# 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://urn.nsk.hr/urn: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. Mat

Polje: Strojarstvo

Matični broj: 000703

JMBAG: 0314006938

#### Kolegij: PROIZVODNJA PODRŽANA RAČUNALOM

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

Područje: Tehničke znanosti

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: Tomislay 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	
4.2.3. Konstruiranje prstena	
4.2.4. Spajanje komponenata u prihvatnicu (mate / assembly)	34
4.2.5. Stvaranje sklopa CAD modela robota ABB IRB120 i izrađene prihvatnice	
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 " <i>Sketch"</i>	23
Slika 4.11. M8 navojne rupe	24
Slika 4.12. Skica	24
Slika 4.13. Funkcija " <i>Hole Wizard"</i>	25
Slika 4.14. Skica	25
Slika 4.15. Funkcija " <i>Hole Wizard"</i>	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 "Sketch" i "Extruded Cut"	28
Slika 4.20. Funkcije "Sketch" i "Extruded Cut"	29
Slika 4.21. Funkcije "Sketch" i "Extruded Cut"	29
Slika 4.22. Funkcije "Sketch" i "Extruded Cut"	30
Slika 4.23. Funkcije "Sketch" i "Boss Extrude"	30
Slika 4.24. Funkcije "Sketch" i "Boss Extrude"	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. Assembly-a)	34
Slika 4.32. Umetanje komponente (eng. Insert Component)	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. Assembly)	38
Slika 4.40. Uvoz podsklopa prirubnice i podsklopa robota	39
Slika 4.41. Paralelna veza (eng. Parallel Mate)	39
Slika 4.42. Veza "Concentric Mate"	40
Slika 4.43. Veza "Coincident Mate"	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. <i>"Layout"</i> traka	49
Slika 5.10. "Paths & Targets" izbornik	50
Slika 5.11. " <i>Default Layout"</i> izbornik	50
Slika 5.12. Sinkronizacija objekata u " <i>rapid"</i> kod	50
Slika 5.13. Prilagodba tekstualnog programskog koda, za " <i>rapid"</i> kod	51
Slika 5.14. Prijenos " <i>rapid"</i> 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 <i>"Tool"</i>	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. Move Alog Path)	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 studio koristi se za kontroliranje kretnji robota i prihvatnice.

# 2. Što su roboti?

Razvoj robotike proizlazi iz želje za pronalazak radne snage koja ća zamijeniti čovjeka. Danas roboti obavljaju razne zadatke, uglavnom su konstruirani da zamjene čovijeka u svakodnevnim teškim, opasnim i monotonim poslovima. Humanoidni roboti su slični čovijeku, a postoje i roboti koji nisu uopče 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)
  - opremljni su senzorima, te sustavima za raspoznavanje
  - senzori šalju informacije, a jednostavnom logikom ugrađenom u računalo riješavaju 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]:

- 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.
- 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 korespodentan 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 karekterizira 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 okretljivošću 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 perfomanse 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 djelovi 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 prekid radnog procesa robota tijekom programiranja
- 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 frendly", 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



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 koristit za spajanje u sklop.

Slika 4.2. Stvaranje novog dijela

Crtamo 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 ravnini, crtamo skicu za funkciju "Extruded cut".



Slika 4.5. Funkcije "Sketch, Extrude Cut"



Na ravnini 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"



# 4.2.2. Konstruiranje prsta



Stvaramo novi dio, krećemo sa skicom koju ćemo koristit dalje za funkciju "Extrude Boss/Base".

Slika 4.23. Funkcije "Sketch" i "Boss Extrude"

Dodajemo novu skicu koju ćemo koristit 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 znaći 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 podeljeno na dvije strukture koje se fokusiranju 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 riješenje 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 kopiji pravog softwera koji vodi robota u proizvodnji . Dakle, to dozvoljava vrlo realističnu simulaciju za izvođenje koristeći prave programe robota i konfiguracijske datoteke indentične 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 kordinata, 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

③ ■ ① - ② - ② - ③ - = =       The     Home     Modeling     Simulation     Controller     RAPID     Add-Ins	[Unsaved Station] - ABB RobotStudio 6.08.01	× 13
Add Request Release Authenticate Retart Bookup Inputs Levels In Controller - Write Access	E Pullehant Onine Signal Assignment     See Parameters     More Signal Assignment     See Parameters     More Signal Assignment     See Parameters     Mage Signal Assignment     See Parameters     See Parameters     See Parameters     Mage Signal Assignment     See Parameters     Se	
Controller • X Weeving Weeving	KHN HOYVYƏLƏ VAQHA	Ŧ

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 slićno)
- 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

ⓑ 🛃 ળ - (ਖ - ⊘ - 중 - ∓ File Home Modeling Simulation	Controller RJPD Addims	- a × • 0
RobolApps Install Migrate Package RobotWare Heat Community RobotWare Gearbox	text freadion	
Add-Ins 🗸 🛪	Vient RobotApps x	÷
Add Ins General General General Instaled Packages F RobotWare 6.08.01 B RobotWare 6.09.00.01	Callery Ssach Common lage: ABB Rabothiser Ra	
	Failed to contact server. You need an active internet connection to use this feature.	

#### 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.

File Home Modeling	Customize Quick Access Toolbar	d-Ins
ABB Import Robot Imp Library - Library - System - Geor Build Station Layout Paths&Tagets Tags JIRB120_hvatajka* <u>Mechanisms</u>	Save     Pint     Undo     Undo     Screenshot     Tags     Customize Commands	Teach Target Teach Instruction Utew Robot at Target View Robot at Target Tool Tool Tool Tool Tool Tool Tool Too
RB120_3_5801	Minimize the Ribbon Ctrl+F1	
Part_9	Default Layout	
Part_10 Part_11 ØP Part_11 ØP Part_12 ØP Part_13	Windows	Default Layout     Resets RobotStudio window to its     default settings.

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

ی ای - ۱۹ - ۱۹ - ۱۹	5 - ;	RB120_h	vataljka - J	ABB Ro	botStudic	6.08.01	ARID Modu	ile Taal	2													
File Home Modelin	ng S	imulation	Controll	er R	APID A	dd-Ins	Modif	У														
Request Release Write Access Write Access	Synchron	nize X Q	i (F (F 18	Format	Outlining	Snippet	Instruction	00	Go to line (Data)	~	Find / Replace	Compare	Apply	RAPID Tasks	Adjust Robtargets	Modify Position	Selected Tasks +	<b>Start</b>	Step in E Step out	Stop	Check Program	Program Pointer +
Access	D	Synchroniz	e to RAPID	)		1	nsert			Find				Contr	oller				Test	and Deb	ug	
Controller Files	À	Match obje	cts in the st	ationto	RAPID	tem1 (Stat	tion) X															
Current Station	-	Synchroniz	e to Statio	n																		
▲ System1	4	Match RAPI	D code to c	bjects in	n the n	Module	40 55				To				Bece + +1 F		1 105.0				0.05.00	22
HOME		station.			r	obtarget	p10:=[[	382.58	3,-11.15,	622.56]	,[0.6992	68,0.012	9828,0.	.714701,-0.00	766144],[	1,0,-1,0	0],[9E+0	9,9E+0	9,9E+09,9E+	39,9E+0	19,9E+09	11:
Microfiguration					CONST	obtarget	p20:=[[	260.0	5,-11.15, 100 74	622.56	,[0.6992	412 0 00	9828,0.	./14/01,-0.00	/66144],[	1,0,-1,0	0],[9E+0	9,92+0	9,92+09,92+	39,9E+0	9,92+09	11:1
Event Log			4		CONST P	obtarget	p30:=[[	260 2	100.74	,022.55	1 [0.69]	412,0.09	74472,8	3 700102,-0.0	903425],[	1 0 0 0	],[90+09	,92+09	,92+09,92+0	9,9E+09	,95+09]	15
I/O System			6	- H	PROC ma	in()	h40[[	509.2	,-100.74	,022.33	1,[0.09.	412,0.09	/44/2,0	0.700102,-0.0	505425],[	1,0,0,0	],[92409	,52405	,92709,9270	, 92709	,52405]	12
4 RAPID			7	Ť	Mov	el n10	v10. fin	e to	10:													
A SA T BOB1			8		Mov	e] p20.	v10, fin	. to	10:													
Program Modules			9		Set	DO outpu	t 1, 1;	-														
A D MainModule			10		Set	DO outpu	t_2, 0;															
			11		Mov	eJ p40,	v10, fin	e, too	10;													
Sustam Madulan			12		Set	DO outpu	t_1, 0;															
A DACE			13		Set	DO outpu	it_2, 1;															
EX3E			14	1	ENDPROC																	
va user			15	END	MODULE																	
P 🔝 Helations																						

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

③ ■ 「 - ( - Ø - ∑ - ▼ IRB120 Falce Home Modeling Simulatio	0_hvataljka - n Control	ABB RobotStudio 6.08.0	D1 <u>2020</u> Modify	la teola I						
Request Release Write Access Access	12 (# (# ) 12 (# (# ) 15 (#	Format Outlining Snipp	et Instruction	Go to Ine (Data)	✓ n imd / Compare × Replace - ×	Apply Apply Program - Contin	Adjust Modify Robtargets Position	Selected Start Tasks +	Step in G≡ Step out G≡ Step over Test and	op Check Progra Program Pointe d Debug
Controller Files 🗸 🗸	IRB120_hva	Format Document	×							
Current Station + Station + Station + Station - Evert Log + Station System - Revice - Rev	T_ROBI// 1 2 3 4 4 5 6 6 7 7 8 9 9 10 11 11 12 13 14 15	Adjust Case Selection Format Selection Convert Spaces to Convert Table to Space Move2 p21 Move2 p21 SetD0 ou Se	Format Docur Auto-format by arranging in the RAPID Press F1 ff 0, v10, fine 0, v10, fine 0, v10, fine tput_1, 1; tput_2, 0; 0, v10, fine tput_1, 0; tput_2, 1;	ment the active document the spaces and tabs code. or more help. ., tool8; ., tool8; ., tool8;	6], [0.699268,0.01 6], [0.699268,0.01 53], [0.6993412,0.05 53], [0.693412,0.05 53], [0.693412,0.05	99228,0.714701,-0.00 9223,0.714701,-0.00 774472,0.706182,-0.0 74472,0.706182,-0.0	766144],[-1,0,-1, 766144],[-1,0,-1, 766144],[-1,0,0,0 9903425],[-1,0,0,0 9903425],[-1,0,0,0	0],[9E+09,9E+ 0],[9E+09,9E+ 0],[9E+09,9E+0],[9E+09,9E+0] ],[9E+09,9E+0	09,9E+09,9E+09, 09,9E+09,9E+09, 09,9E+09,9E+09,9 99,9E+09,9E+09,9E+09,9	9E+09,9E+09]]; 9E+09,9E+09]]; E+09,9E+09]]; E+09,9E+09]];

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 vanjsku5.2. 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 postoječeg ili novog projekta iz ureda, bez stopiranja rada robota. Offline programiranje navedeno u završnom radu, popračeno 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

<u>⊗ ⊒</u> n · n · Ø · <u>2</u> · ÷						
Fine Modeling Simulation Control	Her RAPD Add-Ins					
Add Request Release Authenticate Re	ettart Backup Inputs/ Events File PersPendant Online Signal Analyzer Jobs Co	Start	irtual Controller	r	7 X	
One Click Connect	Controller Tools				. ,	
Add Controller	CHERRY VHY BOXA YOL &	Syste	m Pool	-)C.dama		
Add available controllers on the network		Level Cont	sers (Dominik (Documents (Robot Studi	o loystems V	A00	
Add Controller from Device List	1				Remove	
Start Virtual Controller Start and connect to a virtual controller.		System	rs Found:		Manage Systems	
Recent Controllers		Syste	m name	Media		
		R8_  R9_  R8_  R8_  R8_  R8_  R8_  R8_  R8_  R8	120, 34, 0, 156n, 1 120, 34, 0, 156n, 2 120, 34, 0, 156n, 3 120, 34, 0, 156n, 3 120, 34, 0, 156n, 4 120, 34, 0, 156n, 4 120, 34, 0, 156n, 4 120, 34, 0, 156n, 3 n1 n2 n2 n3 n4 n5 n5 n5 n5 n5 n5 n5 n5 n5 n5	RobatWare 5.09.00.01 RobatWare 5.09.00.01 RobatWare 5.09.00.01 RobatWare 5.09.00.01 RobatWare 5.09.00.01 RobatWare 5.09.00.01 RobatWare 5.09.00.01		
				OK	Cancel	
Controller Share new U Dande U Tronde U	States Output [SearchReads] adam adam Sor created 4C -Negara Rei J68 A489 Industri IT-Rebot State S 007-A88 Liney (Rebat / RB10) adam sor created. adam. sor created.					

Slika 5.16. Pokretanje virtualnog kontrolera

• Pomoću virtualnog kotrolera, 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

So Browse for Geometry ← → ↑ ▲ « Lo Organize ▼ New folde	cal Disk (E:) > faks > Prihvatnica Festo_H	GP_25_A_8 → Prihvatnica asi	cembly	<ul> <li>♥ Ø Search P</li> </ul>	ANK Super Ubray - Libray	Pastal Spiten - Bund Static	Tapon decembry -	tame Tang	- 24 CO.	Teach Target	NUTURE NOT	Task Workebjer Toel	iDefault) 1 wodg0 tool0 Settings	Spectra Currin	anter ve C	t S (S 0), 0) Freehand	- G R - 5
Robectitudie 6.00.     Geometry     Robectitudie 6.00.     Geometry     Robettitudie     This PC     Ji D Dijects     Develtuge     Doumleads     Music     Rotures     Violes     Local Dak (C)     Local Dak (C)	Hann ^ 1 Baa, Bay A (1997) 1 Baa, Bakatet 6 Fran, 24 A (1997) 1 Han, 24 A (1997) 1 Han, 24 A (1997) 2	Date modified         0/36/2011 103 444           101/2016 667 PML         0/36/2018 667 PML           M         9/26/2018 613 PML         9/26/2018 103 64           9/26/2018 103 64         ML         9/26/2018 613 PML	Type SOLDWORKS Part SOLDWORKS Part SOLDWORKS Ass SOLDWORKS Ass SOLDWORKS Ass SOLDWORKS Ass	Sise 174 K8 129 K8 101 K8 7,455 K8 79 K8 79 K8 7,559 K8	Reference Windo Matter oroand x y 1000 210 Ans and works y 200 210 Responsible B Lagreet Period B Lagreet Pe	A 200 ÷ 200 ÷	030				HX #	0 \ 1	.Yer	8 //	10H		
File of	Convection	Internet index of the second s	Dapis	crist instanced etry All supp Op				Output Seasons Disco Disco Disco Disco Disco Disco Disco Disco Disco Disco Disco	sugar from Wires statutos retor created statutos etatos created statutos etatos created eta Calogon filere eta Calogon filere	exapps	ác Bistra (TV-Robert	Rado 6 (10 AB	E Löney/Feloteril	80.00,3,4,0	Term 10/163 10/163 10/163 10/163 10/163 10/163 10/163	819 728 13 PM 997 726 15 PM 919 726 75 PM 919 72 728 20 PM 919 72 80 PM 919 72 80 PM 919 72 80 PM 919 72 80 PM	Creary Graced Graced Graced Graced Graced

Slika 5.18. Uvoz baze i pozicioniranje

• Nakon uvoza, bitno je da pozicioniramo bazu tako da središte koordinatnog sustava bude na sredini prirubnice 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 kordinatnog sustavu, a prsti u utorima, sve je spremno za kreirati mehanizam (alat, hvataljku)

Create Create Create Create Conveyor Connection Mechanism		Create Mechanism Mechanism Model Name My_Mechanism	÷ ×
	Vectorism Model Name Wechanism Model Name Robot Mechanism Type Robot Starts Starts Starts Starts Dependencies	External Axis	
	Compile Mechanism Close	Compile Mechanism C	lose

Slika 5.21. Odabir tipa mehanizma External Axis



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

∓ x View1 x	Create Joint
Create Joint	Joint Name Parent Link
Jord Name Paret Link	O Retatoral
lon Tipe Unic Unic O Ratatonal I2 ✓ © Instatic I Active	● Famada ☐ fam diar
- Four Bar	dor Ao Fir Pottor (m) 000 - 2000 € 000 €
Fixe Position film)           0.00         0:00	Second Position (nm) 0.00 \$\circ\$7.50 \$\circ\$0.00 \$\circ\$
Second Poston (m) 0.00 €1-750 €1000 € As Dreaton (m)	Aso Direction (mm) 000 € 7:50 € 0:00 € •
	Jog Aka
interiore 750 Link Type	Lint Type Constant V
Constant v Jort Lints	Jord Linits Min Linit (min) Mac Linit (min) 0.00
Mn Lint (en) Max Lint (en) 0.00 0 7.50 0	
OK Cancel Apply	OK Groel Appl
Ž v	₹ ↓ v

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 letvica, 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
Image: Control of the second secon	3 🖬 10 + 0 + Ø + § +	Desilar Geroda MPO Addas	WWW.FANDICAS	And som			IRB120_	hvataljka:View1	System1 (Station)	x
Nume       Type of Signal         Nume	6		anteres [	Longerbears Z	2 Biter terre	968	Config	uration - I/O Syste	m×	
Access Level Access Level Concretion Device Trust Level Device Trust Level Device	App Report Son Corpola - Wittestan Witte	in Aufentiale Kollar Balag 19352 Berle, Fin Hollstaal Opin Spallinger 1001 - * * * Calada Tarini * Heater Debi-	ats Companies MP Sternarden etti	ster @ Angeneration Santy gar @ Center-Academic *	Control Operator Parker Wercan Operato Option	Ca Creste Dier		Туре	Name	Type of Signal
State       State <td< td=""><td>Controller   Visual/sector</td><td>T X ALCOLINGRADIAN X</td><td>I Cation</td><td></td><td></td><td></td><td>Access</td><td>Level</td><td>AS1</td><td>Digital Input</td></td<>	Controller   Visual/sector	T X ALCOLINGRADIAN X	I Cation				Access	Level	AS1	Digital Input
Prive Trust Level Device Net Itemal Device Bielevelot DeviceNet Internal Device Bielevelot DeviceNet Internation Bielevelot DeviceNet Internal Device Bielev	4 5 81,12,34,136	DB KARMEN NHA DOA AYO	] the Varue Constructor				Cross C	onnection	AS2	Digital Input
Bit	# 12 Codgatton	14 m	- Hoten				Device	Trust Level	AUTO1	Digital Input
Bis money       Bis money       CHI       Digital Input         Bis money       Bis money       Digital Input       Divida Met Internal Device Met Omnian       CHI       Digital Input         Bis money       Bis money       Divida Met Internal Device Met Omnian       CHI       Digital Input         Bis money       Bis money       Divida Met Internal Device Met Omnian       CHI       Digital Input         Bis money       Bis money       Digital Input       Divida Met Ontune       Divida Met Ontune       Divida Met Ontune         Bis money       Bis money       Digital Input       Digital Input       Digital Input       Digital Input         Bis money       Digital Input       Digital Input       Digital Input       Digital Input       Digital Input         Bis money       Digital Input       Digital Input       Digital Input       Digital Input         Bis money       Digital Input       Digital Input       Digital Input       Digital Input         Bis money       Digital Input       Digital Input       Digital Input       Digital Input         Bis money       Digital Input       Digital Input       Digital Input       Digital Input         Bis money       Digital Input       Digital Input       Digital Input       Dispital Input <t< td=""><td>Carson Carson</td><td></td><td>a contente /</td><td></td><td></td><td></td><td>Devicel</td><td>lat Command</td><td>AUTO2</td><td>Digital Input</td></t<>	Carson Carson		a contente /				Devicel	lat Command	AUTO2	Digital Input
Birder Birder       Birder       Birder       Birder       Birder	Mar Pacifie Growink	m /					Devicen	let Device	CH1	Digital Input
Bernore Net Informal Device       Device Net Informal Device Device Net Informal Device Device Net Informal Device Device Net Informal Device Device Net Informal Device Device Net Informal Device Device Net Informal Device Devic	di bertus						Devicen	let Device	CH2	Digital Input
EtherNell/P Command EtherNell/P Device industrial Network Route       Dry1BRAKECH Digital Input Dry1BRAKECH Digital Input Dry1BRAKECH Digital Input Dry1BRAKECH Digital Input Dry1BRAKECH Digital Input Dry1CHAIN2 Digital Input Dry1CHAIN2 Digital Input Dry1L Digital In	> CE CAP & Carat Rates				/	~	Devicei	let internal Device	DRV1BRAKE	Digital Output
I charter B cha	A Distant						EtherNe	t/IP Command	DRV1BRAKEFB	Digital Input
Image: State of State Aligned State Align	1 di Colgation						EtherNe	t/IP Device	DRV1BRAKEOK	Digital Input
Binn       Route       DRV1EX1CONT       Digital Output         Signal       New Signal       1       Oigital Input         System Input       System Input       DRV1EX1CONT       Digital Input         DRV1EX12       Digital Input       DRV1EX12       Digital Input         DRV1EX11M1       Digital Input       DRV1EX12       Digital Input         DRV1EX1M1       Digital Input       DRV1EX11M1       Digital Input         DRV1EX1M1       Digital Input       DRV1EX1M1       Digital Input         Dref       Digital Input       DRV1EX1M1       Digital Input         Dref       Digital Input       DRV1EX1M1       Digital Input         Dref       Digital Input       Dref       DRV1EX1M1       Digital Input         Stat Let1       Def       Def       Dref       Dref       Dref    <	i 🕼 (/O Sydew i 🛄 Ruft (b			/			Industria	al Network	DRV1CHAIN1	Digital Output
Signal       DRVIEXTCONT       Digital Input         Signal       New Signal.       11       Digital Input         System Input       DRVIEXTCONT       Digital Input         System Input       DRVIEXTCONT       Digital Input         System Input       Digital Input       Divital Input         System Input       Divitation       Divitation         New Signal.       Divitation       Divitation         System Input       Divitation       Divitation         New Signal.       Divitation       Divitation         Signal Bootification Label       Compared       New Signal.         Signal Bootification Label       Divitation       New Signal.         Side Level       Defaultion       Divitation         Mex Environ       Defaultion       Divitation         Mex Environ       Divitation       Divitation	* 🗃 faktors			- sour	Stock		Route		DRV1CHAIN2	Digital Output
Signal       New Signal       1       Digital Input         2. Digital Input       Digital Input       Digital Input         System Dutput       DRV1K1       Digital Input         DRV1K1       Digital Input       DRV1K1       Digital Input         DRV1PANCH1       Digital Input       DRV1PANCH1       Digital Input         Drut       Digital Input       Drut       New Signal       New Signal         Sind Level       Default       Default       Distal Input       Distal Input         Default       Default       Default       Distal Input       Distal Input         Side Level       Defaultisticerel       New Signal       New Signal       New Signal         Marce Signal       New Signal       New Signal       New Signal		7		Sec. and			Signal		DRV1EXTCONT	Digital Input
System Input System Input DRV11k2 Digital DRV11k DRV11k DRV11k DRV11k DRV11k DRV11k DRV11k DRV11k DRV11k		Ner Ster	The second second				Signal	New Signal	N1	Digital Input
Value       System Output       DRV1K1       Digital Input         DRV1LIM1       Digital Input       DRV1LIM1       Digital Input         DRV1LIM2       Digital Input       DRV1LIM1       Digital Input         DRV1PANCH1       Digital Input       Digital Input         DRV1PANCH1       Digital Input       Digital Input         DRV1PANCH1       Digital			State assame				Suntom	Input	N2	Digital Input
System Output     Devilia Input     Devilia			James Marian	( stor			Custom	Opena	DRV1K1	Digital Input
Image: Section 1       Image: Section 2       Image: Section 2 <td< td=""><td></td><td></td><td><math>\sim</math></td><td>d anx</td><td></td><td></td><td>System</td><td>Output</td><td>DRV1K2</td><td>Digital Input</td></td<>			$\sim$	d anx			System	Output	DRV1K2	Digital Input
Waterce Editor       x         Name       Name         Signal Konotaston Labe       Signal Konotaston Labe         Name       Name       Name         Name       Name       Name         Signal Konotaston Labe       Signal Konotaston Labe       Signal Konotaston Labe         Sofe Level       Destastistotevel *       Signal Konotaston         Matercelland       Destastistotevel *       Signal Konotaston         Matercelland       Name       Signal Konotaston       Signal Konotaston         Matercelland       Destastistotevel *       Signal Konotaston       Signal Konotaston		/	- And a strong to ag			/			DRV1LIM1	Digital Input
Instance later     Name     Nam     Name     Name     Name     Name     Name     Name     Name		11							DRV1LIM2	Digital Input
Name     Value     Information       Name     Paged     Canged       Namped To Divice     Canged       Assigned To Divice     Canged       Signic formation Label     Canged       Defuelt Note     Canged       Note (Defuelt Note)     Canged			3 Instance Editor			- c	×		DRV1PANCH1	Digital Input
Name     Paraget       Type of Signed     Dipical Output       Ansigned to Divice			Name	Value	Information					
Water (string)       Water cating)			Name	Hvataljka	Changed					
Arisped to Divice Signal Room Scale Signal Room Scale Across Incel Default Volue O Default Volue Volue First Physical Volue O Default Solid evel  Volue Centrage  Volue Centra			Type of Signal	Digital Output ~	Changed					
Signal identification Label Access Lavel Access Lavel Default The changes will not take effect until the controller is restarted.  Walke (taking) The changes will not take effect until the controller is restarted.			Assigned to Device							
Access (and a constraint of the controller is restarted.			Signal Identification Labe	8						
Default You 0 0 Ver 1 Ve			Access Level	Default ~						
Invert Physical Value     Ives       Safe Level     DefaultTable.vel         Value (string)   The charges will not take effect until the controller is restarted.			Default Value	0						
Safe Level Defaultisationerel >			Invert Physical Value	O Yes						
Value (tring) The charges will not take effect until the controller is restarted.			Safe Level	DefaultSafeLevel *						
DK Concel			Value (string) The changes will not tak	s effect until the control	ier is nestanted.					
					ſ	ОК	Cancel			

Slika 5.33. Konfiguriranje digitalnih izlaza za hvataljku

Image: Second Structure         Image: Second Structure           Image: Second Structure         Second Structure	Controller Bill	iD Addina				www.EAG	IDIGA	Micelan <sup>®</sup>	4			Create New Event - Choose Trig	Type and Activati	on
And Sensitive Setup Grouts Collicon Set Collicon Set Collicon Set Collicon Set	Play Assus Stop	Recet 10	RP C	Aren Signal	Enabled M Support Server I Firstory CAnathory	Record Record Addition Graphics 3 Record Mean	Slup ve scordine Reco	n dec				Set Activation		Event Trig Type
Ample A	Ans Deeles Ans Deeles Bloot Hepot.	Attorio	Inger lice	Triger Surten	Inger Terre	Inger Parreler	Action Type	Action Guiden	Actor have	Action Traveller	Actions	Activation:	~	I/O signals changed     I/O Connection     Collision     Simulation time
S 103     S	jo-							Agi Ager- Henrie Antor Cycle	A Y	Soc. No. Nature		Car	icel K	ack Next > Finish

Slika 5.34. Konfiguriranje simulacije

						create men er en en	oremeenamon			
Signal Name	Signal Type	Signal Source:	Set Action Type:	Comments:				Station signal to a	set when Pose	reached:
Hvatalika	DO	Active Controller	Change I/0	~	A	Mechanism:		Name	Type	Add Diates
MAN1	DI	Trigger Condition	Change I/O			Festo_tool	~	Tiume.	1)pc	Aut Digital
MAN2	DI	Constitute (1)	Attach Object							Remove
MANFS1	DI	<ul> <li>Signal is true (1)</li> </ul>	Tum On/Off TCP Trace			Pose:				G CULT
MANFS2	DI	<ul> <li>Signal is false (0)</li> </ul>	Move Mechanism to Pose			Open_pose	~	-		<ul> <li>Set to True</li> </ul>
MONPB	DI		Move Object					-		O Set to False
NOTLMP	DO		Show/Hide Object					-		
utput_1	DO		[Hore to Hempore					-		
utput_2	DO									
ANEL240VLD	DI				¥.			-		
ANFAN	DI			1				_		
OFTASI	DI									
OFTASO	DO									
SOFTESI	DI 🗸							<	>	

Slika 5.35. Konfiguriranje akcija digitalnih izlaza

IRT 35 Investigan/exit	Cuent Marca	OM X										1999 1990 1991 1991 1991 1991 1991 1991					
Events	Activation	Tripper Type (10)	Higger System Lystem 1	Trope None Hvs/Jillia	Troper Parameter	Action Type Trave Healt	Action 13 stem	Action Rane Nove Hechanismus P.	Actor Paraneur Testi judi Open pose	Time Id		Add New Action					
Dalata	De	10	System 1	HHTORE	1	Pove Hesh .		Rove Hechanism to P.	fest juil Hanefoldios			Attach object:		Attach to:			
Dary												< Find closest object >	~	Festo tool		×	
Galandi.														10000_000			
Espat												O Update position		Mechanism Flange Ind	1 EX		
		Tr	gger: NO S	lignal Trigger					Action: M	ve Mecha	anism to Pose						
Anneter: Dr	v Corr	renta					Att Action .		ded Actions less Na - Action Marce Machierson to Fo			Keep position		Offset Posi	tion (mm)		
							Attentio Detach	00 Diğet Dişeti						0.00	\$ 0.00	0.00	4 7
These lines	Page 1		a Sed	Source			Tare Ce Move M	/OFFICE Taxe Inchanism to Resc	or spulland Man Poe to	dică.				Offset Orie	ntation (deg)		1
DEXMLD	0		Side	đ			Move C	h,mt	nt lipe		Ast Date:			0.00	0.00	0.00	
6.90	U		395	er Condition			Show H	(de Object			and a second				in laure		
CRADECT	0		0	Spoilatoe(1)			Denet	nespore			Anna Pro-						
ONH(C2.1	0			Septer W.Seller (17)							Section						
ENABLE2 3	0																
F348.57.4	D																
112	0																
(0.5)	0																
052	D																
210404	00														OK	Canad	1

Slika 5.36. Dodavanje akcije Attach object na digitalni izlaz hvataljke

HE'SE Jostan available	Event Mana	per X													
Events	Adtorian	Tagger Spe-	Topper Symem	Tropy films	Tapper Panatorier	Adon Type Nove Nect	Adam Sydem	Action Mana	Adon Prevent	er Tane (s) en sone		Add New Action			
AU.	Ot .	10	System1	Redolfia	0	Tulple			TLASH						
Celete												Detach object:		Detach from:	
Cess															
Hettern												<any object=""></any>	~	Festo_tool	~
ispot_															
input															
		Tri	gger: I/O S	tignal Trigger			1		A	tion: Move Med	hanism to Pos				
Adhesion:	Core	ients:						Add	ted Actions:						
							Change Attach Detach Turn Ca	Object Object Object VOETOP Sale	Mrve M	oberer to Prior					
Signal Marco	Signal 1;	en.	in Sprid	louroe:			Month	Aschanism to Price	int segment her and	when Peacement and					
CRV0VLD	01		System	al .	~		Move C	Agent Chants	-	Type	Add Digtal				
FN2	0		Trapp	er Candiller			Mount	Terret			Percon				
ENABLE1	08			Separate the (31)			Oo not	ing			il Sett Tree				
L%48.12_3	01			Signal Is raise (U)							Seristane				
B1/8.62,3	28		-												
81/8.82,4	28														
65	08														
GS1	24													OK	Cancel
052	05													OR	Caricer
Processor -	00														

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 5.42. 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

Image: Simulation       Image: Simulation	③ Ja ♥ - ♥ - Ø - ∑ - 〒 IRB120_hvataijka - A68 RobotStudio 6.08.01 zmtsoc The Home Modeling Simulation Controller RAPD Add-ins Modify	WWW.BANDICAM.com
Create Collisions 57 Collisions 57 Collisions 57 Colliging 57 Colligin	Import         Top         Frame         Taget         Frame         Taget <th< th=""><th>Bl (System 1) 0 1, tool 1 spintronice sp</th></th<>	Bl (System 1) 0 1, tool 1 spintronice sp
Layout Paths&Targets Tags 🗸 🗙	Layout Paths&Targets Tags = X IRB120_hvataljka:View1 X	
Lancard, profeshiol, Targets, Tissel, P. + X 	Bytell     Pathstartet     Bytell     Pathstartet     Bit Dig       Bytell     Pathstartet     Bytell     Pathstartet     Bit Dig       Bytell     Pathstartet     Bytell     Bit Dig       Bytell     Pathstartet     Bit Dig     Bit Dig       Bytell     Pathstartet     Bit Dig     Bit Dig       Bytell     Pathstartet     Bit Dig     Bit Dig       Bytell     Dig     Call Contraction     Bit       Bit     Call     Call     Call       Bit     Call<	OL X ZOHO
WaitTime 0.5	W Movej V L 1	/
1 instruction(s) conject to nath Dath 10	Sustem 1 (Station): 10011, Motors Objectate	Selection Level - Shan M

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%20robota.html

[2] Danijel Strmota, Upotreba industrijskih robota u FOS, Seminarski rad, Karlovac, 2012.

- [3] Tibor Šimunĉić, 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\_robota.pdf

- [7] https://vub.hr/images/uploads/3314/kinematika\_industrijskih\_robota\_i\_dinamika\_robota.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\_robotske\_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 kostrukcijom 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 đačkoj dobi. Manipulacija robotom ABB IRB120 namjenjena je za uzraste od osnovne škole do studenata, a njegove su mogučnosti 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 Fest\_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 frendly, but computer control is much more accurate. The work is concluded with the construction of gripper Festo\_HGP\_25\_A\_B, and the programing 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 fom 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, 28. Listopad	DOMINIK SIKULEC	Silvale

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 SIKULEC

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. listopad

Sikulec potpis studenta/ice

Završni rad izrađen je u Bjelovaru, 26.09.2019

Sikulec

(Potpis studenta)