

ТЕХНОЛОГИЈА МАШИНСКЕ ОБРАДЕ

АТ-8 Аутоматизација у производњи

ИНДУСТРИЈСКИ РОБОТИ

Дефиниција ИР (ISO 8373)

„Индустријски робот је вишенаменска, репрограмабилна, манипулациона и аутоматски управљана машина, са више степени слободe, која може бити у фиксираним положају или мобилна, а користи се за аутоматизоване примене у индустрији”.

RIA (Robotic Institute of America) дефиниција

„Индустријски робот је репрограмабилни, вишефункционални манипулатор пројектован да помера материјал, делове, алате и специјалне уређаје кроз различита програмирана кретања при извршавању постављених технолошких задатака.



Значај ИР

- аутоматизација производње
- подизање нивоа продуктивности
- одржавање константног нивоа квалитета
- хуманизација рада

Подсистеми ИР

Индустријски робот има 6 основних подсистема, који извршавањем својих функција и међусобном координацијом остварују укупну функционалност ИР:

1. Механички систем (механичка структура, механизам робота, манипулатор)

- основна функција – успостављање просторних односа између енд-ефектора и радног објекта - нпр. обрада
- састоји се из сегмената повезаних обртним или транслаторним зглобовима који су оснажени погонским системима
- обично је фиксиран за подлогу, а може имати и додатне (мобилне) осе; индустријски роботи су и робоколица (аутоматизовани унутрашњи транспорт)

2. Енд-ефектори (завршни уређаји, радни органи)

- хватачи који имају задатак хватања и држања објеката, или
- алати, који имају улогу обављања процеса (као што су заваривање, бојење, обрада, итд.)

3. Управљачки систем

- омогућава меморисање, одвијање тока програма, везу са периферним уређајима, управљање и надгледање извршавања појединих функција
- управљање погонским системима је готово увек серво-системски регулисано, изузев у случају пнеуматског погона
- по начину кретања, управљање може бити: „Point-to-Point” (тачка по тачка), или „Continuous Path” (управљање по трајекторији - контури)

4. Погонски систем

- има функцију претварања и преноса енергије до појединих оса робота
- електрични (најчешће DC), пнеуматски или хидраулични мотори
- са преносником (код DC електромотора обавезно) или без преносника (код DD „direct-drive” електромотора)

5. Мерни систем

- унутрашњи сензори који омогућавају мерење положаја и брзине појединих оса робота (потенциометри, енкодери, ризолвери, тахо-генератори, итд.)

6. Сензорски систем

- омогућава обухватање утицаја околине, мерење физичких величина и препознавање облика и положаја објеката у радном окружењу робота

Техничке карактеристике ИР

1. број степени слободе (најчешће од 4 до 6)

- у општем случају потребно је 6 степени слободе кретања да би се тело слободно позиционирало и оријентисало у простору
- прва три степена слободе чине основну (минималну) конфигурацију руке робота и називају се степени слободе позиционирања или краће осе позиционирања
- друга три степена слободе одређују осе оријентације и остварују их зглобови енд-ефектора (најчешће хватача у виду шаке)
- тзв. *редундантни роботи* имају више од 6 степени слободе кретања ⇒ већа могућност заобилажења препрека – позиција у радном простору се може достићи на више од једног начина



2. радни простор

- *достизиви радни простор* је онај кога врх енд-ефектора може физички достићи
- *радни простор вештине* је део достизивог радног простора који енд-ефектор може физички достићи са произвољном оријентацијом енд-ефектора

3. носивост (мала - испод 1кг, средња, велика - преко 100кг)

4. тачност достизања крајње позиције (тачност позиционирања врха робота, аритметичка средина у Гаусовој криви)

5. понављајућа тачност (статистичка величина, мера расипања)

6. резолуција (програмска и управљачка, обично су једнаке)

- програмска ⇒ најмањи инкремент доступан програмеру
- управљачка ⇒ најмањи инкремент који мерни елемент пута може да региструје у повратној спрези са управљачком јединицом

7. брзина

- мањи габарити ⇒ веће брзине

8. управљачки систем (нпр. серво „РТР” или „СР”)

9. снага погонских мотора

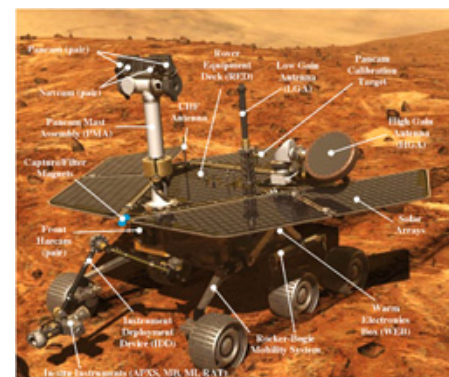
Методe програмирања ИР

1. „on-line” (програмирање обучавањем)

- *предности*: једноставност, поузданост
- *мане*: машина је заузета док траје програмирање

2. „off-line” (програмирање употребом програмских језика)

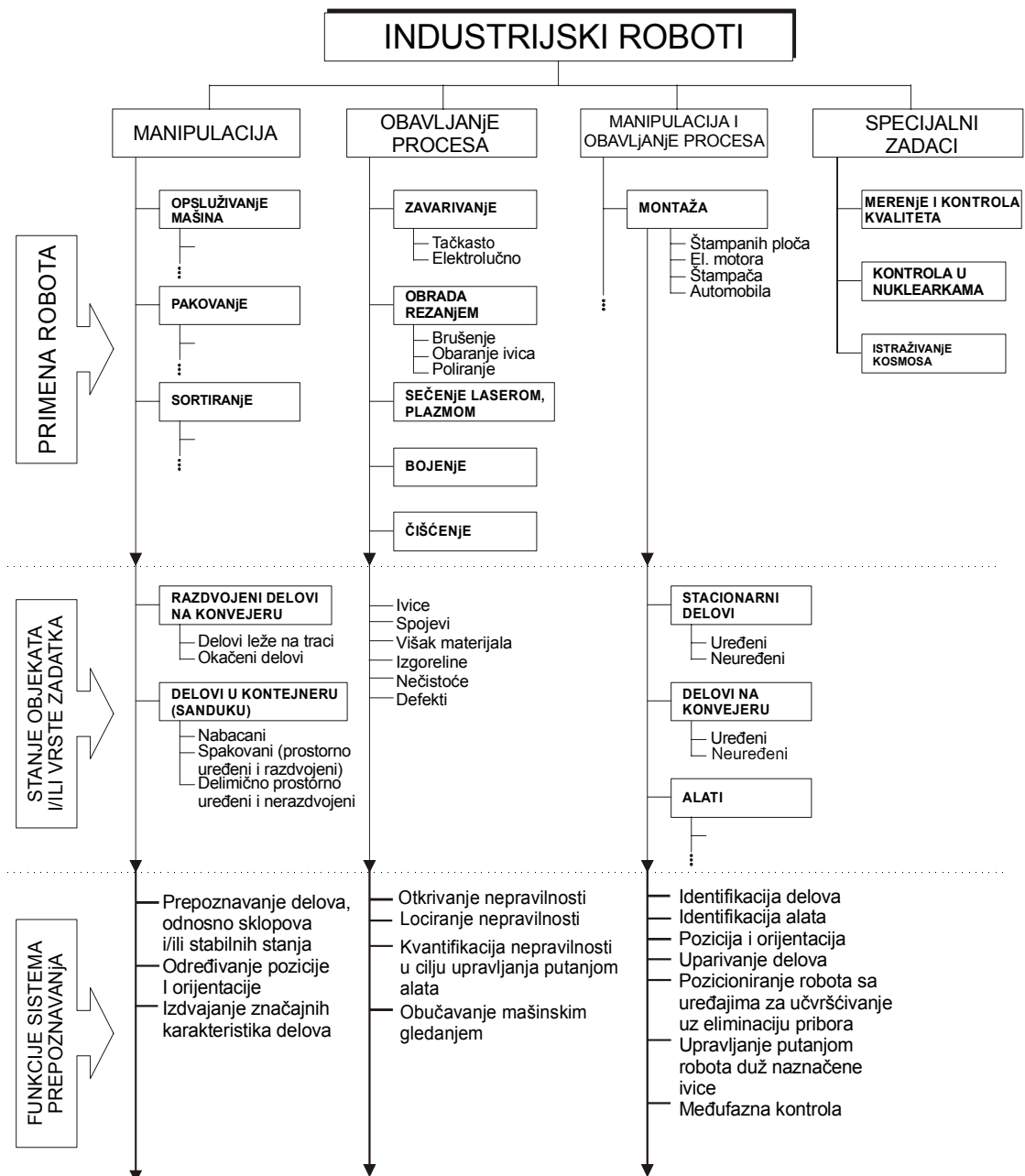
- *предности*: мањи губитак радног времена, могућност симулације
- *мане*: сложеност, потребан висок степен стручне спреме оператера



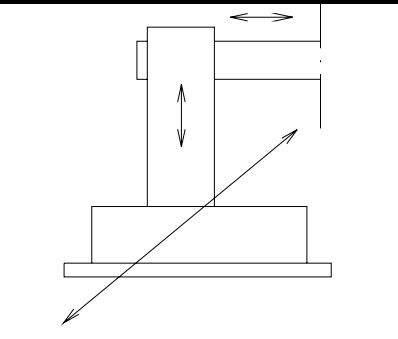
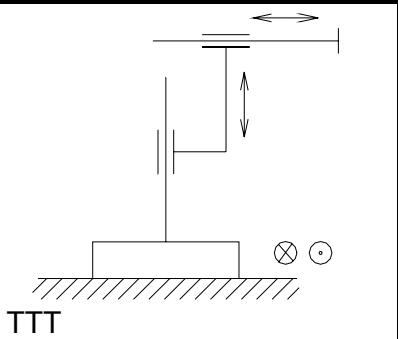
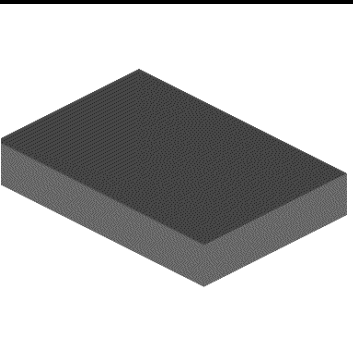
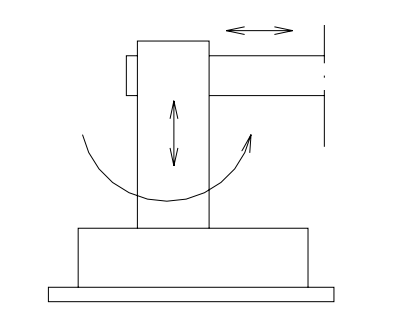
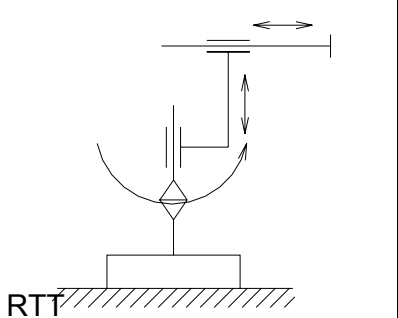

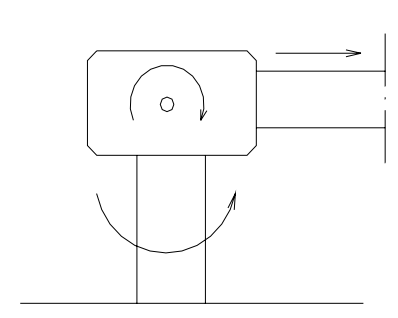
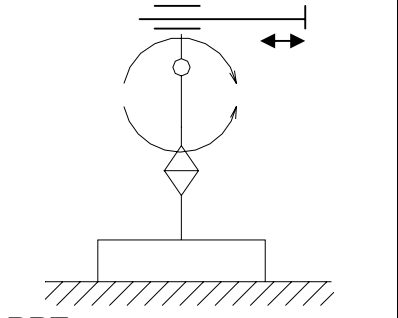
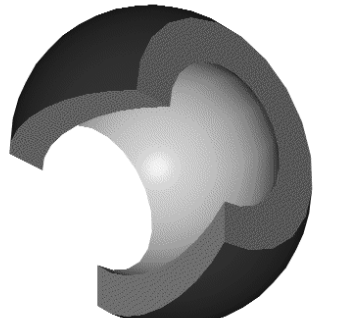
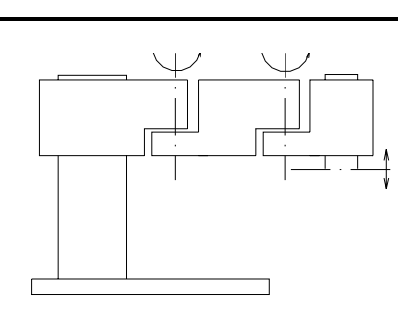
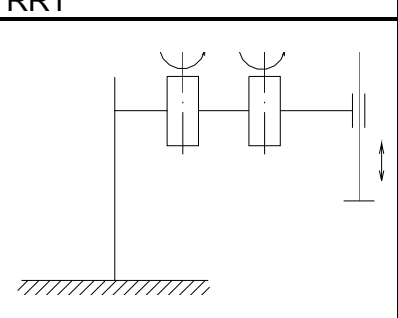
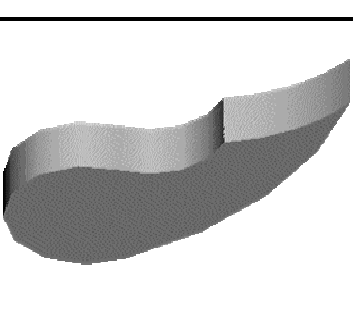
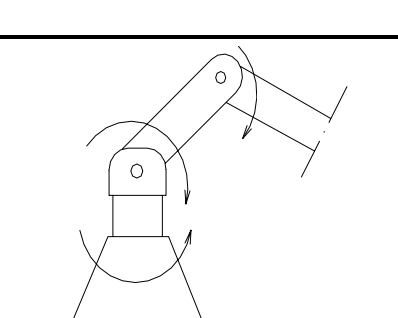
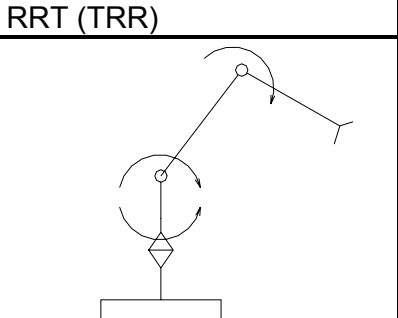
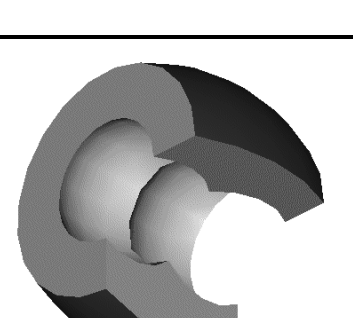
Класификација ИР према нивоу управљања

1. **ручни манипулациони уређаји:** то су уређаји са неколико степени слободе кретања којима управља човек;
2. **секвенцијални роботи:** то су манипулациони уређаји са фиксним или променљивим секвенцијалним управљањем (тешко се програмирају);
3. **понављајући („play-back“) роботи:** оператер извршава задатак „вођењем“ енд-ефектора робота, уз меморисање трајекторија које се касније понављају;
4. **НУ роботи:** програмирају се текстуалним језицима слично као НУМА;
5. **аутономни мобилни роботи:** коришћењем сензорске информације и вештачке интелигенције (Artificial Intelligence) ови роботи разумеју задатак и околину, тако да могу да доносе одлуке самостално, захваљујући претходном машинском учењу, и то у реалном времену.

Класификација ИР са становишта функције и примене



Основне конфигурације индустријских робота

ТИПСКЕ КОНФИГУРАЦИЈЕ ИНДУСТРИЈСКИХ РОБОТА			
Тип	Распоред оса основне конфигурације	Кинематичка шема	Радни простор
Декартова (Картезијанска) конфигурација		 TTT	
Поларно-цилиндрична конфигурација		 RTT	
Сферна конфигурација		 RRT	
Хоризонтална зглобна (лактаста) SCARA		 RRT (TRR)	
Вертикална зглобна (лактаста) антропоморфна		 RRR	

Дворуки пнеуматски индустријски робот LOLA RPD-1.25 (види ppt презентацију!!)

- робот прве генерације – немогућност задавања нивоа брзине и одређивања међупозиција енд-ефектора; позиционирање одређено помоћу граничника и граничних прекидача
- примена: намењен за опслуживање преса (до три пресе у једној роботизованој ћелији, ако је предвиђена обрада пластичним деформисањем у више операција - нпр. извлачење)
- носивост 1.25 daN
- поларно-цилиндрична конфигурација
 - радни простор – исечак шупљег цилиндра
 - 4 степена слободе
 - **транслација**: подизање и спуштање руку
 - **транслација**: извлачење и увлачење руку
 - **ротација** руку око вертикалне осе
 - +
 - **ротација** шаке
 - (степање/отпуштање обрадка се не рачуна у број степени слободе кретања)
- режими рада
 - ручно вођење
 - програмирање обучавањем (ручно одређивање секвенци које се меморишу)
 - циклично понављање више секвенци (непрекидно-аутоматски)
- има искључиво „Point-to-Point” (тачка по тачка) управљање
- пре програмирања робота („on-line”) могу да се подешавају брзине и „дужине” извлачења-увлачења руку робота физичким померањем граничника

Индустријски робот „ГОШКО” GOŠA RG-01 (види ppt презентацију!!!)

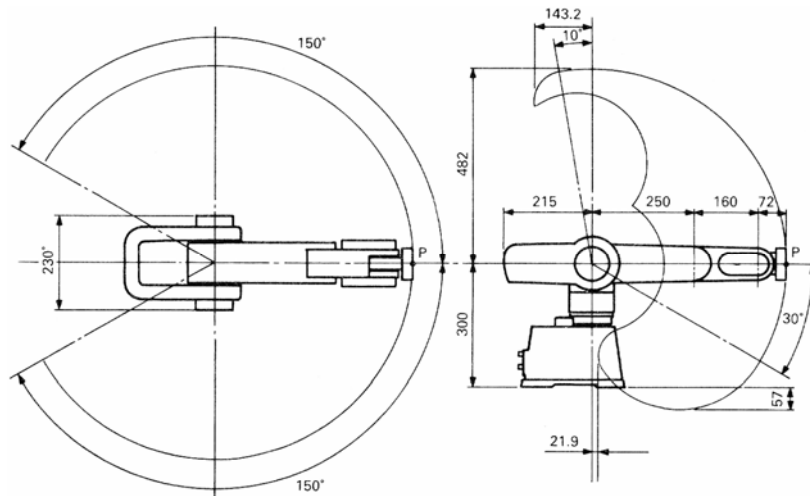
- робот друге генерације – има могућност управљања по позицијама сегмената робота (и то по дужинским или угаоним променљивама) и по брзинама – има мерне елементе за сваки зглоб робота који се налазе у погонском серво електро-мотору одговарајућег сегмента руке
 - *енкодере*, за мерење угла ротације
 - *тахо-генераторе*, за мерење угаоне брзине
- мерни системи су интегрисани у склоп погонских електромотора
- примена: манипулација или електролучно заваривање
- носивост 5 daN
- вертикална зглобна (лактаста) антропоморфна конфигурација (RRR)
 - 5 степени слободе
 - **ротација** у бази
 - **ротација** у рамену
 - **ротација** у лакту
 - +
 - **ротација** пропињањем енд-ефектора (ротација око попречне хоризонталне осе)
 - **ротација** ваљањем енд-ефектора (ротација око уздужне осе)
 - додатна оса - степен слободе кретања транслацијом комплетне руке робота дуж пода
- сви ротациони зглобови (осим ротације базе) имају кочнице да би се спречио утицај гравитације на стабилност (равнотежу) робота у периоду када је искључен
- има серво-управљање по свим осама
- може да детектује само крајњу позицију при обучавању коришћењем „teaching box”_a
- не постоји спољашњи сензорски систем (у смислу интеракције са окружењем)
- динамичко уравнотежавање се врши пнеуматским цилиндрима и зглобним четвороуглом, да би завршну позицију робот досегао без амплитуда вибрација, тј. „подрхтавања”
- управљање: „Continuous Path” (управљање по трајекторији - контури)
- програмирање: „on-line” – коришћењем „teaching box”_a и наредби оперативног система

Едукациони индустријски робот *MOVEMASTER-EX* (види ppt презентацију)

Едукациони индустријски робот „*MITSUBISHI MOVEMASTER-EX*“ модел RV-M1 (види слику 1) припада вертикалној зглобној конфигурацији и остварује радни простор приказан на слици 2.



Слика 1. „*MITSUBISHI MOVEMASTER-EX*“ модел RV-M1



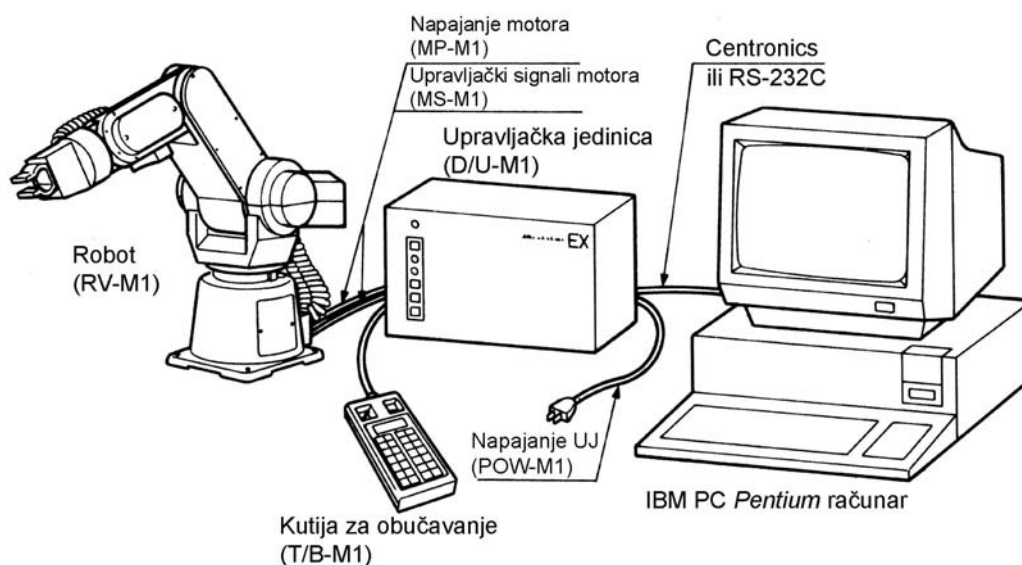
Слика 2. Радни простор робота „*MITSUBISHI MOVEMASTER-EX*“

- робот друге генерације – има могућност управљања по позицијама сегмената робота, с обзиром да поседује:
 - *енкодере, фотодетекторе, Z-фазне енкодере и граничне прекидаче*
- примена: манипулација
- носивост 0.6 daN
- вертикална зглобна (лактаста) антропоморфна конфигурација (RRR)
 - 5 степени слободе
 - **ротација** у бази
 - **ротација** у рамену
 - **ротација** у лакту
 - +
 - **ротација** пропињањем енд-ефектора (ротација око попречне хоризонталне осе)
 - **ротација** ваљањем енд-ефектора (ротација око уздужне осе)

- сви ротациони зглобови (осим ротације базе) имају кочнице да би се спречио утицај гравитације на стабилност (равнотежу) робота у периоду када је искључен
- може да детектује само крајњу позицију при обучавању коришћењем „teaching box”_a
- не постоји спољашњи сензорски систем (у смислу интеракције са окружењем)
- управљање: „Point-to-Point” (тачка по тачка)
- програмирање: „on-line” – помоћу „teaching box”_a, а поседује и могућност повезивања са РС рачунаром преко паралелног („Centronics”) и серијског (RS-232C) интерфејса (Слика 3), при чему је могуће користити више програмских језика за „off-line” програмирање као што су: *Visual Basic, C, Asembler*

Техничке карактеристике робота „MITSUBISHI MOVEMASTER-EX”

Tehnička karakteristika	Specifikacija	Napomena
Rotacija baze (J1)	$\theta_1 = 300^\circ$	Maksimalna brzina 120 ⁰ /s
Rotacija ramenog zgloba (J2)	$\theta_2 = 130^\circ$	Maksimalna brzina 72 ⁰ /s
Rotacija zgloba lakta (J3)	$\theta_3 = 110^\circ$	Maksimalna brzina 109 ⁰ /s
Propinjanje korena šake (J4)	$\theta_4 = \pm 90^\circ$	Maksimalna brzina 100 ⁰ /s
Valjanje korena šake (J5)	$\theta_5 = \pm 180^\circ$	Maksimalna brzina 163 ⁰ /s
Nosivost	Maksimalno 1.2kg (uključujući i masu hvatača od 0.6kg)	Težište je na 75mm od tačke P mehaničkog interfejsa (slika 2)
Brzina	Maksimalno 1m/s	Brzina robota u P na slici 2
Ponavljajuća tačnost	0.3mm	Tačnost robota u P na slici 2
Upravljački sistem	Servo-upravljanje DC motora	PTP (“point to point”) upravljanje
Snaga motora	J1 do J3 → 30W; J4 i J5 → 11W	



Слика 3. Радно окружење робота „MITSUBISHI MOVEMASTER-EX”