključuje digitalni izlaz Hvataljka u vrijednost 1
- Prilikom postavljanja instrukcije Hvataljka, ista se postavlja u otvorenu pozu



Slika 5.44. Create Signal_Reset Hvataljka

- Instrukcija „Reset Hvataljka“ stavlja digitalni izlaz u stanje 0, pri čemu se hvataljka vraća u zatvoren položaj



Slika 5.45. Pomak duž putanje (eng. *Move Alog Path*)

- Instrukcijom „*Move Along Path*“ pokrećemo program, odnosno putanju kojom se robot kreće te izvršava postavljene instrukcije

7. Zaključak

Logičan nastavak unaprijeđenja tehničkih rješenja u cilju automatizacije tehnoloških procesa u različitim industrijskim granama bio je uvođenje robota. Razvoj robotike je iniciran željom čovjeka da pokuša pronaći zamjenu za sebe, odnosno zamjenu koja bi imala mogućnost oponašanja njegovih svojstava u različitim primjenama, uzimajući u obzir i međudjelovanje s okolinom koja ga okružuje. Danas postoji veliki broj primjena u industriji gdje se roboti mogu efikasno upotrijebiti, od manipulacije i transporta materijala pa sve do procesnih operacija poput glodanja, bušenja, zavarivanja itd.

Također, upotrebom robota u industriji, smanjuje se ljudski faktor greške i vrijeme operacija se svodi na minimum pošto su roboti pouzdaniji i puno brži od čovjeka u poslovima koji su teški i dosadni.

ABB roboti su jedni od najprodavanijih u svijetu te se njihova primjena može naći u gotovo svakoj grani industrije: automobilska, farmaceutska, građevinska itd. Njihovim korištenjem u industriji direktno se utječe na produktivnost i kvalitetu procesa čime se njihovo korištenje isplati i u ekonomskim aspektima.

8. Literatura

- [1] <http://web.studenti.math.pmf.unizg.hr/~btrojko/semrac/generacije%20robotata.html>
- [2] Danijel Strmota, Upotreba industrijskih robota u FOS, Seminarski rad, Karlovac, 2012.
- [3] Tibor Šimunčić, Razvoj virtualnog modela robota za offline programiranje ABB serije
- [4] http://titan.fsb.hr/~zkunica/nastava/pms/roboti_manip.pdf
- [5] <https://repozitorij.vuka.hr/islandora/object/vuka%3A115/datastream/PDF/view>
- [6] https://vub.hr/images/uploads/5159/primijenjena_robotika_upravljanje_industrijskih_robotata.pdf
- [7] https://vub.hr/images/uploads/3314/kinematika_industrijskih_robotata_i_dinamika_robotata.pdf
- [8] http://repozitorij.fsb.hr/7061/1/Dabro_2016_diplomski.pdf
- [9] <https://www.proel.hr/robotika/?fbclid=IwAR2Hx72SUfIB75BMSR-2-5WXzJfp01TLrtwSkX8eSiZcuoP8cE3UzNohNC8>
- [10] http://titan.fsb.hr/~zkunica/nastava/pms/roboti_manip.pdf
- [11] https://vub.hr/images/uploads/5159/primijenjena_robotika_projekt_simulacija_zavarivanja_pomocu_robotске_ruke.pdf
- [12] http://titan.fsb.hr/~zkunica/nastava/pms/roboti_manip.pdf
- [13] <https://www.festo.com>
- [14] <https://www.therobotreport.com/piab-kenos-kvg-vacuum-grippers/>
- [15] <https://www.pascaleng.co.jp/us/products/robot/magnet-gripper/>
- [16] <https://www.dnaindia.com/science/report-gecko-inspired-adhesives-help-soft-robotic-fingers-get-better-grip-2603492>
- [17] <https://www.3ds.com/products-services/solidworks/>
- [18] https://www.festo.com/net/SupportPortal/Files/26905/info_116_en.pdf
- [19] <https://www.automatika.rs/vesti/robotika/robotstudio-iz-abb-a.html>
robota, Završni rad, Rijeka, 2009.
- [20] <https://www.youtube.com/watch?v=EGfaiBsAYBM&t=5s>
- [21] <https://www.youtube.com/watch?v=3IHKaFZfIFA>

9. Popis oznaka

CAD – dizajn potpomognut računalom (eng. *Computer-Aided Design*)

3D (modeliranje) – proces kreiranja matematičke reprezentacije nekog trodimenzionalnog objekta (*3D modeling*)

ABB – Asea Brown Boveri

10. Sažetak

Naslov: Razvoj prihvatnice za industrijskog robota ABB IRB120

Za prijenos manjih objekata protrijebiti se može robot ABB IRB 120, sa prihvatnicom Festo_HGP_25_A_B. Upotreba robota raširila se u industriji, školstvu. Računalom direktno kontroliran robot, postao je standardni način upravljanja. Robotom ABB IRB 120 se upravlja na dva načina: privjeskom, te softwerom Robot studio što se tiče upravljanja računalom. Na privjesku se nalazi kontrolna jedinica sa tipkovnicom i zaslonom. Privjesak je vrlo jednostavan za korištenje, ali kontrola računalom je daleko preciznija. Rad se zaključuje konstrukcijom prihvatnice i programiranjem robota čija je svrha učenje o robotici. Robotika je grana znanosti koja ima ubrzan korak s vremenom i kao i informatika zahtjeva da se njezino učenje primjenjuje u sve ranijoj đlačkoj dobi. Manipulacija robotom ABB IRB120 namjenjena je za uzraste od osnovne škole do studenata, a njegove su mogućnosti ograničene samo idejama i potrebama korisnika.

Ključne riječi: robot, prihvatnica, robot studio, solidworks

11. Abstract

Title: Development of Gripper for Industrial Robot ABB IRB120

For smaller objects transfer, great choice is an ABB IRB120 robot with gripper Festo_HGP_25_A_B. Usage of robots has expanded in industry and education. A computer controlled robot has become the industrial standard. There are two ways of controlling the robot ABB IRB 120: with tech pendant, and with ABB software Robot studio on PC. Pendant consists of control unit with keyboard and display. Tech pendant is very user friendly, but computer control is much more accurate. The work is concluded with the construction of gripper Festo_HGP_25_A_B, and the programming of robot ABB IRB120 whose purpose to educate about robotics. Robotics is branch of science that is fast paced with time, and like computer science, requires that education should be applied at an earlier school age. ABB IRB120 robot manipulation is intended for ages from elementary school to students and its capabilities are limited only by the ideas and user needs.

Keywords: robot, gripper, Robot Studio, SolidWorks

IZJAVA O AUTORSTVU ZAVRŠNOG RADA

Pod punom odgovornošću izjavljujem da sam ovaj rad izradio/la samostalno, poštujući načela akademske čestitosti, pravila struke te pravila i norme standardnog hrvatskog jezika. Rad je moje autorsko djelo i svi su preuzeti citati i parafraze u njemu primjereno označeni.

Mjesto i datum	Ime i prezime studenta/ice	Potpis studenta/ice
U Bjelovaru, <u>28. listopada</u>	DOMINIK ŠIKULEC	Šikulec

Prema Odluci Veleučilišta u Bjelovaru, a u skladu sa Zakonom o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju, elektroničke inačice završnih radova studenata Veleučilišta u Bjelovaru bit će pohranjene i javno dostupne u internetskoj bazi Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu. Ukoliko ste suglasni da tekst Vašeg završnog rada u cijelosti bude javno objavljen, molimo Vas da to potvrdite potpisom.

Suglasnost za objavljivanje elektroničke inačice završnog rada u javno dostupnom nacionalnom repozitoriju

DOMINIK ŠIKULEC

ime i prezime studenta/ice

Dajem suglasnost da se radi promicanja otvorenog i slobodnog pristupa znanju i informacijama cjeloviti tekst mojeg završnog rada pohrani u repozitorij Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu i time učini javno dostupnim.

Svojim potpisom potvrđujem istovjetnost tiskane i elektroničke inačice završnog rada.

U Bjelovaru, 28. listopada

Šikulec

potpis studenta/ice

Završni rad izrađen je u Bjelovaru, 26.09.2019

Šikulec

(Potpis studenta)