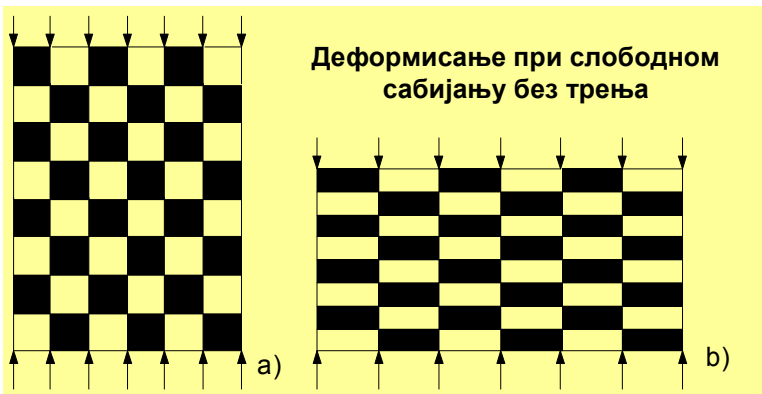


### 1. ИСПИТИВАЊЕ ПЛАСТИЧНИХ ДЕФОРМАЦИЈА ПРИ ОБРАДИ САБИЈАЊЕМ МЕТОДОМ КРУГОВА

#### Теоријски увод

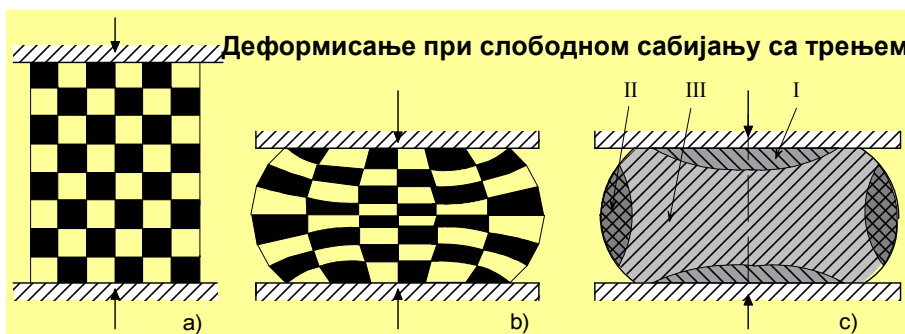
Обрада сабијањем у суштини представља запреминско обликовање материјала на пресамa и чекићима. Сабијање може бити слободно и у калупима. У зависности од брзине деформисања, постоји динамичко и статичко сабијање. На чекићима се остварује динамичко сабијање и назива се ковање, док се на пресамa, где су брзине деформисања мале, остварује статичко сабијање, које се често назива и пресовање. Тако су највеће брзине деформисања за ковачке чекиће  $v_{\max} = 5 - 9 \text{ m/s}$ , за кривајне пресе  $v_{\max} = 0,3 - 0,7 \text{ m/s}$ , и за хидрауличне пресе  $v_{\max} = 0,03 - 0,6 \text{ m/s}$ .

#### Зоне деформисања и клизни конус



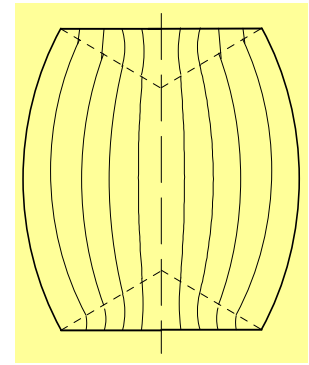
При слободном сабијању без трења тело, после деформисања, задржава сличан геометријски облик. На слици је приказано тело ваљкастог облика пре и после деформисања. Уцртана мрежа показује да се сваки део материјала исто деформисао.

Међутим, на чеоним додирним површинама између материјала обратка и површине притискивача, односно стола машине, постоји спољашње, контактано трење које омета бочно ширење материјала. Уцртана мрежа показује схематски да се поједини делови материјала неједнако деформису.



На телу, које је деформисано са трењем, уочавају се три зоне деформисања (с). Зона I представља зону ометаног ширења због контактаног трења, зона II представља зону бочног ширења и зона III представља главну зону деформисања. При већим степенима деформације на бочним површинама деформисаног тела могу се појавити напони истезања, па чак и пукотине, што је, наравно, непожељна појава.

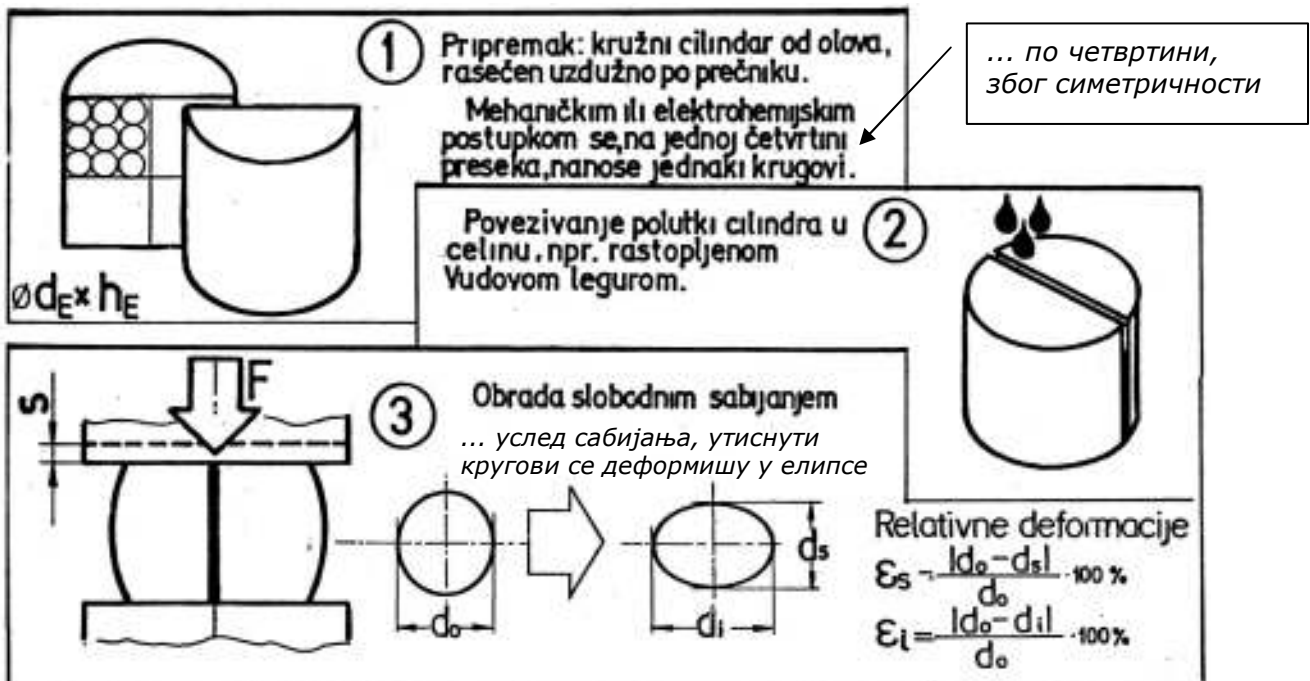
Ако се у пресеку деформисаног тела посматрају влакна материјала, онда се могу уочити превојне тачке. Скуп ових тачака на горњем и доњем делу обратка дефинишу два конуса. Ови конуси приближно одговарају зони ометаног ширења и називају се клизни конуси. На самим ивицама конуса, који скоро као крута тела продиру у материјал, код материјала који нису довољно „ковни“, тј. погодни за обраду ковањем, могу се појавити чак и пукотине. За површину алата са високом квалитетом обрађене површине и за добро подмазивање између алата и материјала, клизни конуси се смањују па могу чак у појединим случајевима да потпуно и нестану.



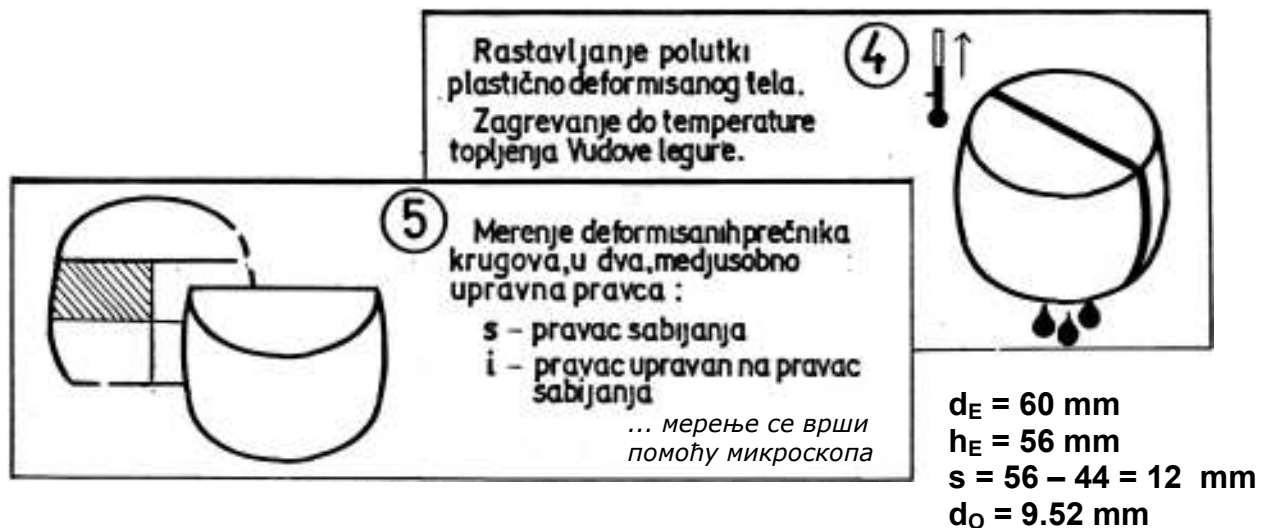
Клизни конус

## Метода кругова

➤ Само једна од метода за испитивање релативних деформација



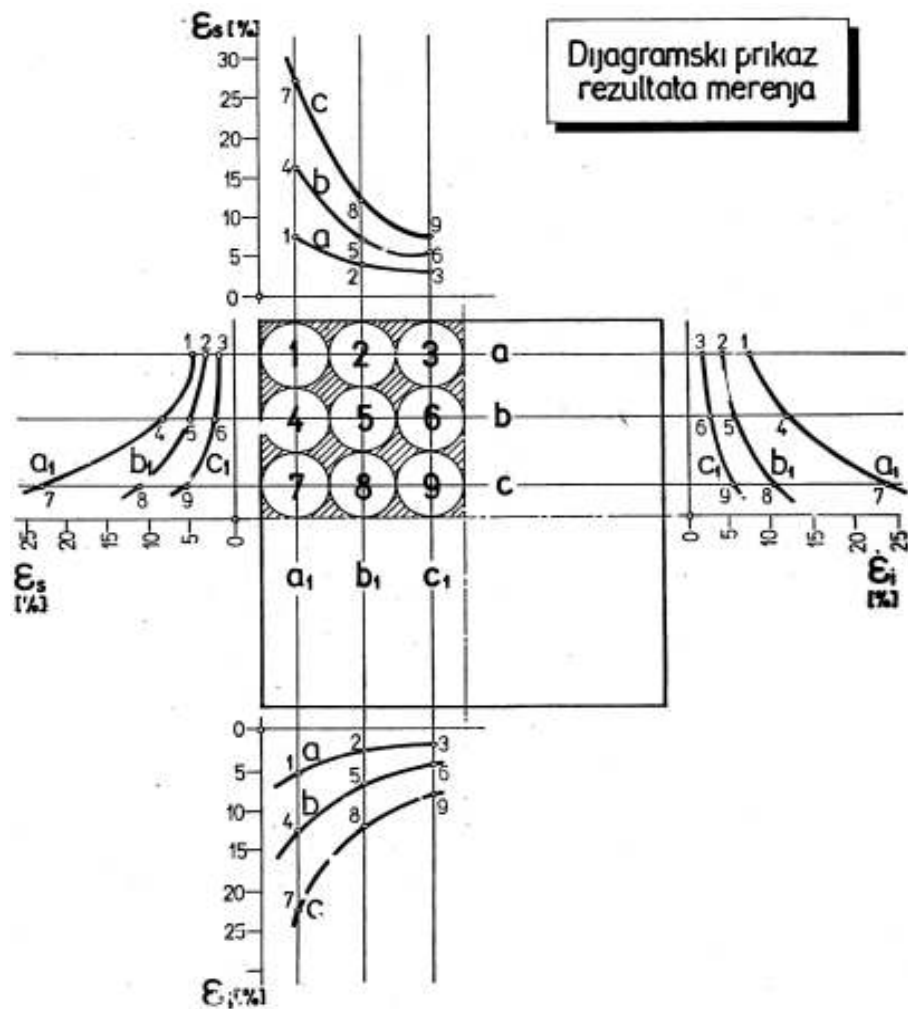
➤ Смањење трења (у зони ометаног ширења) постиже се финијом обрадом притиснутих површина, подмазивањем и/или обрадом у калупима



## Резултати мерења

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$d_s$ [mm]	8.28	8.29	8.54	7.28	6.77	7.07	7.21	7.02	6.92
$d_i$ [mm]	10.29	10.42	10.12	10.08	11.48	11.26	10.16	10.31	11.30
$\epsilon_s$ [%]	13	13	10	23.5	29	26	24	26	27
$\epsilon_i$ [%]	8	9.5	6	6	2.05	18	7	8	19

## Дијаграмски приказ резултата мерења



## **2. ПРИМЕНА ИНДУСТРИЈСКИХ РОБОТА У ТЕХНОЛОГИЈИ МАШИНОГРАДЊЕ**

### **Дефиниција ИР (ISO 8373)**

„Индустријски робот је вишенаменска, репрограмабилна, манипулативна и аутоматски управљана машина, са више степени слободе, која може бити у фиксираним положају или мобилна, а користи се аутоматизоване индуст. апликације”.

### **Значај ИР**

- аспект механизације рада
- подизање нивоа продуктивности
- одржавање константног нивоа квалитета

### **Подсистеми ИР**

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

- 1. Механички систем** (механичка структура, механизам робота, манипулатор)
  - основна функција – успостављања просторних односа између енд-ефектора и радног објекта
  - састоји се из сегмената повезаних обртним или транслаторним зглобовима који су оснажени погонским системима
  - обично је фиксиран за подлогу али може имати и додатне (мобилне) осе или робоколица (АГВ)
- 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-системско изузев у случају пнеуматског погона
  - по начину кретања, управљање може бити: РТР (тачка по тачка), или СР (управљање по контури)
- 4. Погонски систем**
  - има функцију претварања и преноса енергије до појединих оса
  - електрични (најчешће DC), пнеуматски или хидраулични мотори
  - са (код електромотора обавезно) или без преносника
- 5. Мерни систем**
  - унутрашњи сензори који омогућавају мерење положаја и брзине појединих оса (потенциометри, енкодери, ризолвери, тахо-генератори, итд.)
- 6. Сензорски систем**
  - омогућава обухватање утицаја околине, мерење физичких величина и препознавање облика и положаја)

## Техничке карактеристике ИР

### 1. број степени слободе (обично око 5)

- у општем случају потребно је 6 степени слободе кретања да би се тело слободно позиционирало у простору
- прва три степена слободе су основна (минимална) конфигурација (рука) и називају се *степени слободе* или *осе позиционирања*
- друга три степена слободе су *осе оријентисања* и изводе их зглобови шаке
- тзв. *редундантни роботи* имају више од 6 степени слободе – већа могућност заобилажења препрека – тачка у радном простору се може достићи на више од једног начина

### 2. радни простор

- *достизиви радни простор* је онај кога врх енд-ефектора може достићи
- *радни простор вештине* је део достизивог радног простора који енд-ефектор може достићи у произвољној оријентацији

### 3. носивост (мала, средња, велика)

### 4. тачност достизања крајње позиције (тачност позиционирања врха работа, 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 сензор пута може да региструје – у повратној спрези са управљачком јединицом

### 7. брзина

- мањи габарити – веће брзине

## 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)

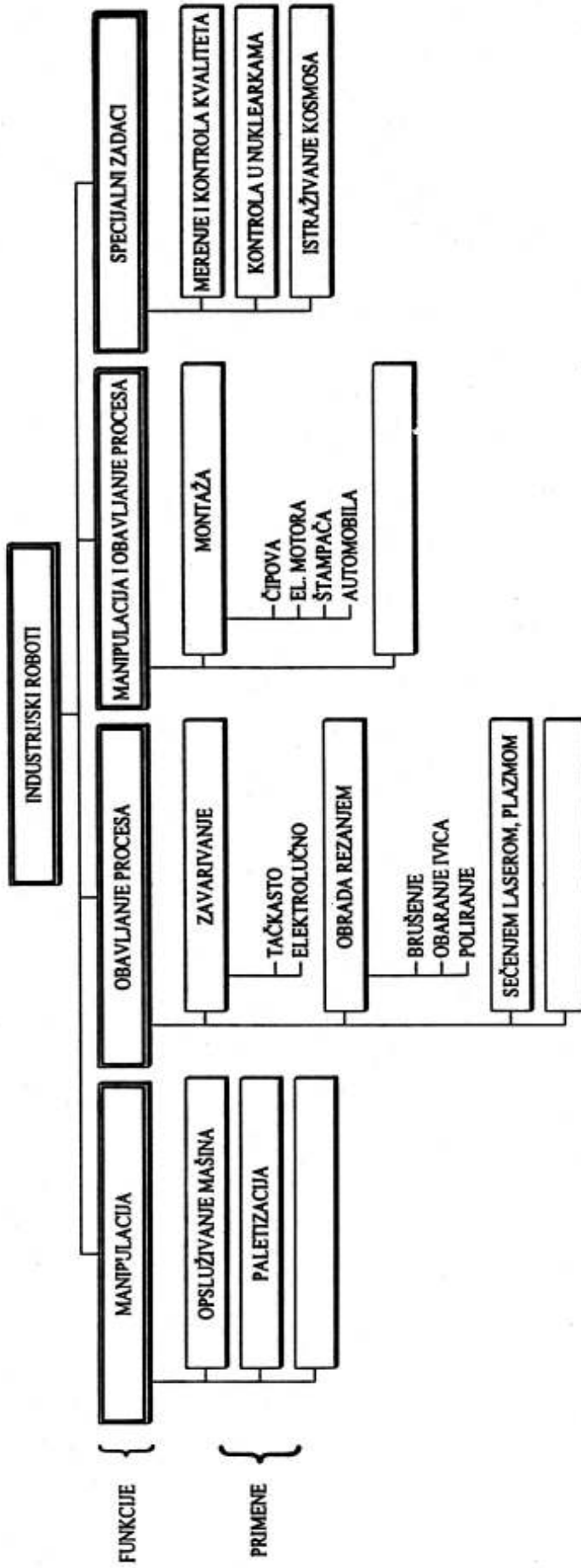
- *предности* – мањи губитак радног времена, могућност симулације
- *мане* – сложеност, потребан висок степен стручне спреме оператера

## Класификација ИР према нивоу управљања

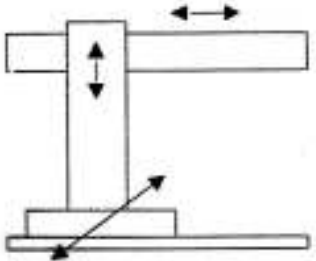
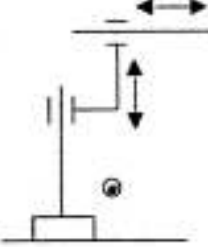
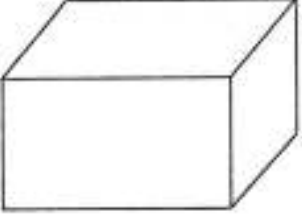
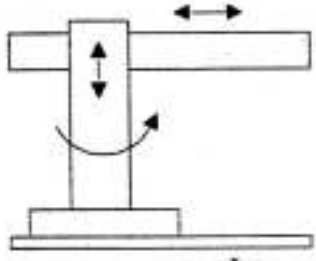
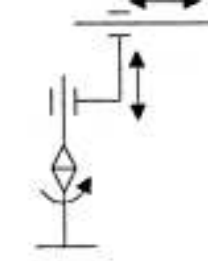
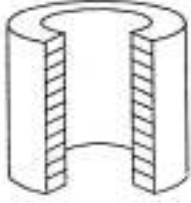
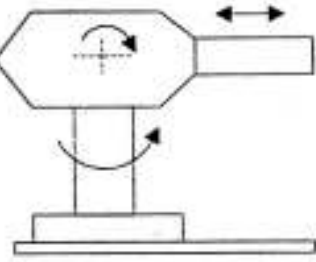
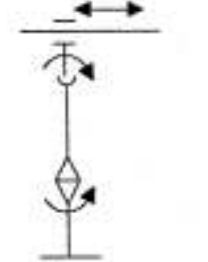

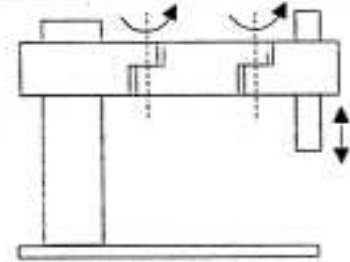
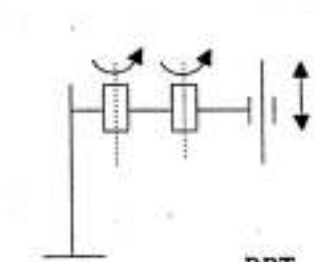

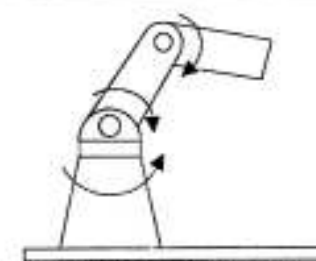
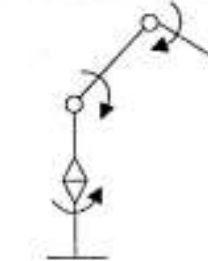

1. **ручни манипулациони уређаји:** су уређаји са неколико степени слободе којима управља човек;
2. **секвенцијални роботи:** манипулациони уређаји са фиксним или променљивим секвенцијалним управљањем (тешко се програмирају);
3. **повнављајући (play-back) роботи:** оператор извршава задатак водећи робот који меморише трајекторије које се касније понављају;
4. **НУ роботи:** програмирају се текстуалним језицима слично као НУМА;
5. **адаптивни роботи:** коришћењем сензорске информације и вештачке интелигенције (AI) ови роботи разумеју задатак и околину и доносе одлуку у реалном времену.

Класификација ИР са становишта функције и примене

KLASIFIKACIJA IR SA STANOVIŠTA FUNKCIJE I PRIMENE:



## Основне конфигурације индустријских робота

RASPORED OSA OSNOVNE KONFIGURACIJE	KINEMATSKA ŠEMA	RADNI PROSTOR
 <p data-bbox="177 636 547 689"><b>KARTEZIJSKA DEKARTOVA KONFIGURACIJA</b></p>	 <p data-bbox="874 636 927 667">TTT</p>	
 <p data-bbox="177 972 547 1025"><b>POLARNOCILINDRIČNA KONFIGURACIJA</b></p>	 <p data-bbox="874 958 927 990">RTT</p>	
 <p data-bbox="177 1308 547 1361"><b>SFERIJA KONFIGURACIJA</b></p>	 <p data-bbox="874 1294 927 1326">RRT</p>	
 <p data-bbox="177 1644 547 1704"><b>HORIZONTALNA ZGLOBNA (LAKTASTA) KONFIGURACIJA</b></p>	 <p data-bbox="874 1644 943 1704">RRT (TRR)</p>	
 <p data-bbox="177 1986 547 2047"><b>VERTIKALNO ZGLOBNA (LAKTASTA) ANTROPOMORFNA</b></p>	 <p data-bbox="895 1986 954 2018">RPR</p>	

## **Дворуки пнеуматски робот LOLA RPD 125**

- носивост 1.25 daN
- робот прве генерације – нема елементе брзине и позиције, управљање помоћу граничника и граничних прекидача
- служи за опслуживање преса (до три пресе одједном, ако је обрада у више операција)
- поларно-цилиндрична конфигурација
  - радни простор – исечак шупљег цилиндра
  - 4 степена слободе
    - подизање и спуштање руку
    - извлачење и увлачење руку
    - ротација руку око вертикалне осе
  - +
  - ротација леве шаке
  - (степање обратка се не рачуна у број степени слободе)
- режими рада
  - ручно вођење
  - програмирање обучавањем (ручно одрадимо неку секвенцу, па је меморишемо)
  - циклично понављање те секвенце (непрекидно-аутоматски)
- има искључиво РТР управљање
- могу се подешавати брзине и дужине увлачења руку

## **Индустријски робот RG01 GOŠA**

- робот друге генерације – има могућност управљања позиције (дужинске и угаоне) и брзине – нема граничнике, већ сензоре на сваком зглобу
  - *енкодере*, за мерење угла
  - *тахо-генераторе*, за мерење угаоне брзине
- мерни системи се налазе у продужетку оса електромотора
- примена за електролучно заваривање
- вертикална зглобна лактаста антропоморфна конфигурација (RRR)
  - 6 степена слободе
    - ротација у бази
    - ротација у рамену
    - ротација у лакту
  - +
  - пропињање енд-ефектора (ротац. око попречне хоризонталне осе)
  - ваљање енд-ефектора (ротација око уздужне осе)
  - нагињање енд-ефектора (ротација око попречне вертикалне осе)
  - у степене слободе се не рачуна померање по поду
- сви ротациони зглобови имају кочнице да би се спречио утицај гравитационих момената на стабилност (равнотежу) робота када је искључен
- има серво-управљање по свим осама
- може да детектује само крајњу позицију
- не постоји спољашњи сензорски систем (у смислу интеракције са спољашњом околином)
- динамичко уравнотежавање се врши пнеуматским цилиндрима и зглобним четвороуглом, да би завршну позицију досегао без амплитуда и подрхтавања
- управљање
  - on-line – помоћу џојстика