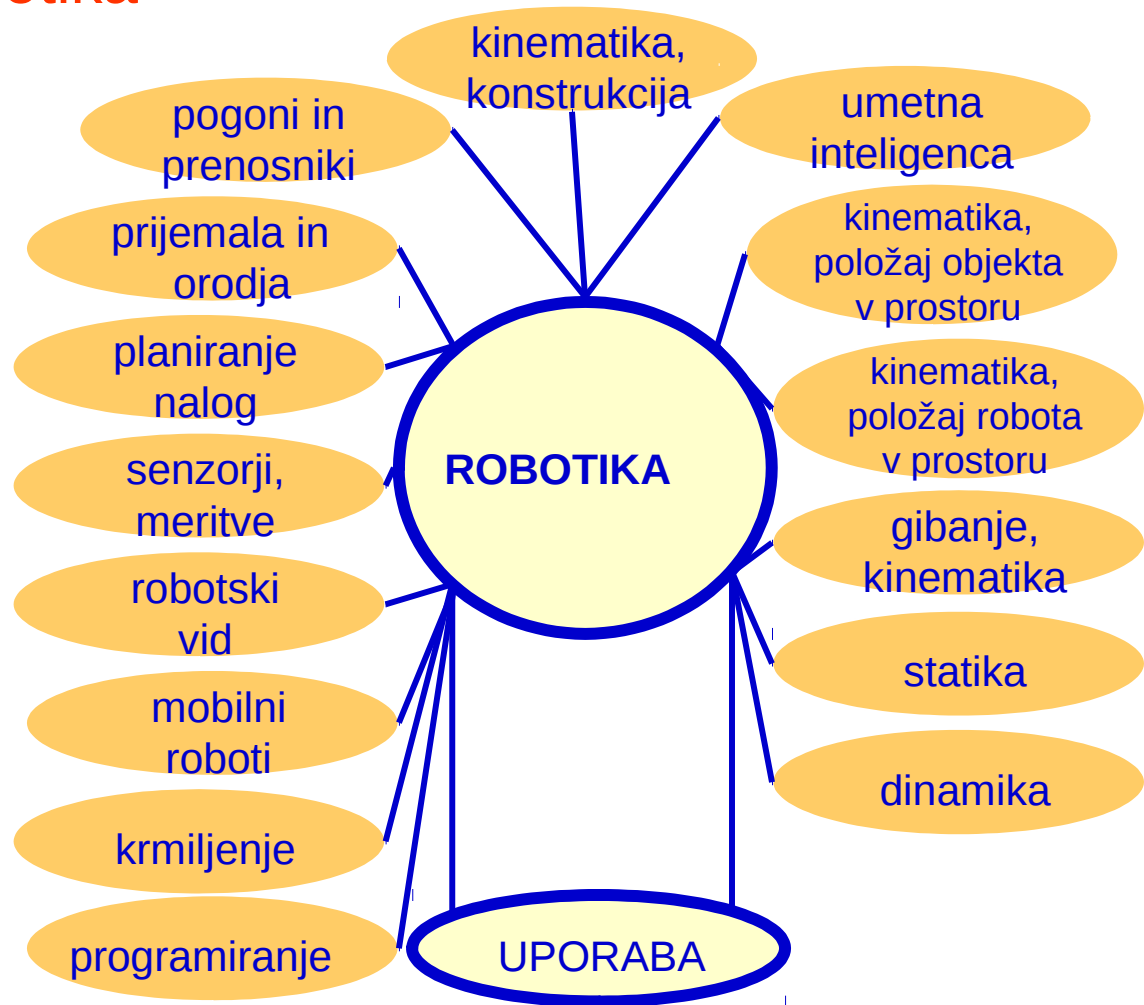


Robotika

je tehniška disciplina, ki vključuje:

- Razvoj, konstruiranje, izdelavo, krmiljenje in programiranje robotov.
- Uporabo robotov za reševanje problemov.
- Študij procesov krmiljenja, senzorjev in algoritmov, ki so znani za človeka, živali ali stroje.
- Uporabo teh procesov krmiljenja in algoritmov za razvoj in načrtovanje robotov.



McKerow 1986

Discipline na področju robotike

Industrijski roboti - opredelitev

- Elektronsko vodena naprava, ki enakomerno opravlja vnaprej programirana, pogosto človekovemu zdravju škodljiva dela (SSKJ).
- Mehanski sistem, ki se giblje podobno kot človek oziroma živi organizem in povezuje gibe z inteligentnimi funkcijami, ki sledijo kot odgovor na človekovo voljo. V tem kontekstu je sposoben razpoznavati, ocenjevati, se prilagajati ali se učiti (Noe 1998).
- Več operacijska naprava, ki jo je mogoče programirati, izdelana za premikanje materiala ali orodij v prostoru z vnaprej programiranimi gibi določenimi z predvideno nalogo (Schlssel 1985).
- Robot je stroj, ki je programiran za različne naloge na podoben način kot je računalnik elektronsko vezje, ki je programirano za različne naloge. (McKerrov).
- Robot je inteligentna povezava zaznavanje in izvajanja (perception to action) (Brady 1985).

Industrijski roboti - opredelitev

- Vzdrževalci: Zbirka mehanskih in elektronskih komponent.
- Sistemski inženirji: Več integriranih podsistemov.
- Programerji: Stroj, ki ga je treba programirati.
- Proizvodni inženirji: Stroj, ki lahko izvaja predvidena opravila.
- Razvojniki in znanstveniki: Mehanizem, ki je bil zgrajen za testiranje njihovih hipotez.

Industrijski robot kot sistem po *McKerrow-u*:

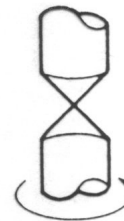
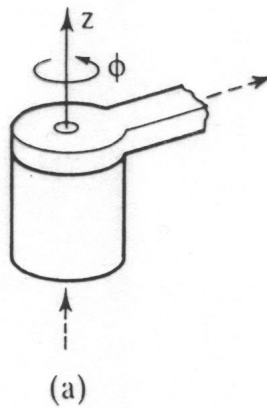
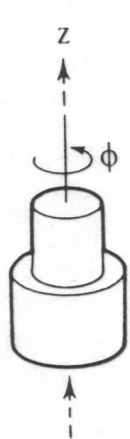
- Mehanski podsistem (členki, povezave, orodja, prijemala, zapestje, zavore, prenosniki, kolesa, ogrodje).
- Električni podsistem (motorji, vmesniki, računalniki, komunikacijske povezave, oskrba z elektriko).
- Podsistem okolje (okolje, ljudje, tovarna, naloge, ki jih mora robot opravljati, drugi roboti).
- Senzorski podsistem (notranji – za položaj, hitrost, momenti, sile in zunanji senzorji – vid, tip, glas, kemični).
- Programski podsistem (orodja za načrtovanje zaznavanja, vključitev senzorjev, modeliranje sveta, modeliranje in planiranje nalog, planiranje trajektorij, izogibanje kolizije planiranje prijemanja).
- Krmilni podsistem (krmilne zanke, krmiljenje gibov, krmiljenje procesa, transformacije koordinat).

Mehanski podsistem – struktura industrijskih robotov

- Industrijski roboti – IR so sestavljeni iz več členkov in povezav.
- Členek IR je identičen človeškemu članu; dovoljuje relativno gibanje dveh togih teles, ki se stikata.
- Členek zagotavlja IR tako imenovano prostostno stopnjo – (degree of freedom).
- Povezava – “link” je toga povezava dveh členkov ali členka in prijemala. Vsak členek ima dve povezavi – vhodno in izhodno povezavo. Naloga členka je, da omogoča krmiljeno relativno gibanje med vhodno in izhodno povezavo.
- Struktura IR je opredeljena z vrsto členkov in vrsto povezav med njimi.
- Število členkov – osi je enako številu prostostnih stopenj IR.
- Mobilnost robotov opredeljuje vrste in število členkov.
- Delovni prostor je določen z vrsto členka, dolžino giba oziroma koti zasuka izhodne povezave in vrsto ter dolžino povezave.

Montaža – kinematična struktura IR in pritrditve

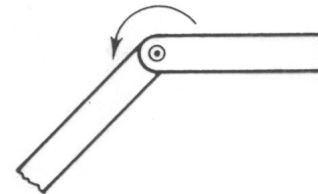
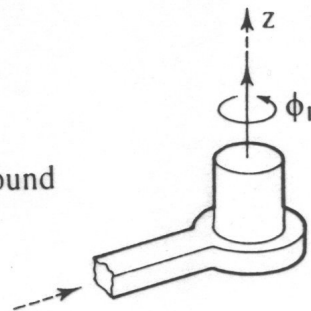
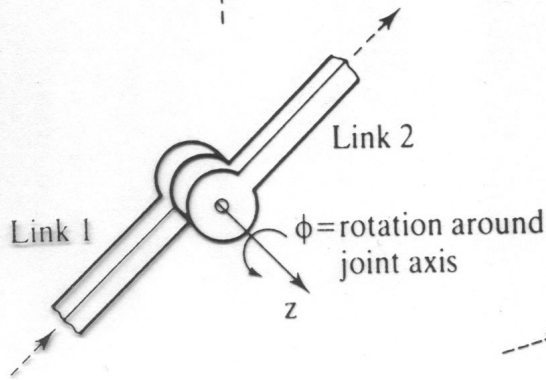
- Vrste členkov: linearni, rotacijski. Vsak členek pomeni eno prostostno stopnjo.
- Industrijski robot ima najmanj tri členke – prostostne stopnje.
- Glede na vrsto členkov so industrijski roboti: kartezični, cilindrični, polarni, antropomorfni – členkasti, SCARA, nihajoči. Oznake prostostnih stopenj.
- Zapestje robotov – poimenovanje osi (roll – vrtenje, pitch in yaw – nihanje).
- Delovni prostor, velikost, oblika.
- Okrovi in oblike – prosto stoječi, prosto stoječi premični, viseči (portalni), vertikalno pomični.
- Več osni členkasti roboti.



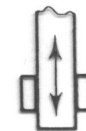
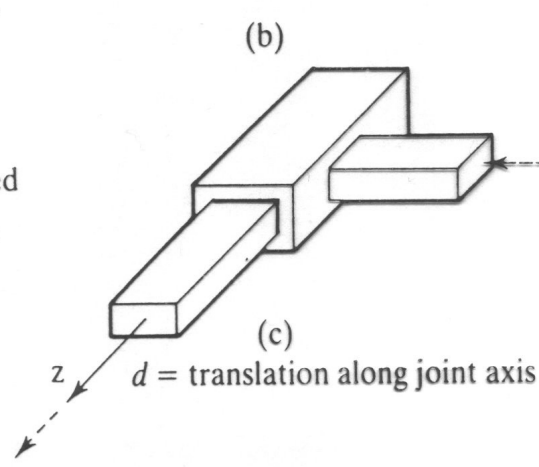
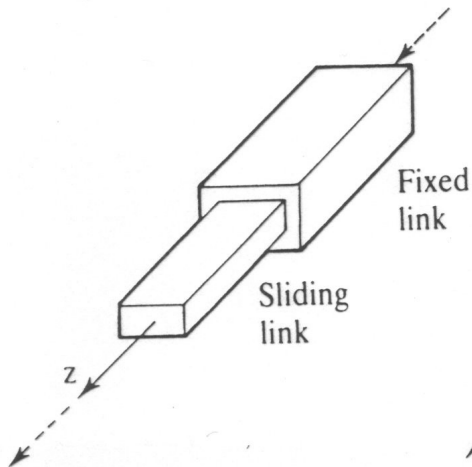
Členek: stik dveh togih teles, prostostna stopnja robota

Rotacijski členki

Linearni členki



(b)



← = joint axis
 ← - - - = link axis

kartezični

cilindrični

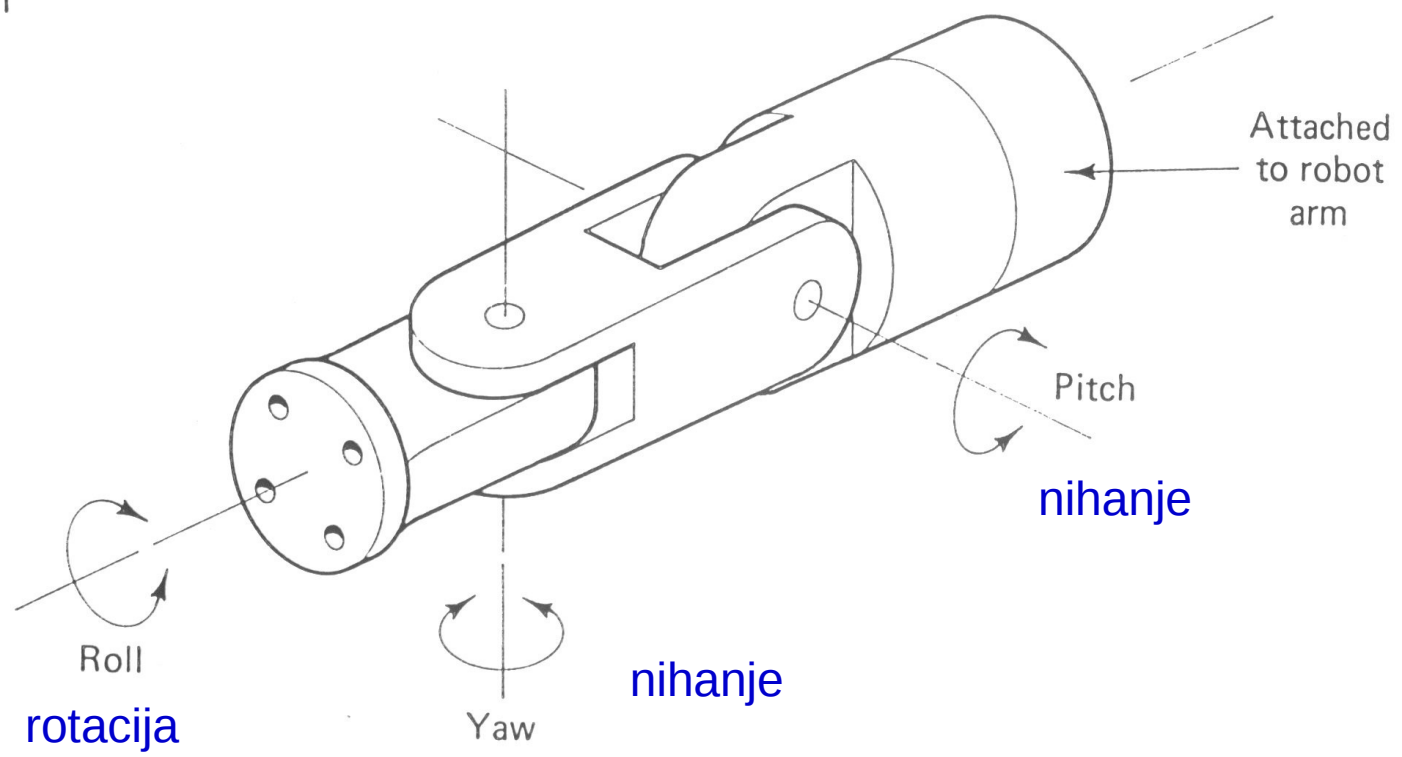
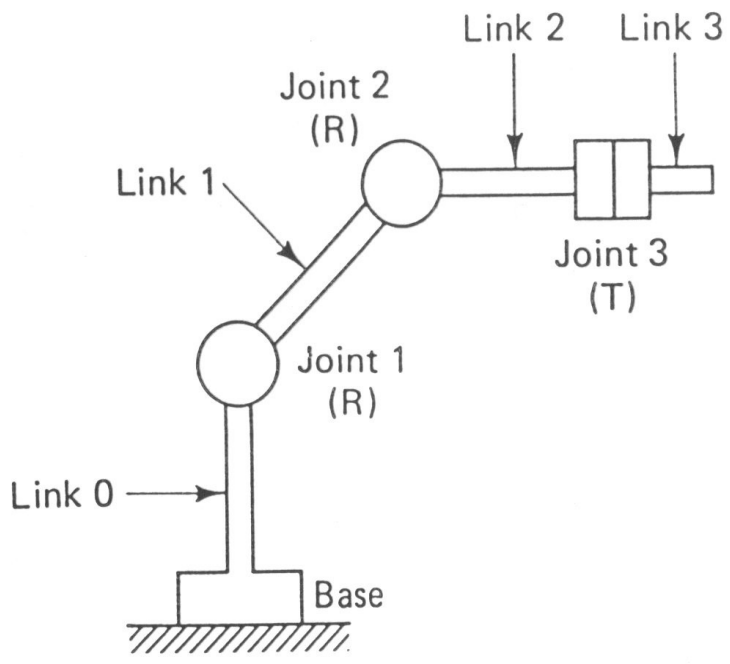
SCARA

Členkasti

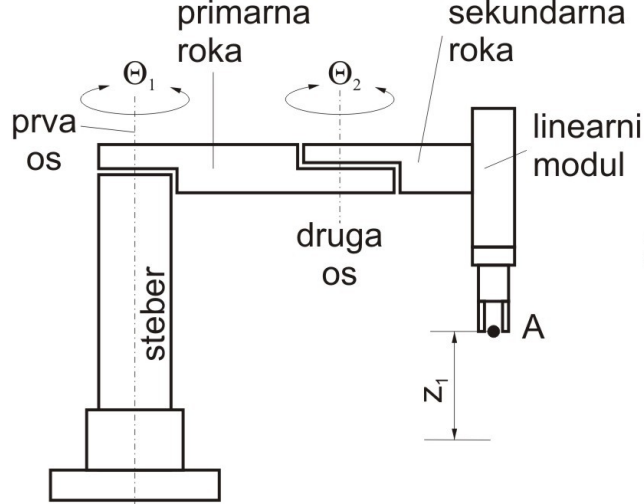
Vrsta osi	3 translacije	3 translacije 1 rotacija	1 translacija 2 rotaciji	1 translacija 2 rotaciji	3 rotacije
Kinematična zgradba glavnih osi					
Nadomestna kinematična slika z oznako osi					
Delovni prostor	 oblika kvadra	 oblika cilindra	 sferičen	 oblika cilindra	 podoben torusu v obliki krogle

Kinematična zgradba industrijskih robotov

Zapestje robota – tri dodatne prostostne stopnje



Delovni prostor SCARA robota

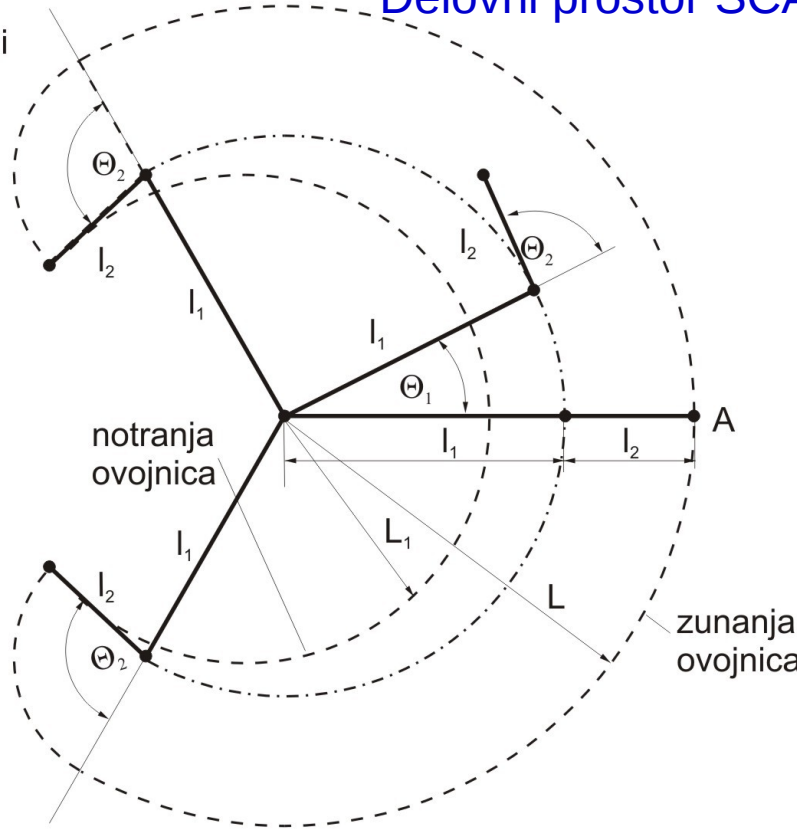


Θ_1 - kot zasuka primarne roke
 Θ_2 - kot zasuka sekundarne roke
 z_1 - gib v Z osi

L - maksimalni doseg
 L_1 - minimalni doseg
 l_1 - dolžina primarne roke
 l_2 - dolžina sekundarne roke

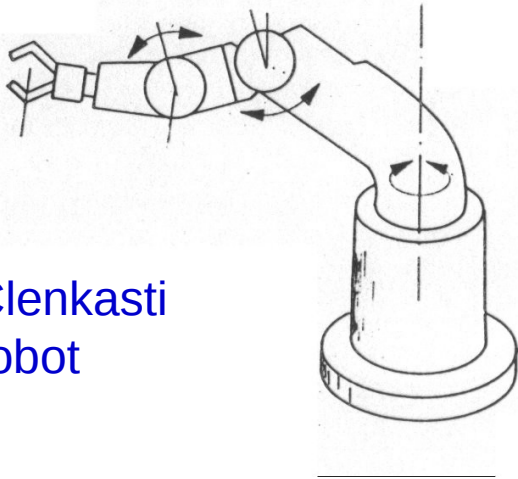
$$L = l_1 + l_2$$

$$L_1 = \sqrt{l_1^2 + l_2^2} \cdot 2l_1 \cdot l_2 \cdot \cos \Theta_2$$

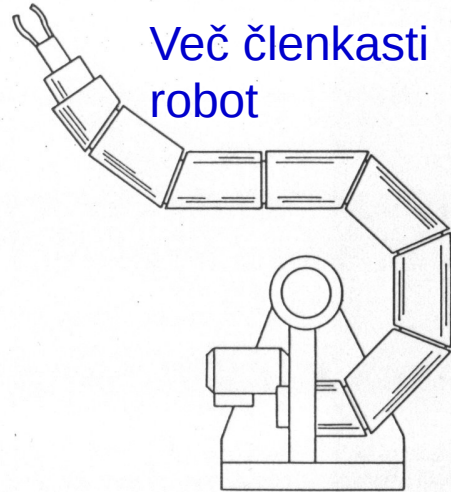


Način postavitve in pritrditve robotov: Prosto stoječi roboti

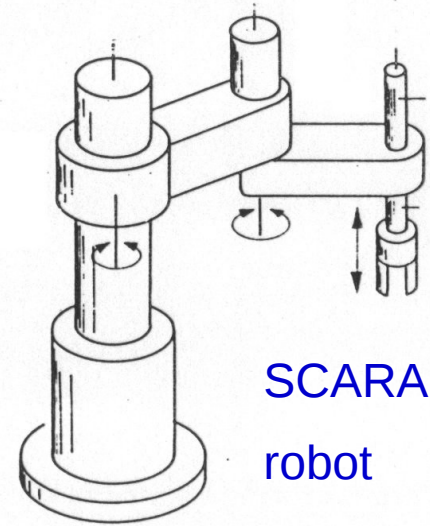
Členkasti robot



Več členkasti robot



SCARA robot



E2C351 SCARA Robots

10 Micron Repeatability!

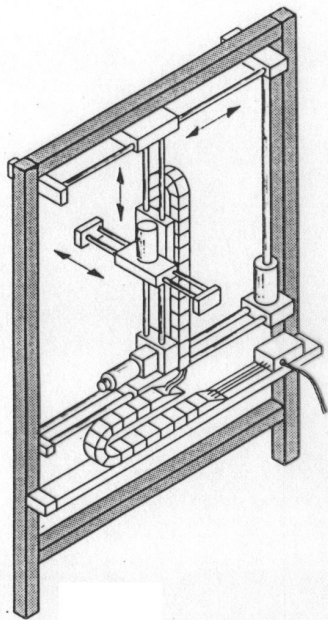
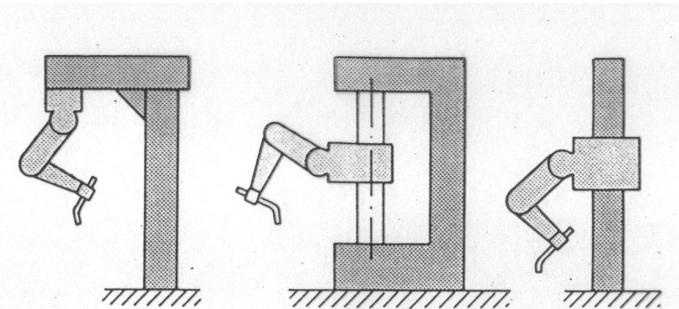
EPSON
E2C351S

EPSON
E2C351SM
(wall mount)

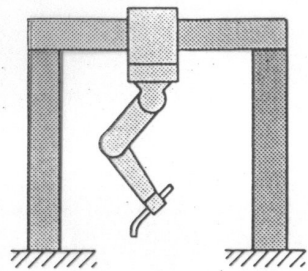
UL LISTED US CE

This advertisement for Epson E2C351 SCARA robots features two models: the E2C351S, a floor-standing robot, and the E2C351SM, a wall-mounted robot. Both robots are white with black cables and are shown in a clean, professional setting. The advertisement highlights a key feature: 10 Micron Repeatability, which is emphasized in a yellow starburst graphic. The Epson logo is prominently displayed on both robots. At the bottom left, there are certification marks for UL LISTED US and CE.

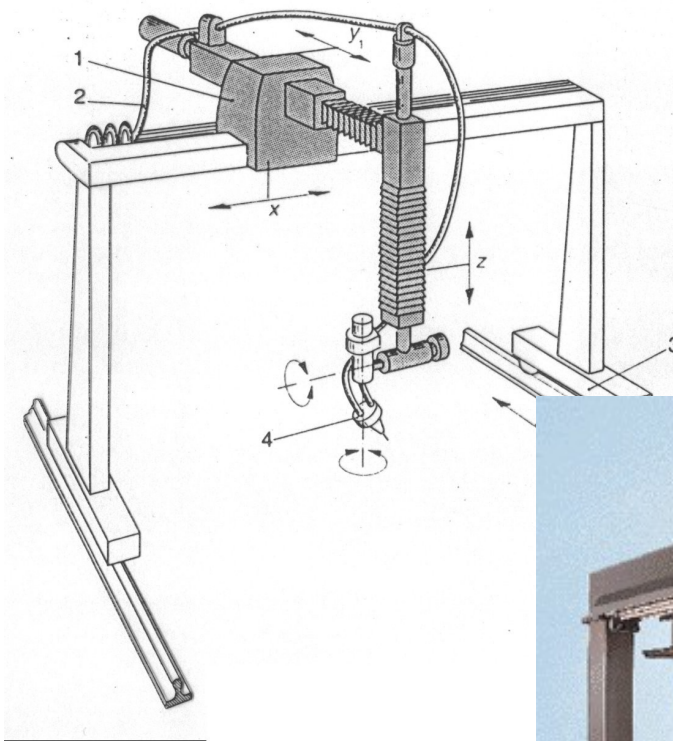
Konzolna pritrditvev

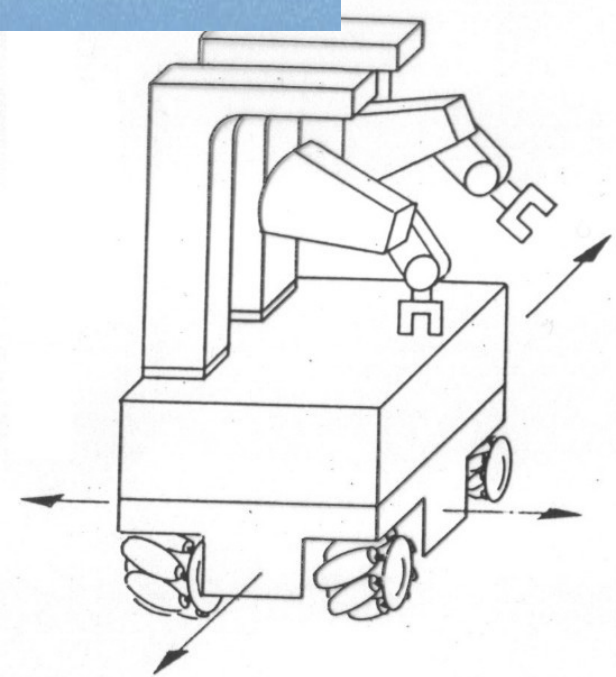
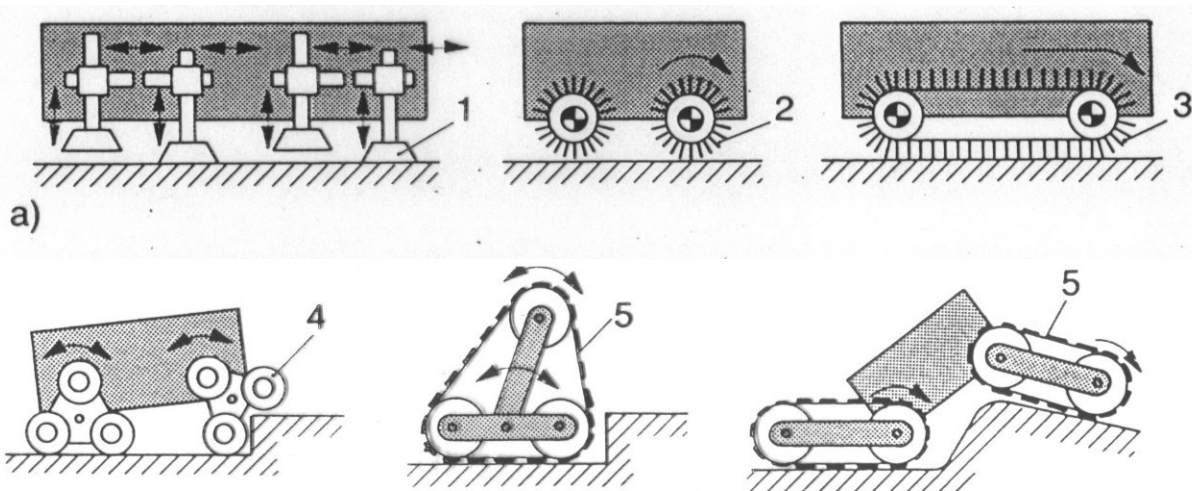
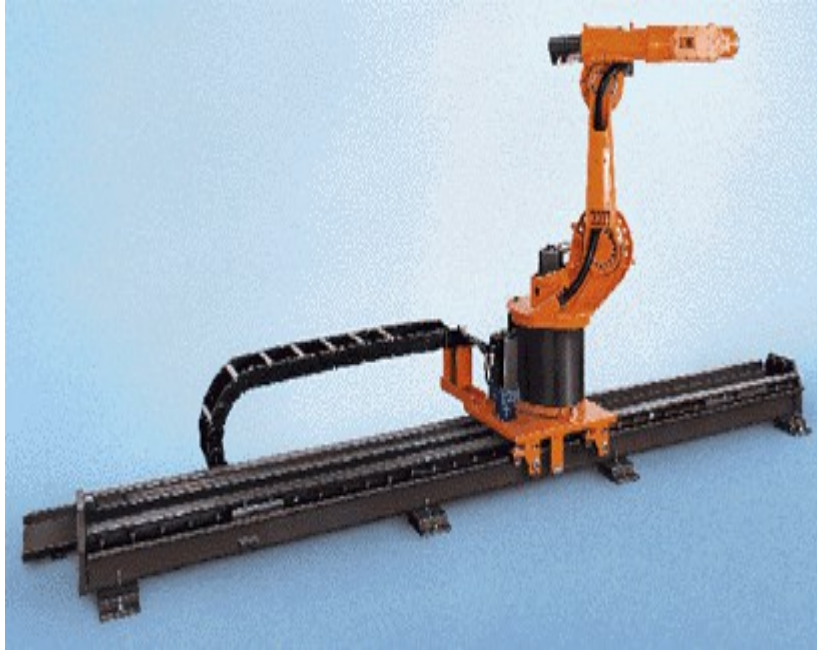
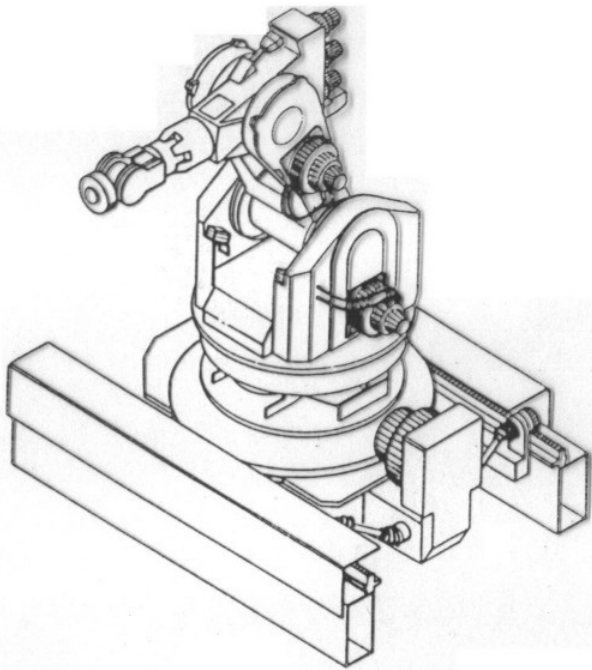


Vertikalno pomični roboti



Portalni roboti





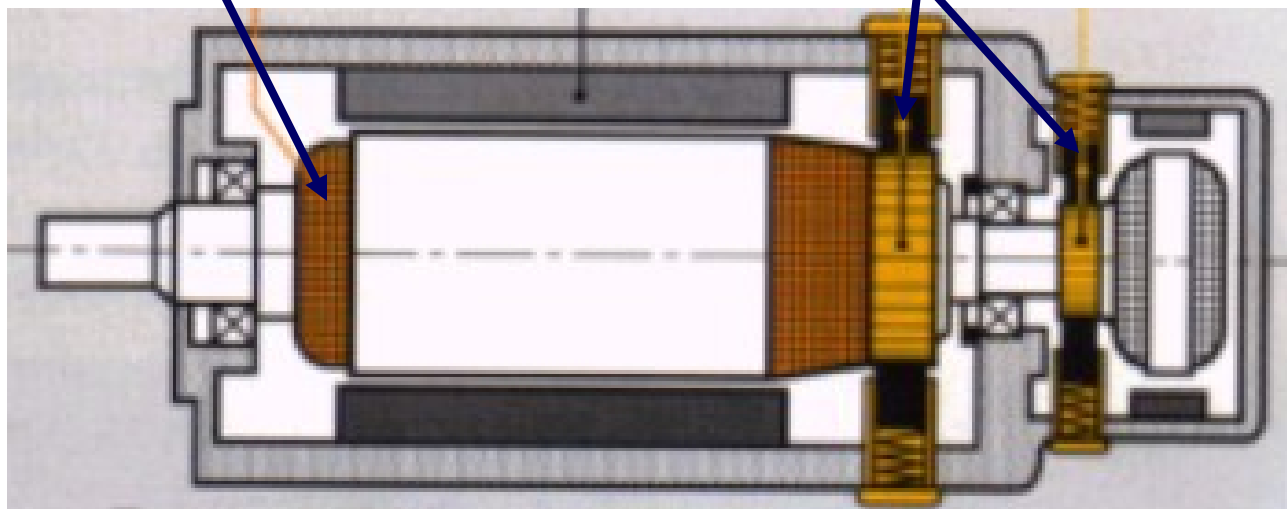
Industrijski roboti - pogoni

Izvedbe pogonov	Prednosti	Slabosti
<p>Električni:</p> <ul style="list-style-type: none">➤ Koračni motorji➤ Enosmerni DC➤ Asinhronski servomotorji➤ Linearni motorji	<p>Velika hitrost in natančnost, uporaba kompleksnih krmilnih tehnik, hiter razvoj novih modelov, servomotorji imajo velik zagonski moment, malo težo in hiter odziv</p>	<p>Pri velikih hitrostih majhen moment, nujen prenos preko reduktorjev, niso povsem eksplozijsko varni, pregrevanje, zavore za varovanje v danem položaju</p>
<p>Pnevmatični:</p> <ul style="list-style-type: none">➤ Pnevmatični valji➤ Pnevmatični več položajni valji➤ Zasučni valji	<p>Ceneni, velike hitrosti, primerni za linearne gibe, pri nemazanem zraku ne onesnažujejo okolja, pogosto razpoložljiva energija v tovarni, možna modularna gradnja, pri preobremenitvi se ustavi brez škode</p>	<p>Stisljivost zraka, omejeno krmiljenje pozicije, hrup pri odzračitvi, težave s krmiljenjem hitrosti in sile</p>
<p>Hidravlični:</p> <ul style="list-style-type: none">➤ Hidravlični motorji➤ Hidravlični valji	<p>Velike sile, razmerje med maso in silo je ugodno, majhne hitrosti, olje je nestisljivo, hiter odziv, servopogoni</p>	<p>Drag pogon, problemi pri vzdrževanju, težave pri puščanju, niso primerni za miniaturizacijo, niso primerni za kratke delovne cikle.</p>

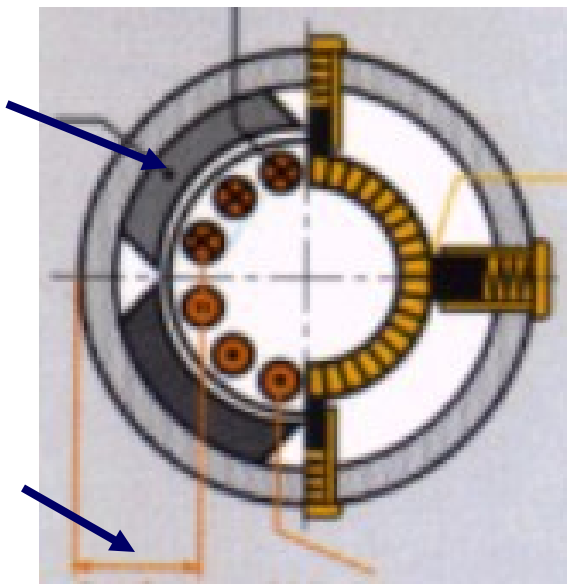
Enosmerni servomotor

Močnostno navitje na rotorju

Krtačke na rotorju in tahogeneratorju



Stator s permanentnim magnetom



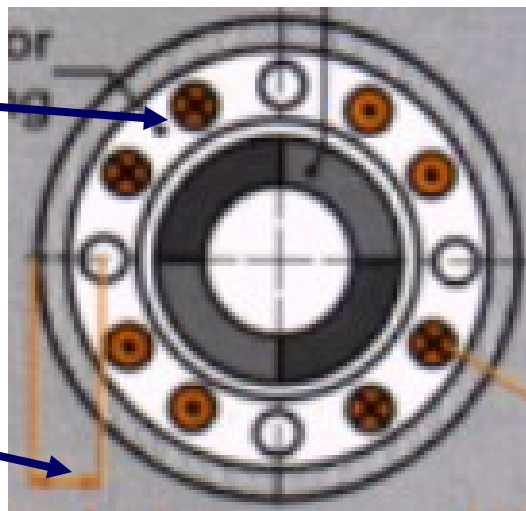
Slabo odvajanje toplote

LAS IMI

Trofazni asinhronski servomotor

Močnostno navitje na statorju

Dobro odvajanje toplote



Taho in endkoder brez krtačk

Rotor s permanentnim magnetom

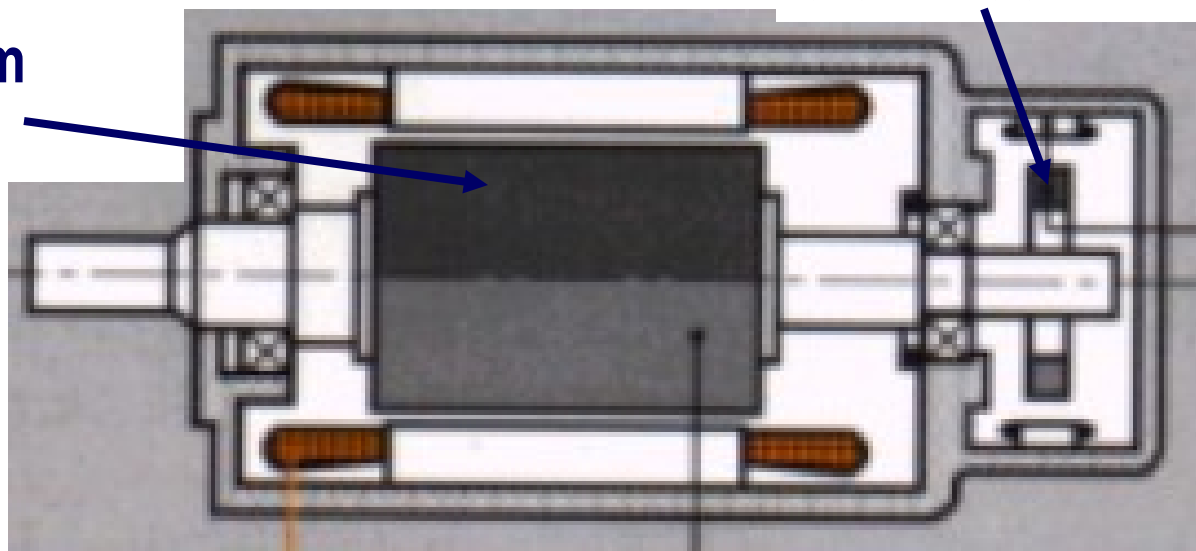
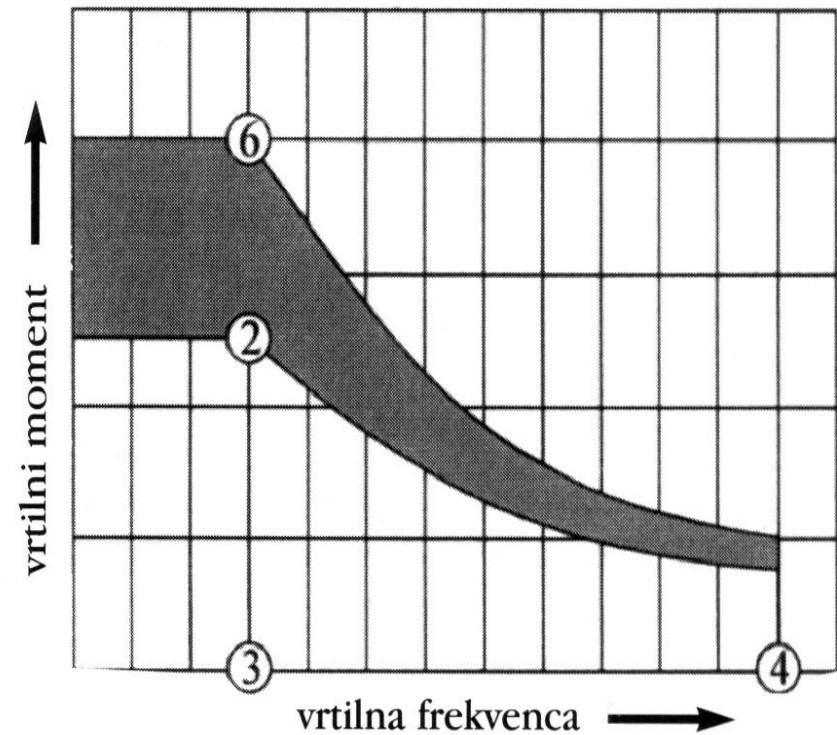
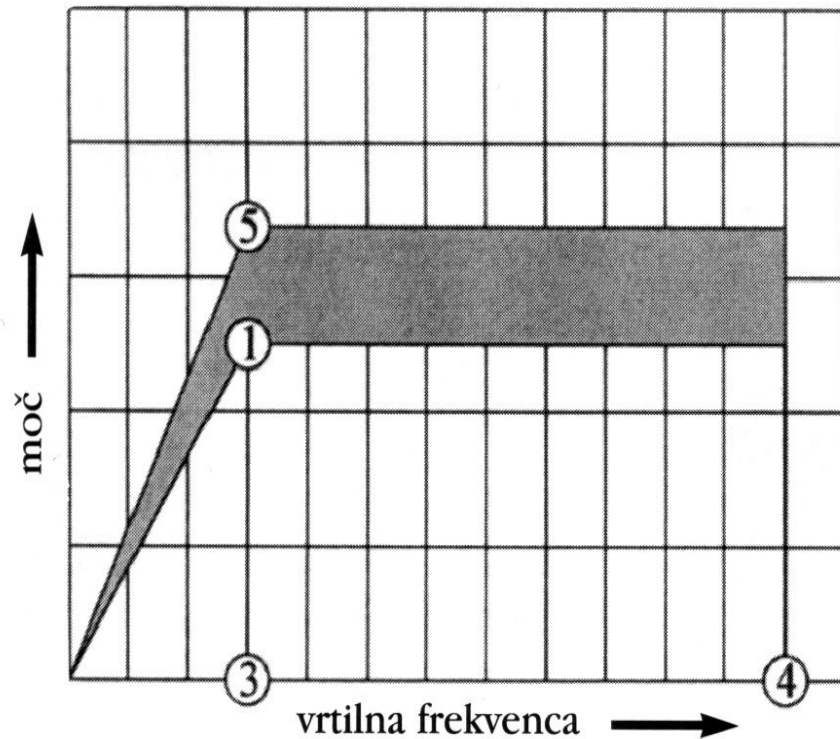
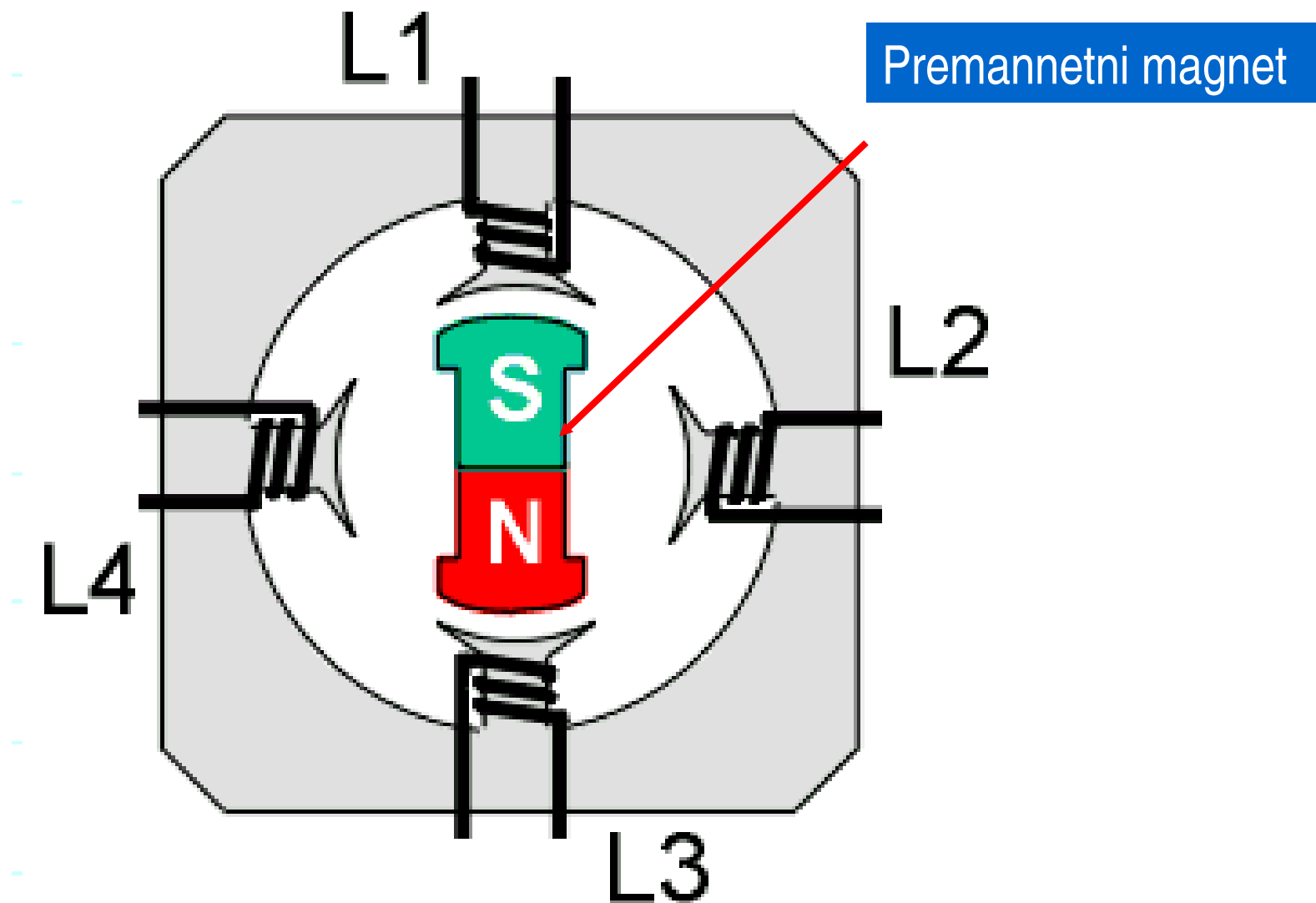


Diagram moči in momenta motorja za asinhronski trofazni motor - glavni pogon



Koračni motor, L1 do L4 navitje

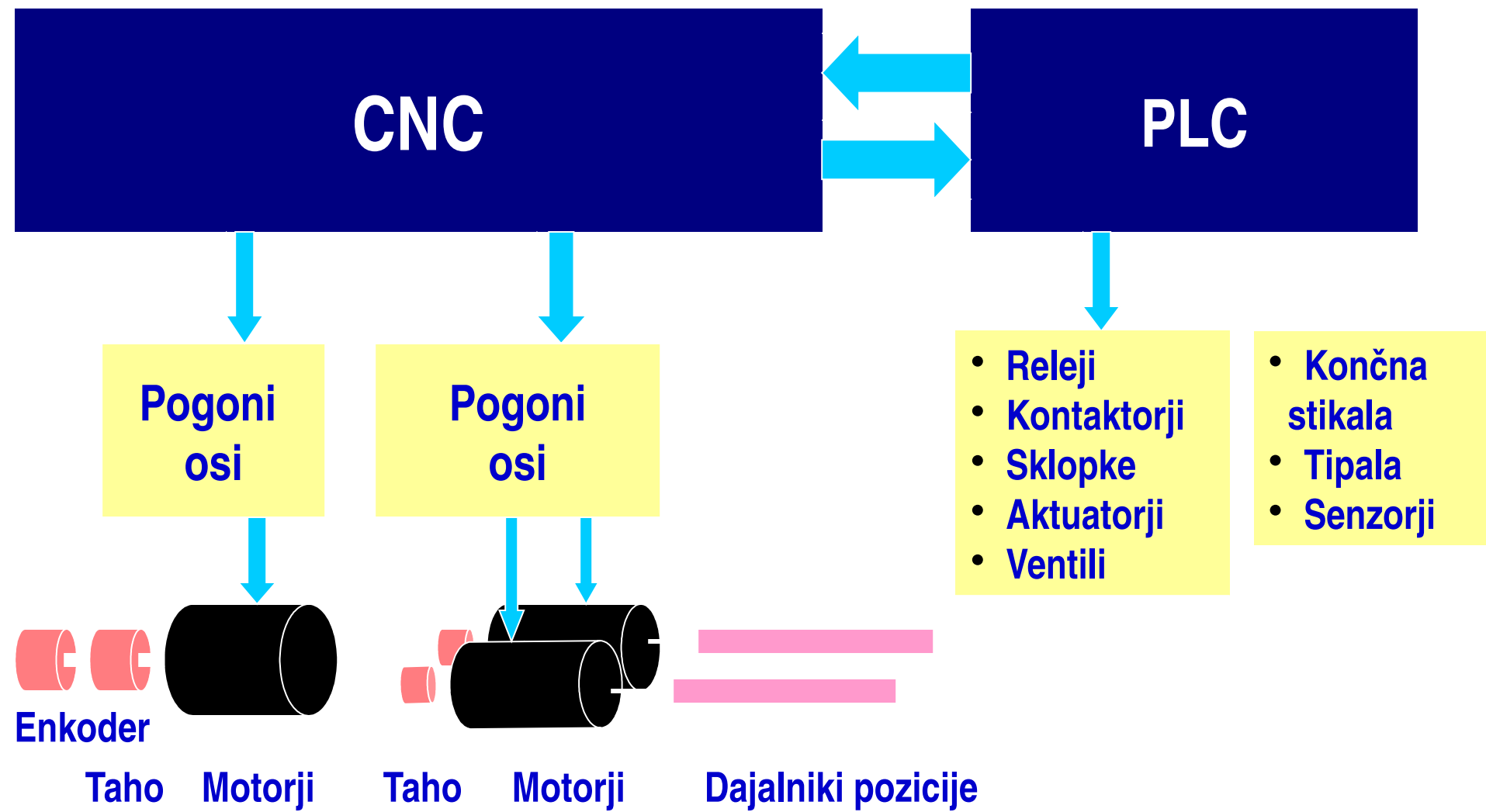


Industrijski roboti v montaži

Krmiljenje robotov:

- Naloga krmilja robota je časovno, prostorsko in natančno usklajeno delovanje posameznih osi robota in efektorjev (prijemal, orodja) tako kot je to v programu za delovanje robota določeno.
- Krmilje je lahko pnevmatično, elektropnevmatično, elektrohidravlično ali elektronsko.
- Robotsko krmilje je predvsem krmiljenje pozicije in krmiljenje hitrosti gibanja.
- Vrste krmilja - odprta krmilna veriga, regulacijska veriga.
- Blokovna shema regulacije položaja robota (regulacijska tehnika).

Komponente krmilja robotov



Industrijski roboti v montaži

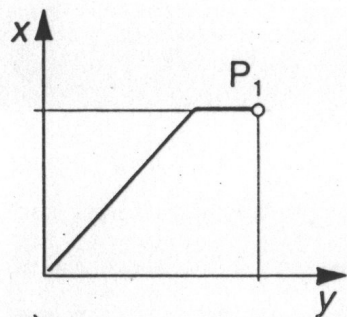
Krmiljenje robotov:

- Koordinatni sistemi in baze (koordinatni sistem robota, delovne koordinate, koordinate senzorjev, koordinatni sistem periferije, ničlišče, referenčne točke).
- Transformacije koordinat in geniriranje poti.
- Vrste gibanja.
- Pnevmatična in hidravlična krmilja.
- Zgradba računalniškega krmilja.

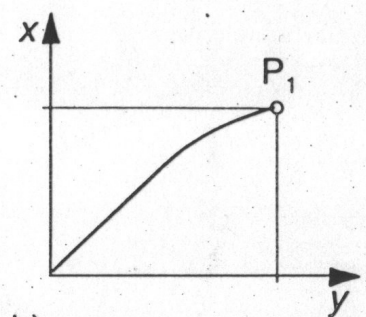
Industrijski roboti v montaži

Vrste gibanj robotov:

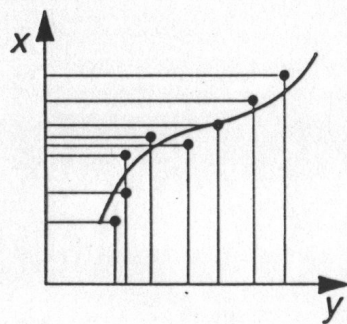
- PTP – od točke do točke
- Sinhrono PTP
- Večtočkovno PTP
- Zvezno – CP continuous path z linearno, cirkularno ali parabolično interpolacijo



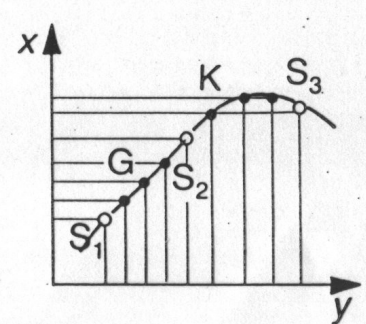
a)



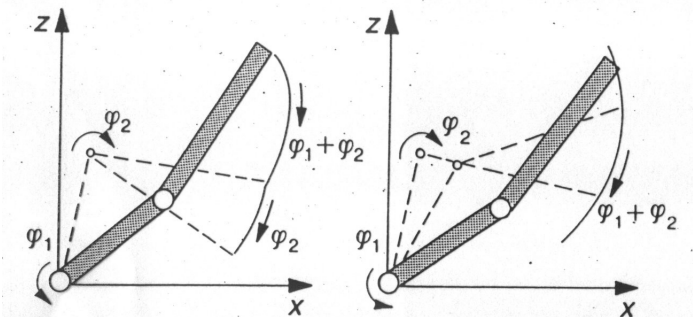
b)



c)

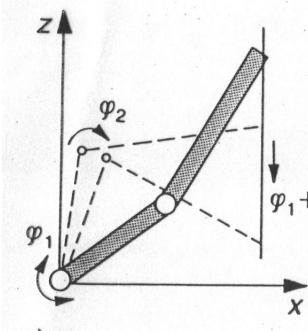


d)



a)

b)



c)

- a) Einfach-PTP
- b) Synchron-PTP
- c) CP mit Linearinterpolation
- φ_i Winkel je Zeiteinheit

Gibanje kartezičnega robota v dveh oseh.

a) enostavno gibanje od točke do točke, vsak motor se giblje z največjo hitrostjo.

b) Enostavno gibanje od točke do točke, hitrosti gibanja motorjev so prilagojene tako, da obe osi prideta v točko P1 skoraj istočasno – sinhrono gibanje obeh osi.

c) Večtočkovno gibanje od točke do točke PTP

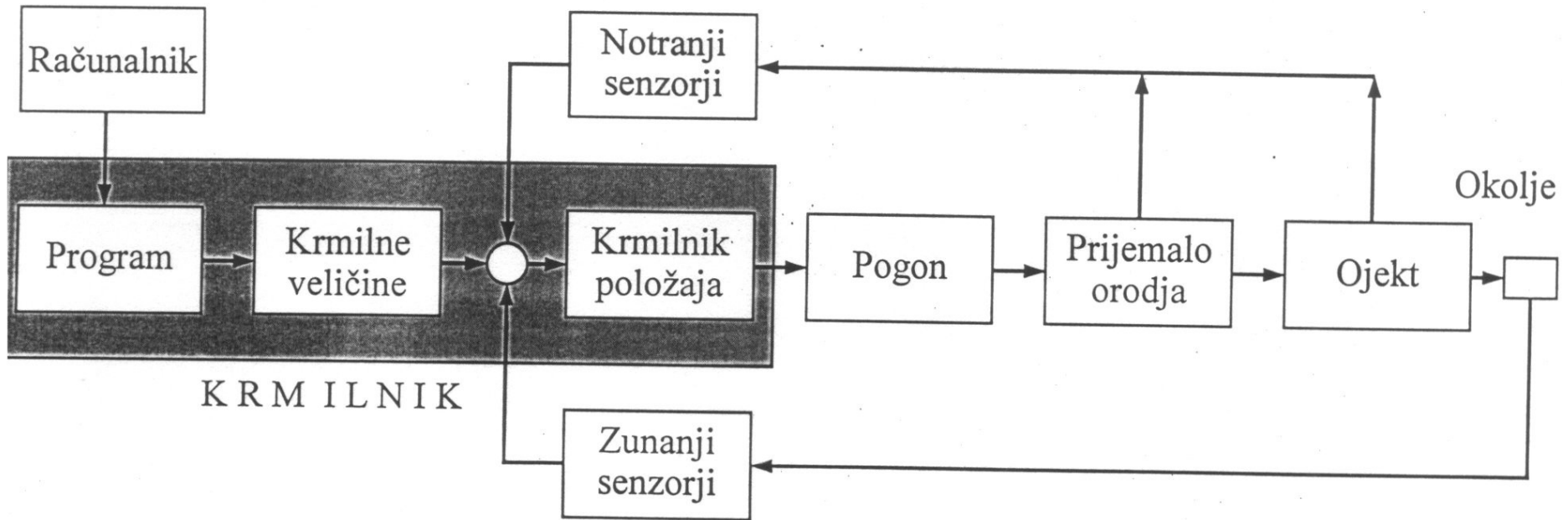
d) Večtočkovno sinhrono gibanje PTP

Gibanje členkastega robota z dvema rotacijskima osema

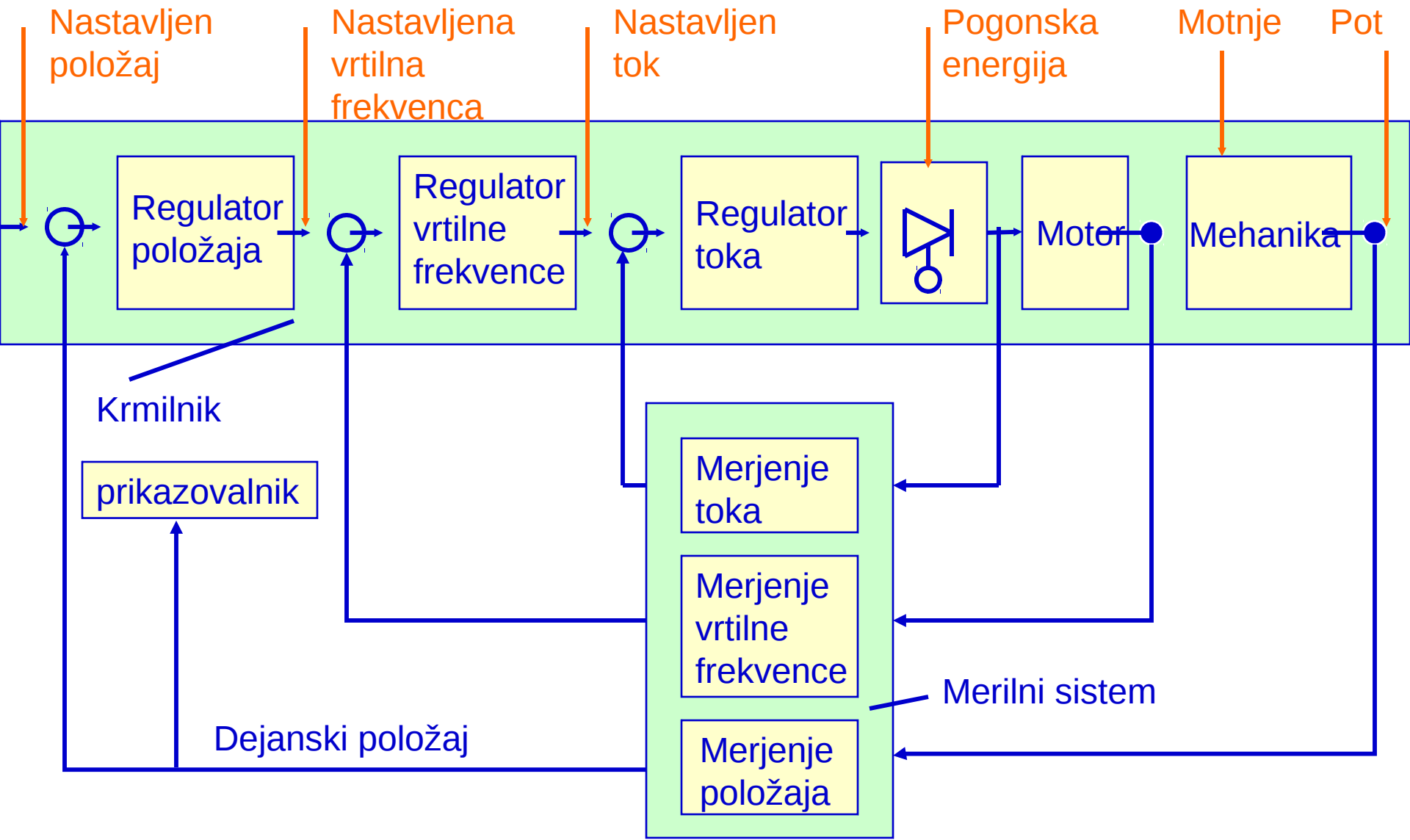
a) Enostavno gibanje od točke do točke PTP, oba motorja – osi se gibljeta z največjo hitrostjo

b) Sinhrono gibanje od točke do točke

c) Zvezno gibanje continuous path CP z linearno interpolacijo



Blokovna shema povezave robotskih podsistemov



Industrijski roboti v montaži

Programiranje robotov:

- Obsega zasnovu poteka dela robota in vnos programa v krmilnik robota.
- Program vsebuje vse informacije, ki so potrebne za izvajanje naloge.
- Potek programa obsega vse ukaze in akcije za osi in prijemala ter orodja kakor tudi za izvajanje procesa.
- Podani so pogoji poti in gibanja ter logični pogoji

Industrijski roboti v montaži

Načini programiranje robotov:

- Ročno programiranje.
- Teach-in neposredno in posredno.
- Tekstovno programiranje, ročno vnašanje podatkov za ukaze, enostavni in strukturirani jeziki.
- Off line programiranje, programiranje na računalniku, z možnostjo krmiljenja modela in simulacije, uporaba umetne inteligence.

Industrijski roboti v montaži

Senzorji v robotiki:

- Glede na princip delovanja: dotični (mejna stikala), induktivni, kapacitivni, magnetni, uporovni, optični (mejna stikala, računalniški vid), akustični, približevalni (laserski, radijski)
- Glede na vrsto signala: binarni, analogni
- Glede na naloge: kontrola prisotnosti in položaja, merjenje veličin- sil, momentov, poti, hitrosti, pospeškov, deformacij, analiza okolja, merjenje razdalje

Merilne letve - Iskra Tela



Rotacijski enkoderji - Heidenhein

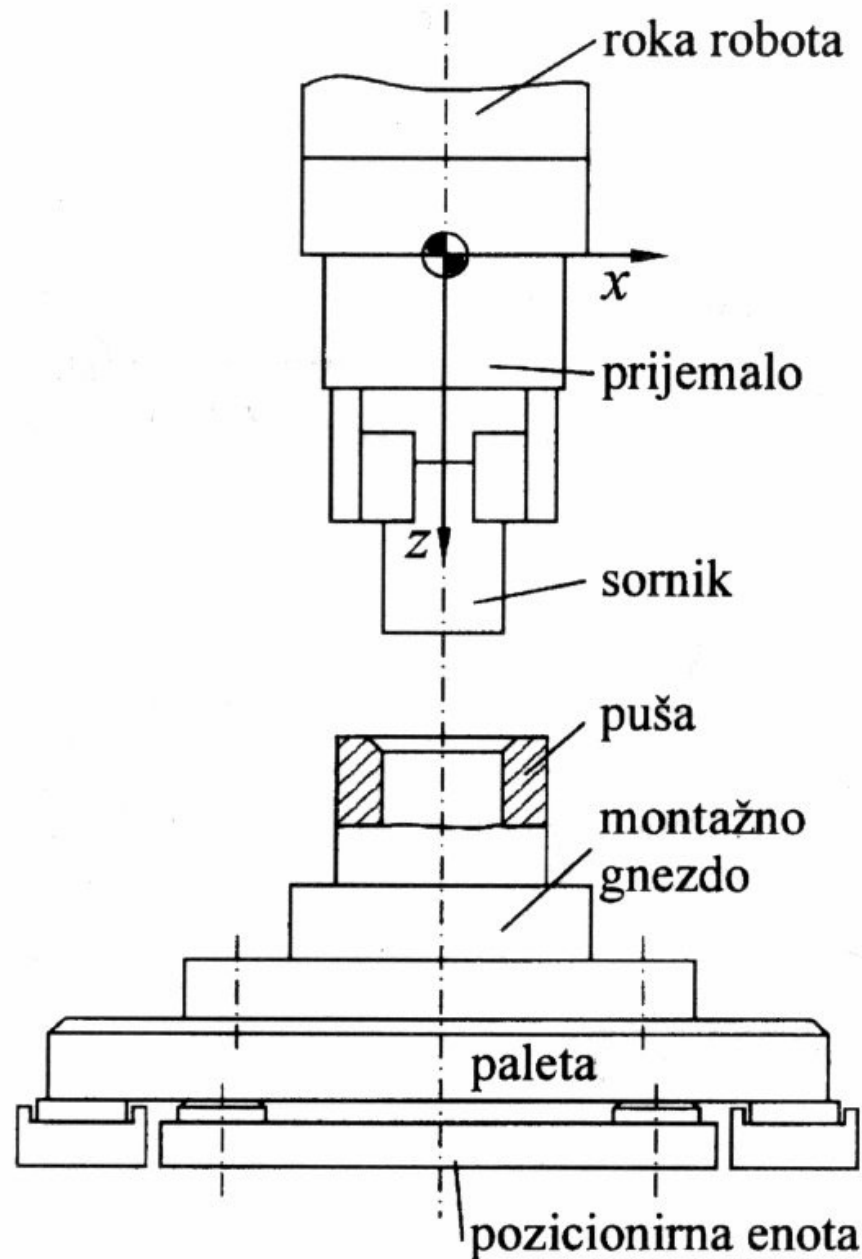


Industrijski roboti v montaži

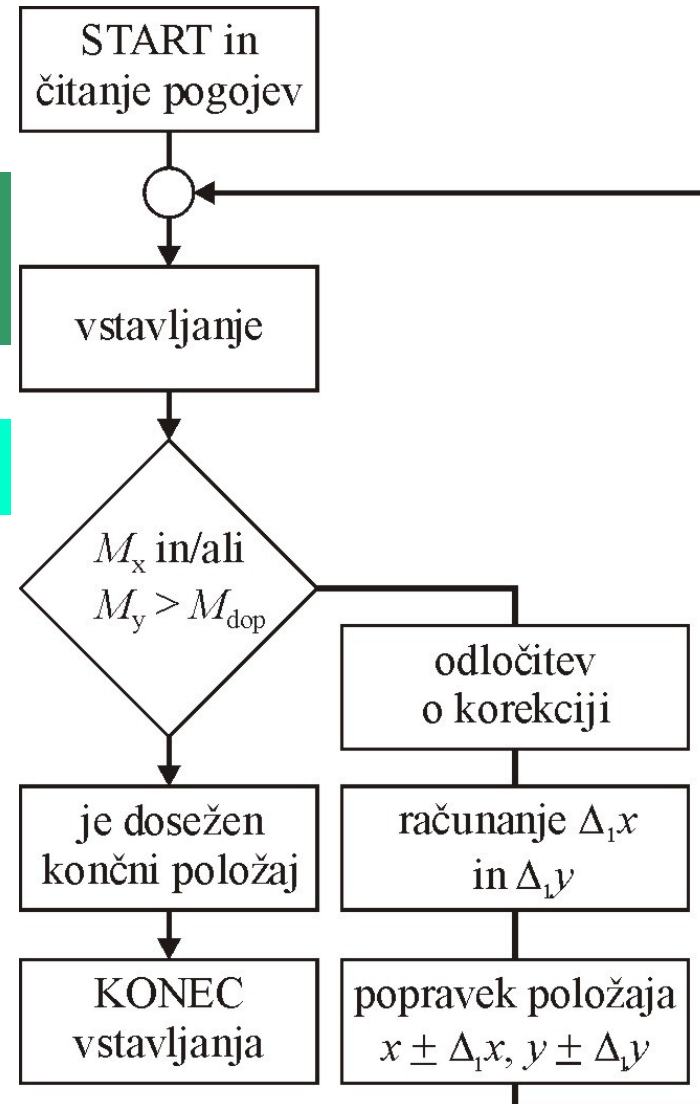
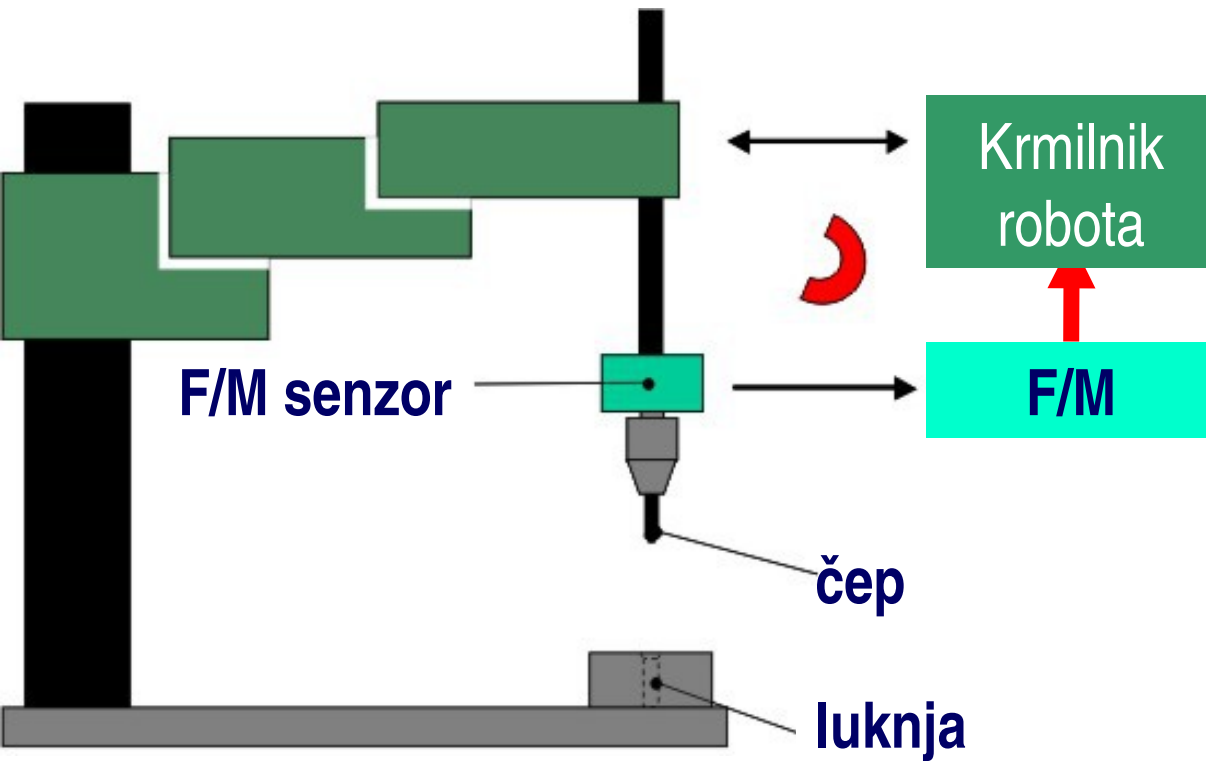
Varno delovanje:

- Varovanje okolice robota, delavcev, ostale enote robotiziranih celic, ostalih robotov, preprečevanje kolizije (simulacija, računalniški vid, približevalni senzorji).
- Varno delovanje – varnostna stikala, varovanje proti izpenjanju orodij, obdelovancev.
- Varovanje pred poškodovanjem robotov zaradi napak v pozicioniranju, izdelavi in programiranju, uporaba elastičnih prilagodnikov in F/T senzorjev

Vstavljanje čepa v pušo z robotom

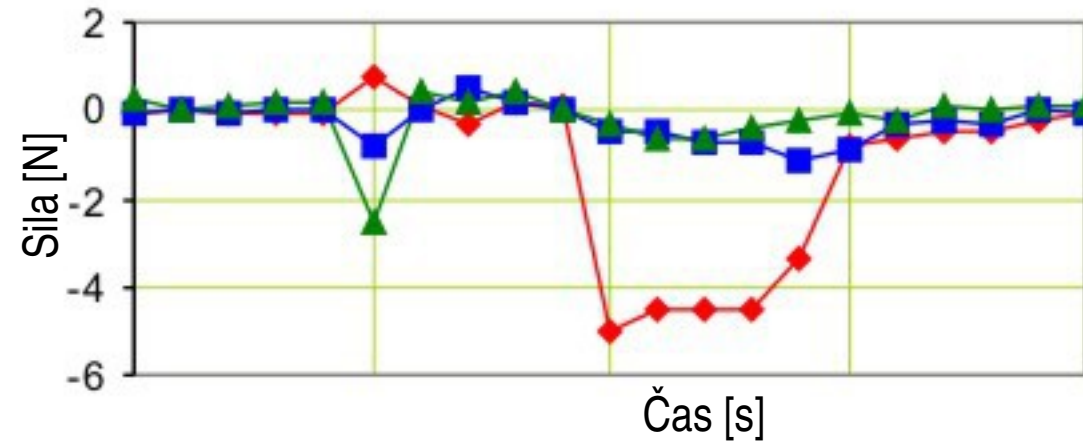


Merilnik sil in momentov F/M



Rezultati preizkusov

$dx=0,15$ mm



$dx=0,15$ mm

