

Roboty a manipulátory

Učební text VOŠ a SPŠ Kutná Hora

Robotika - úvod

Definice průmyslového robotu

- | automatický stroj, obsahující manipulátor se dvěma a více pohybovými osami a programovatelný řídicí systém na uskutečňování pohybových a řídicích funkcí ve výrobním procesu, které nahrazují analogické funkce člověka při přemísťování předmětů a technologického příslušenství

Historie

- | vznikl v polovině 20. století
- | první roboty vytvořeny v na univerzitách kolem roku 1954
- | o několik let později první prakticky využitelné roboty značky VERSATRAN a UNIMATE
- | první roboty u nás nasazeny v oblasti svařování
- | typ Irb6 od švédské firmy ASEA
- | první robot tuzemské výroby byl svařovací robot PR 32 E (1981).

Důvody pro nasazení robotů

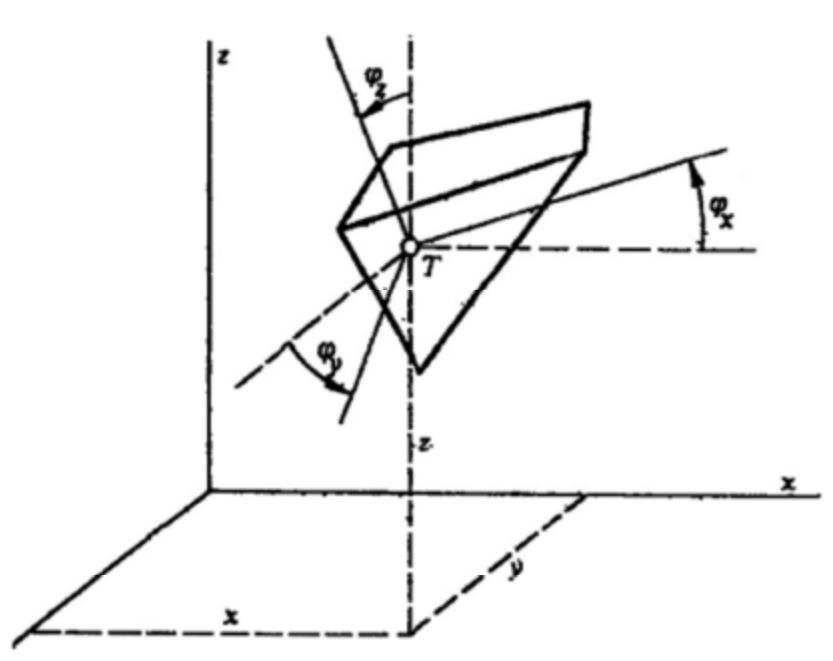
- | technické důvody:
 - | zlepšení kvality výrobků
 - | snížení zmetkovitosti
 - | pružnost výroby
- | ekonomické důvody:
 - | zvýšení výrobní kapacity
 - | zvýšení koeficientu směnnosti
 - | úspora pracovního místa
 - | uvolnění kvalifikovaných pracovníků
- | sociální důvody:
 - | vyřazení člověka z fyzicky namáhavé a monotónní práce
 - | vyřazení člověka ze zdraví škodlivého prostředí

Uplatnění robotů

- | provozy s velkou sériovostí výroby (velké investice)
- | provozy, kde jsou podmínky pro člověka nepříznivé
- | technologie, pro které je člověk příliš nedokonalý a vzhledem ke svým omezeným možnostem nedokáže pracovat např. s požadovanou přesností.
- | Oblasti nasazení robotů:
 - | svařování
 - | lakování
 - | lisování a kování
 - | sklářský průmysl
 - | paletizace výrobků
 - | montáž

Manipulační zařízení

- | poloha objektu v prostoru je dána:
 - | pozicí (souřadnice x, y, z)
 - | orientací souřadnice $\varphi_x, \varphi_y, \varphi_z$



Rozdělení manipulačních zařízení

- | teleoperátory – manipulátory s ručním řízením
 - | manipulátor bez řídicího systému, ovládaný člověkem
 - | úkolem je násobit sílu, eliminovat nedokonalosti člověka, umožnit práci v nepříznivých podmínkách
- | použití teleoperátorů
 - | manipulace s polotovary, medicína, riziková prostředí (stavařství – výškové budovy, vojenství, vesmír, havárie)



Teleoperátor ROBOT 350 Da Vinci

Manipulátory s pevným programem

- | Jedná se o zařízení, která mají automatický řídicí systém, změna programu je však podstatným zásahem
- | výhody – jednoduchost, spolehlivost, nízká cena
- | použití - podavače



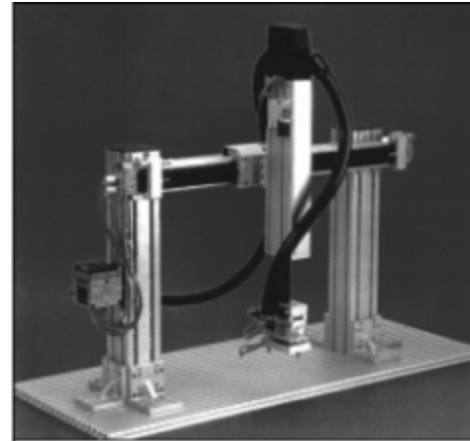
Manipulátory s pružným programem

- | Jedná se o zařízení, která mají automatický řídicí systém, změna programu je rychlá
- | dělí se na:
 - | **průmyslové roboty** - provádí spektrum činností, které lze měnit na základě změny programu
 - | **adaptivní průmyslové roboty** - vložený program se automaticky upravuje, modifikuje na základě aktuálních informací z čidel
 - | **kognitivní roboty** - umělá inteligence v řídicím systému, pomocí které se automaticky generuje program činností na základě člověkem vložených algoritmů

Průmyslový robot



Robot IRB 7600-500



FESTO
modulární portálová koncepce



REIS ROBOTICS
laserové opracování kovu

Adaptivní robot



Adaptivní robot pro průzkum povrchu planet

Americký pojízdný robot Spirit, který na Marsu fotografuje své okolí v kráteru Gusev

Kognitivní robot

- | robot vybavený umělou inteligencí
- | požadované vlastnosti
 - | nalezení optimální varianty z více možností
 - | schopnost učit se ze zkušeností
 - | úloha o podobnosti (nalézt znaky podobnosti)
 - | přizpůsobení se, adaptabilita, schopnost učit se
 - | schopnost řídit paralelní procesy
 - | schopnost pokračovat i při neúplné informaci
 - | schopnost abstrakce - zjednodušení problému (irelevantní informace skryty nebo vynechány)
 - | schopnost generalizace - konstruuje se zobecněná skutečnost
 - | schopnost predikovat, předvídat

Pohybové systémy robotů a manipulátorů

- | úkol pohybového systému:
 - | zajistit dosažení libovolného bodu v pracovním prostoru
- | základní požadavky na pohybový systém:
 - | opakovatelná přesnost při cyklickém vykonávání operací
 - | obslužení co největšího pracovního prostoru při minimálních požadavcích na zastavěnou plochu.
 - | kinematický řetězec z 5 ÷ 6 posuvných nebo rotačních os (3 osy polohovacího a 2 ÷ 3 osy orientačního mechanismu.

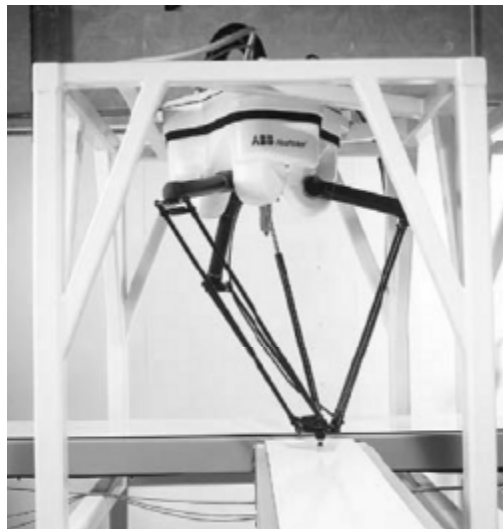
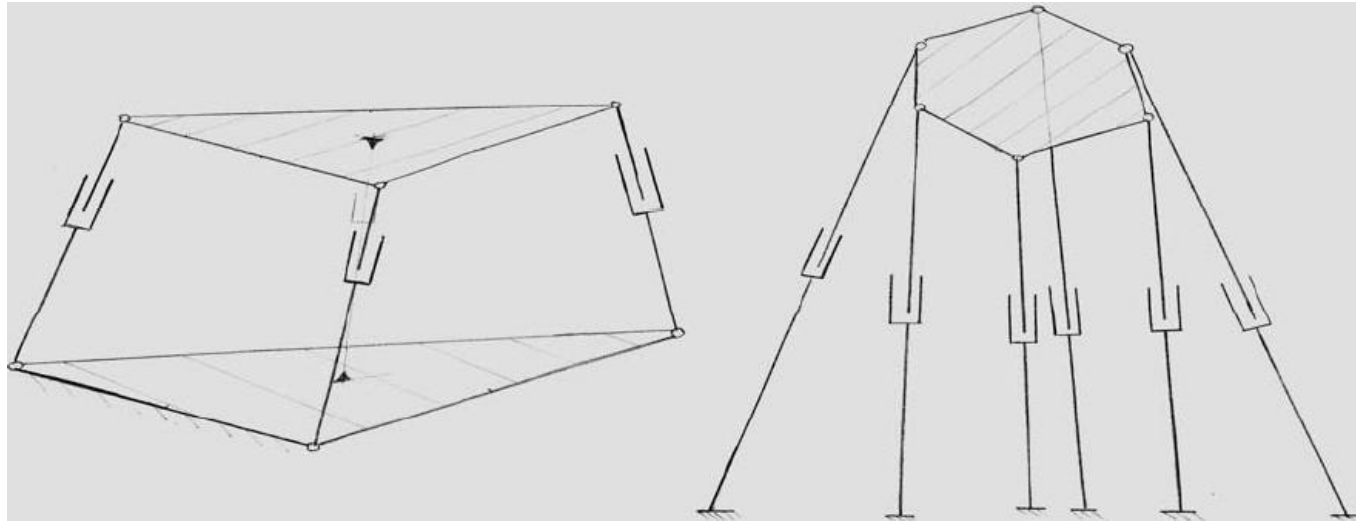
Složení pohybových systémů

- | systém pro nastavování pozice = hlavní pohybový systém (HPS)
 - | slouží k přemístění objektů, nastavuje těžiště objektů (kinematické struktury manipulačních zařízení)
- | systém pro nastavování orientace = vedlejší pohybový systém (OPS)
 - | orientační systém, zápěstí
 - | na výstupu hlavního pohybového systému
 - | mění orientaci manipulovaného objektu
 - | rotační kinematické dvojice, 2 až 3° volnosti
 - | požadavky na konstrukci – minimální rozměry a hmotnost, vysoká dynamika a rychlost
- | pracovní prostor
 - | množina bodů, kterou opisuje referenční bod
- | operační prostor
 - | množina bodů, kterou opisuje konstrukce zařízení při činnosti v pracovním prostoru

Typy kinematických struktur

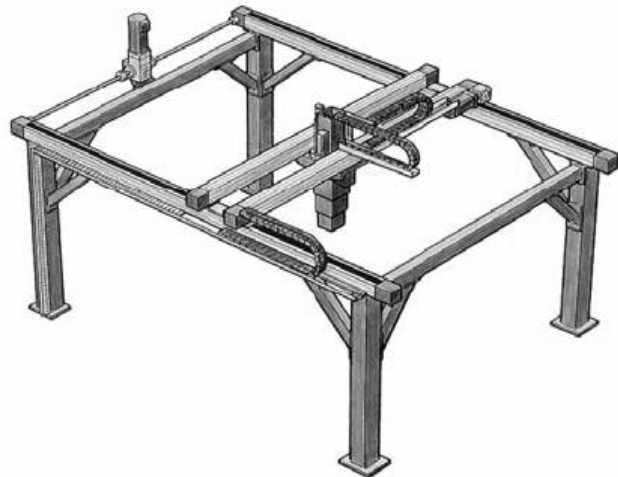
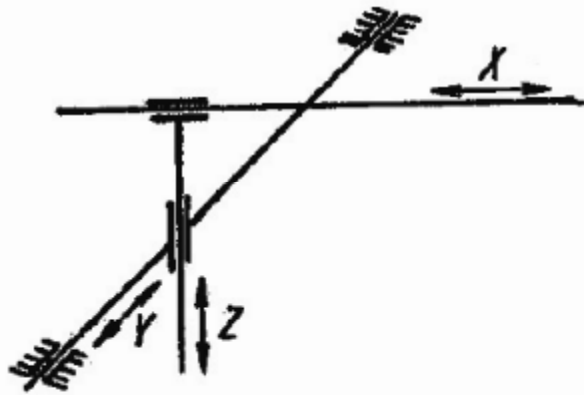
- | sériová kinematická struktura
 - | rotační a translační kinematické dvojice jsou řazeny sériově
 - | v tomto konstrukčním provedení pracuje 90 % robotů a manipulátorů
 - | nevýhody
 - | nízká tuhost (statické i dynamické kmitání)
 - | přesnost polohování v řádu desetin milimetrů
 - | na koncovém členu robota se tedy projeví sumace chyb superponovaných na jednotlivých kinematických dvojicích
- | paralelní kinematická struktura
 - | jednotlivé členy jsou řazeny paralelně
 - | konstrukčně je možné provést tři (tripod) nebo až šesti (hexapod) vzpěrnou strukturu
 - | jednotlivé vzpěry mohou být shodného výrobního provedení
 - | vyšší tuhost
 - | přesnost polohování ($\pm 0,01$ mm)
 - | Problémy u paralelních kinematik jsou:
 - | vysoké nároky na řídicí systém
 - | možnost vzniku kolizí vzpěr

Paralelní kinematičká struktura



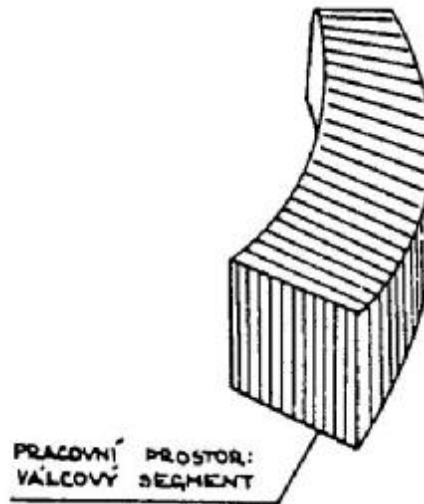
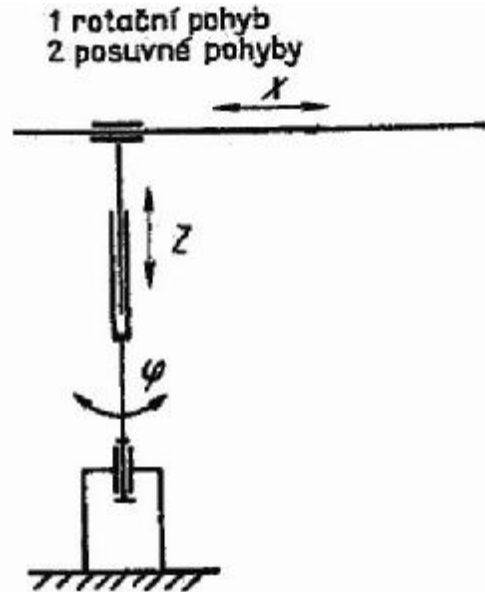
Kartézská kinematická struktura

3 posuvné pohyby

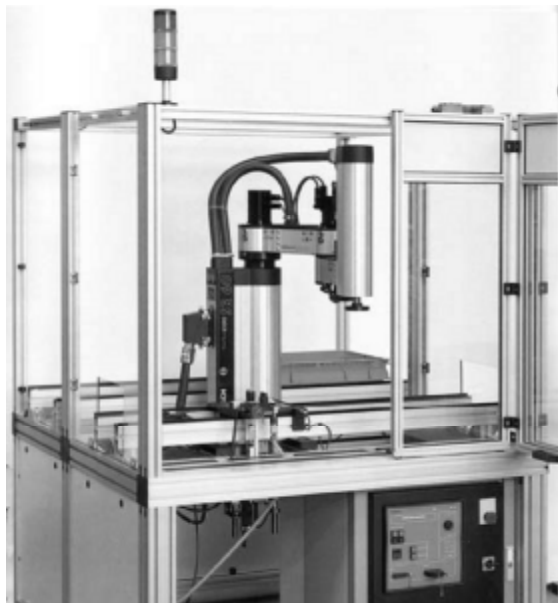


- | charakteristické rysy
 - | nedochází ke změně orientace objektu
 - | pracovním prostorem je hranol
 - | nepříznivé vlastnosti posuvných mechanismů
 - | velká prostorová zastavěnost
 - | používá se méně často
 - | používají se jako podavače, obsluha výrobních strojů

Cylindrická kinematická struktura

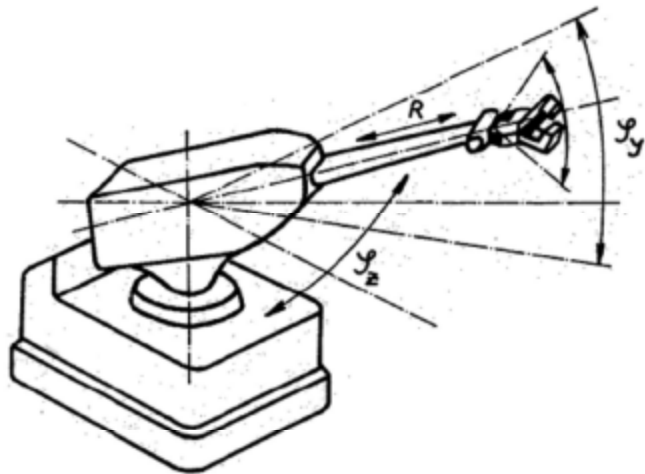
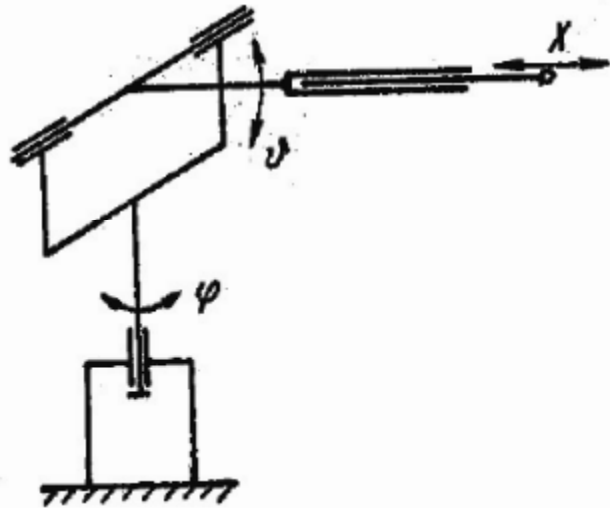


- | charakteristické rysy
 - | dochází ke změně orientace objektu
 - | pracovním prostorem válcový prstenec
 - | k manévrování je zapotřebí velký operační prostor
 - | obsluha vstřikovacích strojů nebo strojů na tlakové lití
 - | modifikací je montážní robot SCARA



Sférická kinematická struktura

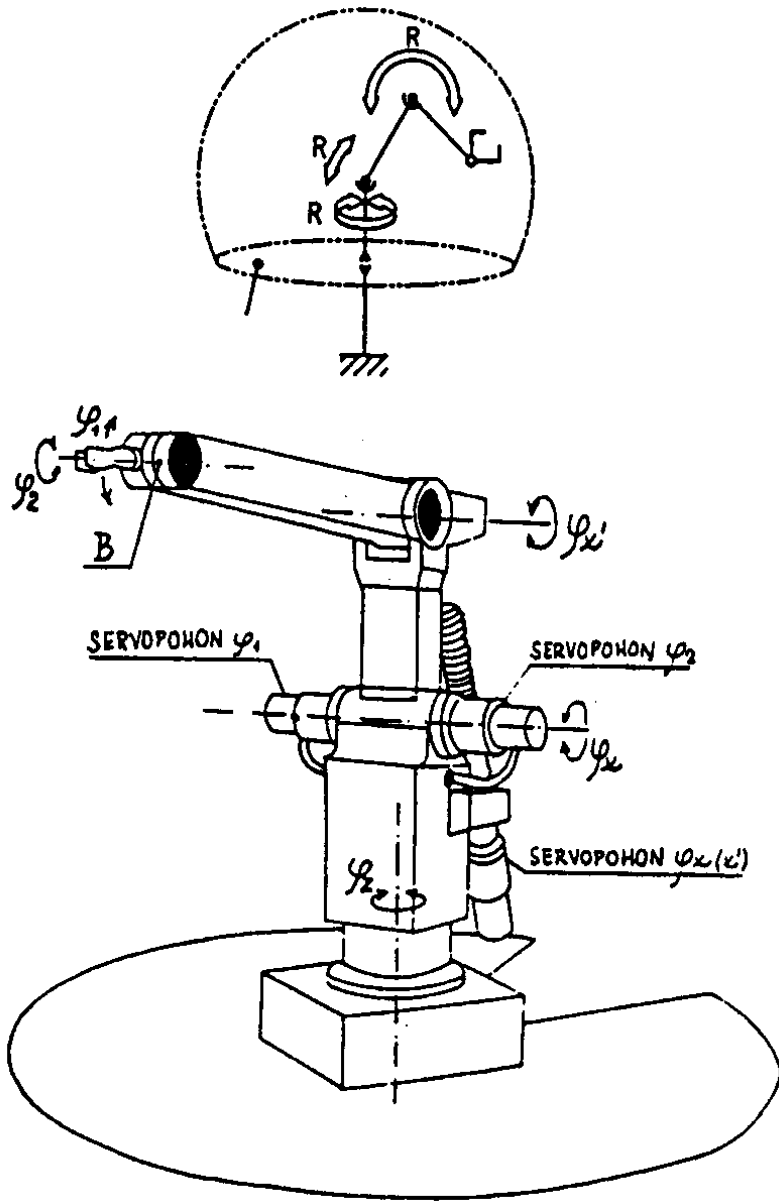
2 rotační pohyby
1 posuvný pohyb



charakteristické rysy

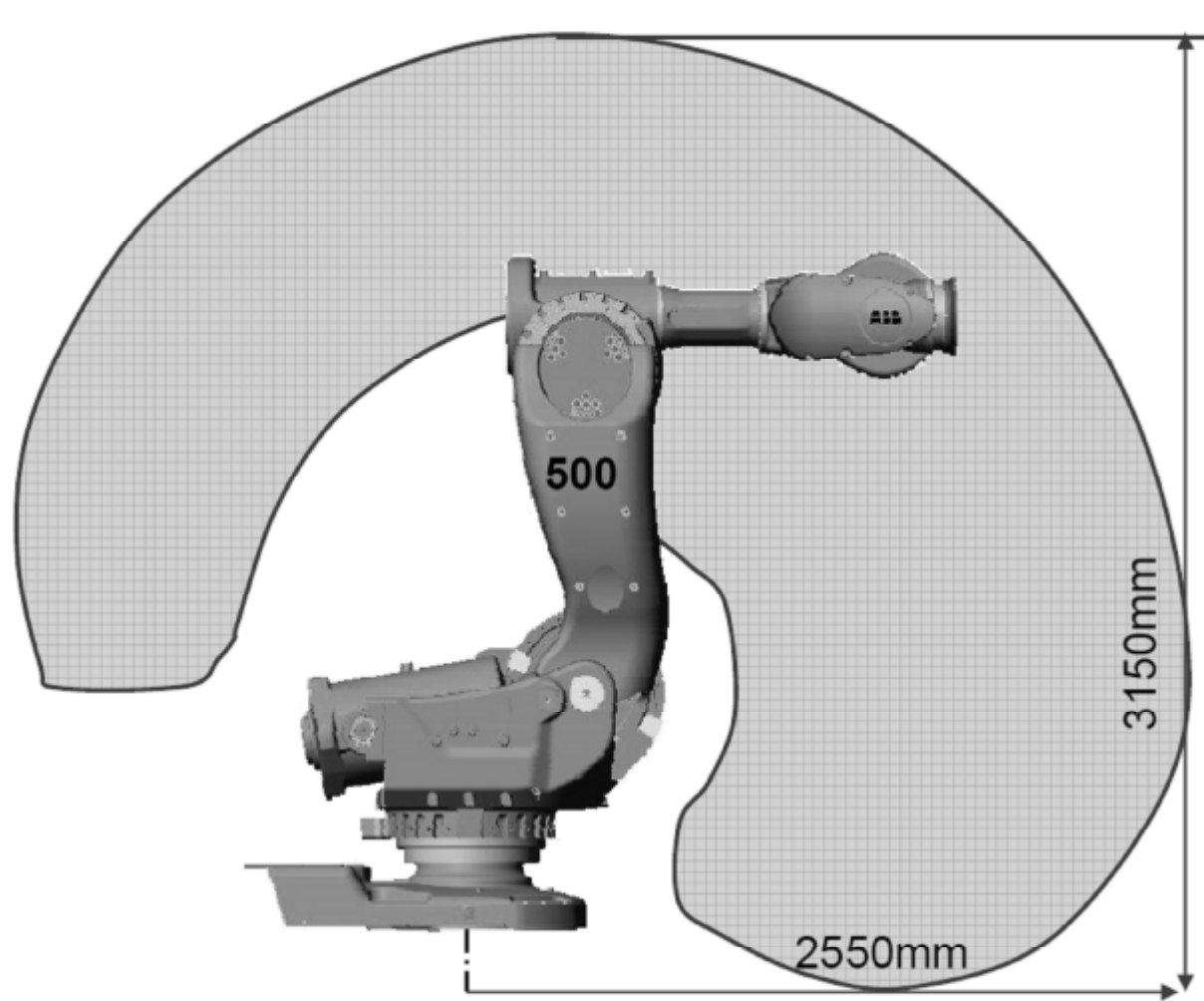
- ┆ dochází ke změně orientace objektu
- ┆ pracovním prostorem je kulový vrchlík
- ┆ polohování ve sférických souřadnicích
- ┆ používá se především pro svařovací linky

Angulární kinematická struktura



- ┆ 3 rotační osy
- ┆ výhody:
 - ┆ technologické výhody při výrobě rotačních částí (nižší cena)
 - ┆ dobré dynamické vlastnosti (vysoké rychlosti manipulačních pohybů)
 - ┆ minimální zastavěná plocha
 - ┆ snadné rozšíření pracovního prostoru (portál, pojezd,...)
- ┆ nevýhody:
 - ┆ menší manipulační prostor (opakovatelná přesnost klesá s délkou rotačních ramen)
- ┆ angulární kinematické systémy jsou v praxi nejpoužívanější.

Pracovní prostor angulárních robotů

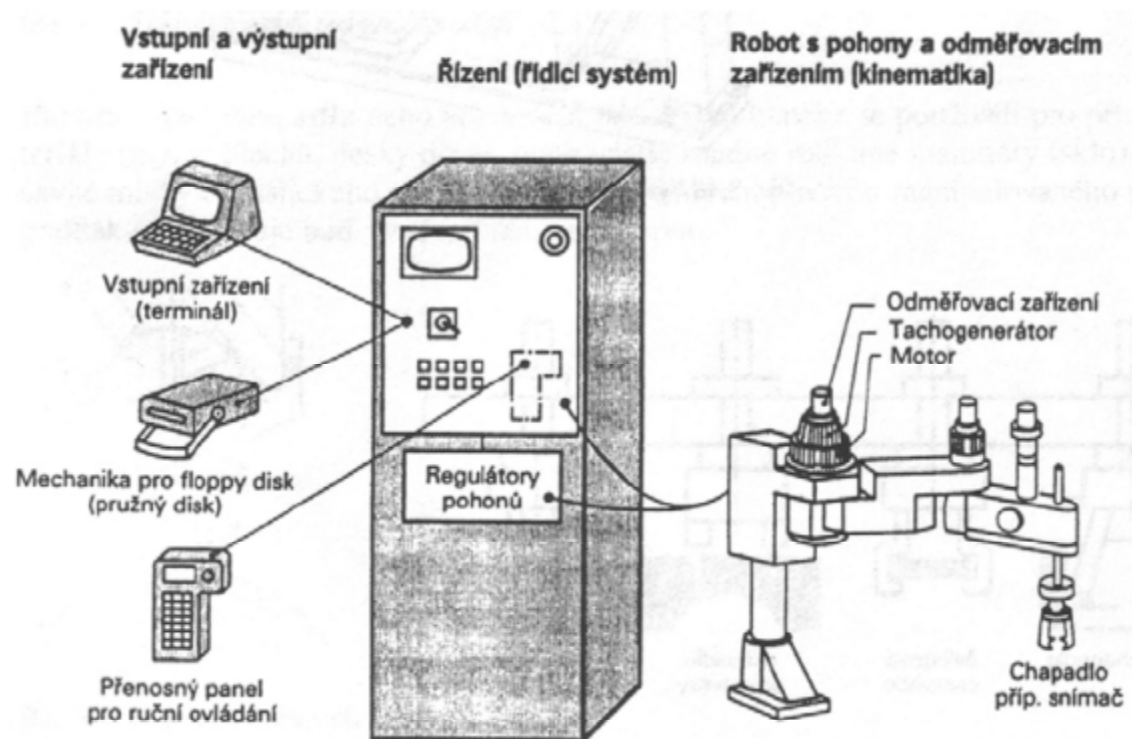


Pracovní rozsah robota firmy ABB IRB 7600-500

Řízení robotů

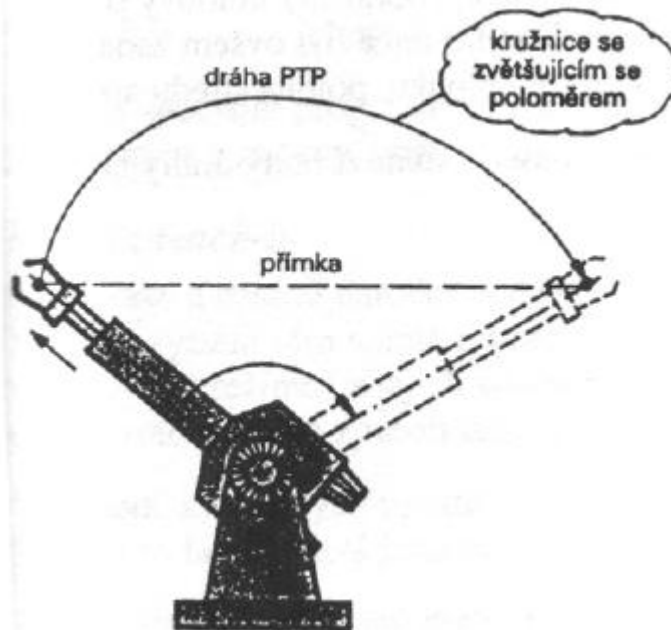
I Řídicí systém

- I podle uloženého programu řídí činnost robotu ovládáním pohonů a dalších mechanismů
- I zajišťuje komunikaci s řídicím systémem obsluhovaného výrobního stroje, periferního zařízení (dopravníky, ...)
- I umožňuje obsluhu a programování



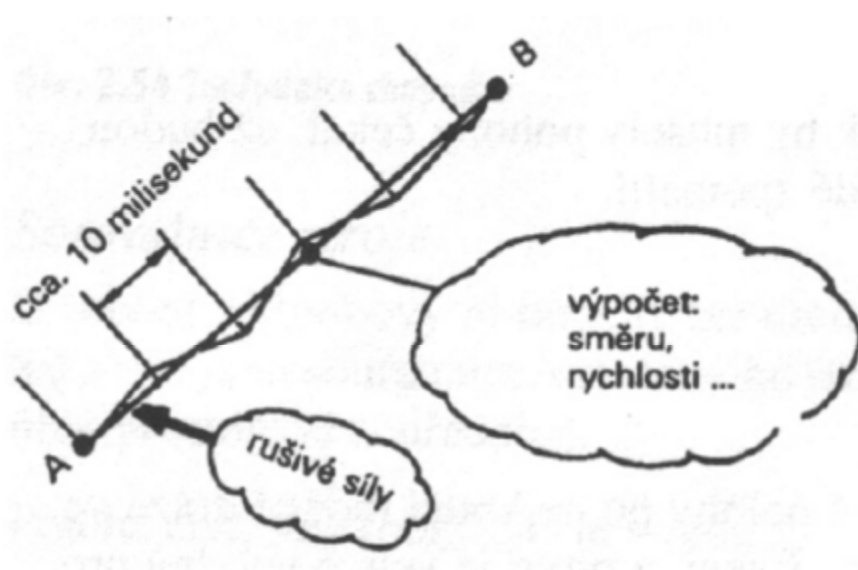
Druhy pohybu robota

- | pohyb z bodu do bodu (PTP – point to point)
 - | ramena robota jsou přemístěna do nové polohy maximální rychlostí po nejkratší možné dráze ve všech osách
 - | nepatrné nároky na řízení
 - | vhodný pro rychlé pohyby
 - | může dojít k nepředvídatelným pohybům (pouze ve volném prostoru)



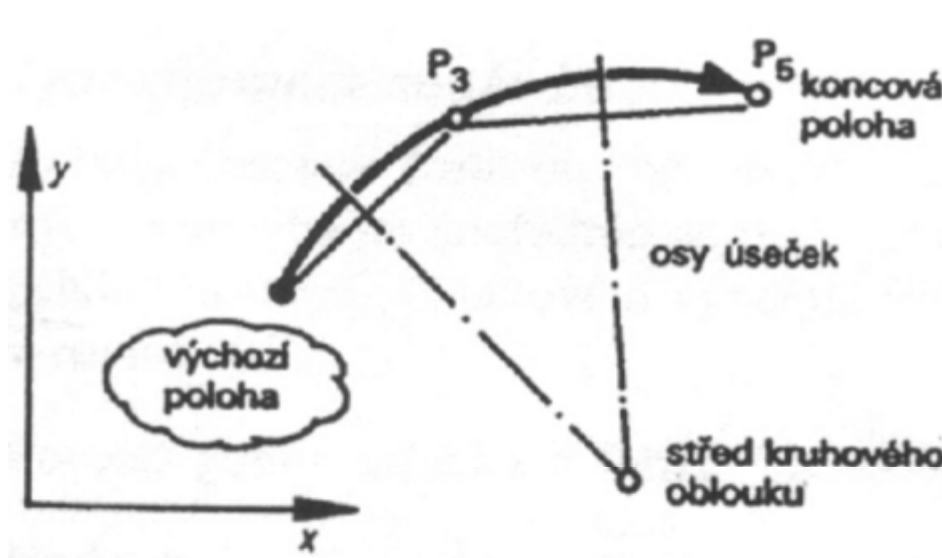
Druhy pohybu robota

- l lineární interpolace
 - l hlavice se pohybuje z počáteční do koncové polohy po přímce
 - l výsledný pohyb je složen z koordinovaného pohybu různých kloubů
 - l hodnoty poloh nejsou v paměti, ale řídicí systém vypočítává každých cca 5 až 10 ms nové hodnoty pro další polohu
 - l použití: určité geometrické pohyby definovanou rychlostí (ne maximální) po dráze (lepení, průběžné svařování)



Druhy pohybu robota

- | kruhová interpolace
 - | souvislé řízení
 - | musím znát souřadnice:
 - | počáteční bod kruhového oblouku
 - | koncový bod kruhového oblouku
 - | bod, který leží na kruhovém oblouku nebo polohu středu
 - | řídicí systém vypočítá střed kruhu, poloměr a body dráhy



Pracovní režimy robota

- | ruční řízení
 - | pomocí přístroje pro ruční ovládání jsou např. vyvolávány jednotlivé příkazy pro pohyb
 - | procesor řídicího systému tyto příkazy vyhodnocuje a zadává regulátorům pohonů požadované hodnoty
- | zadávání programu
 - | vyvolán ediční program, který ukládá načtené uživatelské programy a hodnoty poloh do paměti řídicího systému
 - | všechny příkazy a funkce ve stanoveném programovacím (příkazovém) jazyce
- | automatický režim
 - | vyvolány uživatelské programy
 - | automatický průběh – jeden řádek programu po druhém se provádí bez přerušení

Metody programování robotů

- | ruční programování
 - | ruční zadávání hodnot souřadnic a posloupností pohybů
 - | nejčastěji zadáním příkazu na klávesnici (chapadlo sevřít, úhel $\alpha = 30^\circ$, ...)
- | metoda teach-in (učit se)
 - | řídicí systém snímá průběh dráhy při najíždění do jednotlivých geometrických bodů a jejich souřadnice ukládá do paměti
 - | bodové svařování, jednoduché transportní operace
- | metoda play-back (opakování záznamu)
 - | řídicí systém snímá průběh dráhy a rychlosti pohybu a automaticky tyto informace ukládá v určitých intervalech do paměti
 - | pro složité pohyby s velkou přesností (lakování, svařování, čištění odlitků)

Metody programování robotů

- | textové programování
 - | popis pohybů, průběhu a bodů prostřednictvím slovních symbolů (move to, ...)
 - | vytvoření kostry programu – sekvence příkazů (v režimu off-line)
 - | zadání souřadnic bodů (ručně nebo metodou teach-in v režimu on-line)
- | příklady programovacích jazyků
 - | BOSCH – jazyk BAPS
 - | SIEMENS – jazyk SRCL
 - | ABB – jazyk ARLA