

1. ZÁKLADNÉ POJMY Z ROBOTIKY

Pojem **robot** zaviedol český spisovateľ Karel Čapek v roku 1920 vo svojej divadelnej hre R.U.R (*Rosums Universal Robots*) ktorá bola futuristickou víziou sveta ovládaného umelými bytosťami nazývanými roboty, zostrojenými pôvodne len na vykonávanie ťažkej práce.

Z pohľadu vtedajších pomerov vo výrobe sa zrodila vízia robotizovanej spoločnosti. Dvadsať rokov minulého storočia boli v znamení nástupu hromadnej výroby. Rytmická pásová výroba rozdelená na jednotlivé naväzujúce operácie je vykonávaná stále. Pracovná činnosť človeka je pritom často obmedzená na rýchle a monotónne úkony podriadené rytmu stroja alebo dopravného pásu. Pre túto spoločnosť dopravných pásov bolo charakteristické veľké pracovné zaťaženie, ktoré bolo spôsobené hlavne týmito faktormi:

- monotónnosť práce,
- stres, hluk, prach, teplo,
- fyzická namáhavosť práce.

Robot je z dnešného pohľadu definovaný ako automat alebo počítačom riadený integrovaný systém, schopný autonómnej, cieľovo orientovanej interakcie s prirodzeným prostredím, podľa inštrukcií človeka. Interakcia spočíva vo vnímaní prostredia, jeho rozpoznávaní, v manipulácii s predmetmi alebo v pohybe v prostredí.

1.1. Druhy robotov

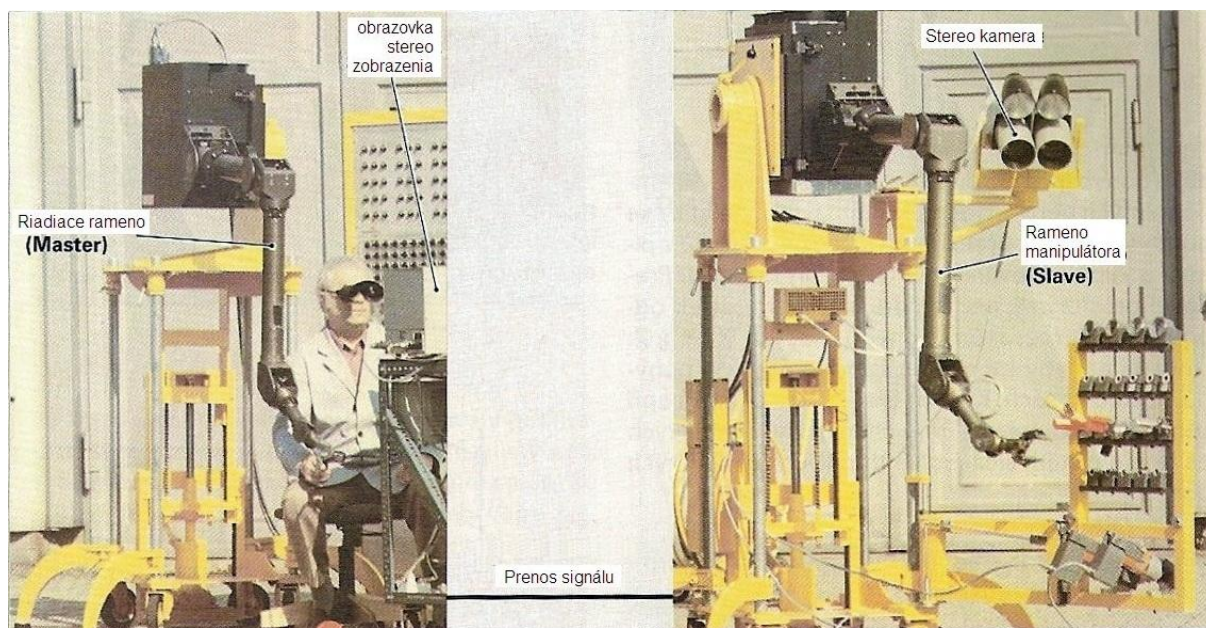
Kritériá podľa ktorých klasifikujeme roboty je celý rad, napr.:

- Podľa mobility
 - *stacionárne* – jedným bodom napevno pripojené ku konštrukcii, resp. pohyb po koľajniciach,
 - *mobilné* – kolesové, pásové, chodiace, kombinované, ...
- Podľa použitia:
 - *PRaM* – priemyselné roboty a manipulátory, definícia podľa ISO: *automaticky riadený a programovateľný viacúčelový manipulator pre činnosť v troch alebo viacerých osiach* (použitie robotických systémov na **výrobu**).
 - *PRaM náhradové* – náhrada živých pracovníkov (podávače, nástrekové, montážne, zvaracie, ...).
 - *PRaM technologické* – pre operácie, ktoré človek prakticky nezvládne (v danej presnosti a čase) mikromontáž, presné nanášanie tmelov a inej hmoty, obrábanie (výnimočne, napr.: pri výrobe prototypov), zvaracie, nástrojárske, ...
 - *priemyselné testovacie roboty* – test opotrebovania výrobkov, automatizovaná výstupná kontrola,
 - *výskumné roboty – laboratorne* (realizácia napr.: veľkého množstva pokusov, *sondy* – pre extrémne nebezpečné prostredia a operácie,
 - *hračkárske*,
 - *vojenské*,
 -
- Podľa návrhu
 - *univerzálne robotické systémy* (URS),
 - *zákazkové*.
- Podľa riadenia
 - ***ručné riadenie – teleoperátory (synchronne manipulátory)*** - Obr. 1, patria k automatom 1. stupňa pretože na korekciu svojej činnosti nepoužívajú spätnú

Roboty a manipulátory

väzbu (strojovú), ide o také manipulátory, ktoré dokážu premiestniť predmety na iné miesto a do inej polohy, ale túto činnosť vykonáva priamym pôsobení obsluhy, teda človekom;

najčastejšie sa používajú pri manipulácii s nebezpečnými látkami (slúžia ako mechatronická ruka) alebo ako **mikromanipulátory** na vykonávanie veľmi jemných prác, napr. pri výrobe mikroprocesorov.



Teleoperátor riadený pomocou 3D zobrazovacieho kamerového systému

Obr. 1

o *programové riadenie*

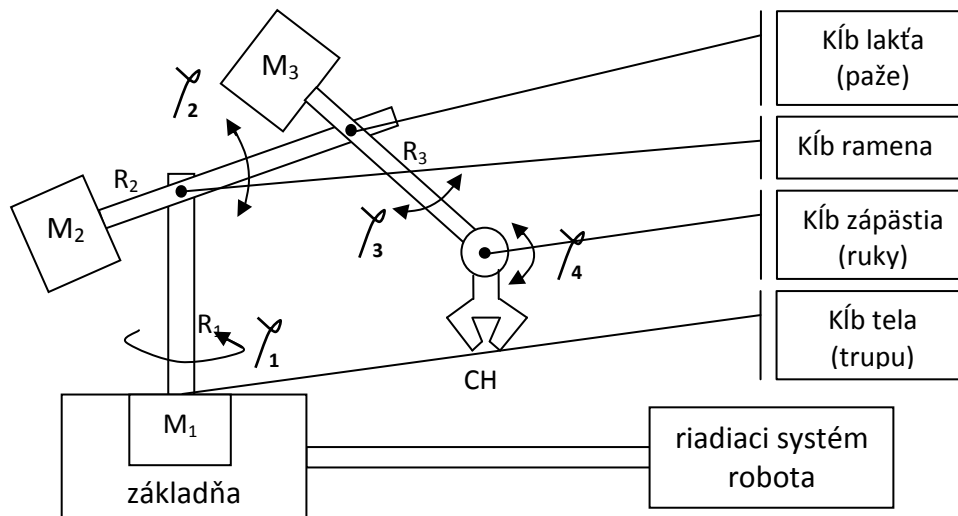
- **manipulátory s pevným programom** – činnosť manipulátora je riadená pevným programom, ktorý sa nemení. Riadiace zariadenie je jednoduché, niekedy i mechanické. Často sú tieto manipulátory označované ako *jednoduché priemyselné roboty*, resp. systémy **Pick-and-Place** (vziať a umiestniť),
- **manipulátory s premenlivým programom** – majú možnosť vetvenia programu v závislosti na stave prostredia. Využívajú aktívne senzorické podsystemy k zisťovaniu stavu prostredia. Môžu byť vybavené zásobou programov, z ktorých vyberá robot ten, ktorý zodpovedá momentálnemu stavu prostredia a zadnému cieľu. Samy si však program ani nezostavujú ani neprispôbujú vzniknutým podmienkam. Manipulátory s premenlivým programom sú označované ako *priemyselné roboty*,
- **kognitívne roboty** - z hľadiska vnímania a rozpoznávania prostredia, spôsobu riadenia a spôsobu vytvárania programu činnosti patria k najzložitejším a najdokonalejším manipulátorom. Charakterizuje ich adaptácia na pracovné prostredie pomocou modelu prostredia ako súčasťou riadiaceho podsystemu. Vyznačujú sa prvkami umelej inteligencie

PRaM sú väčšinou konštruované ako kĺbové roboty s „ramenným kĺbom“, „laktovým kĺbom“ a „zápästným kĺbom“ - Obr. 2. Ide teda o manipulátor s trojkĺbovými mechanickými ramenami R a úchopom CH na konci.

- mechanická časť robota je upevnená na základnom ráme, ktorý zabezpečuje jeho upevnenie na určitom mieste výrobnéj haly,

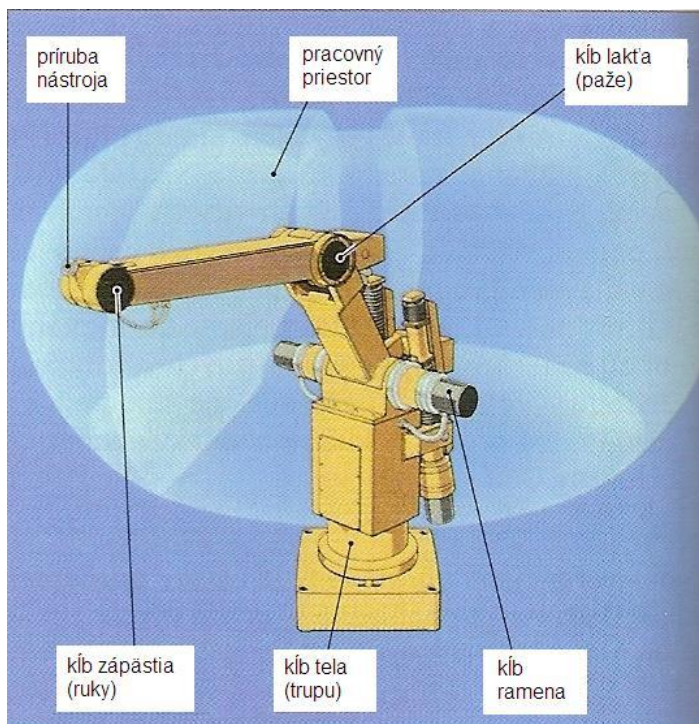
Roboty a manipulátory

- riadiaci systém robota je umiestnený obyčajne v skrini, ktorá je oddelená od základne a mechanickej časti robota,



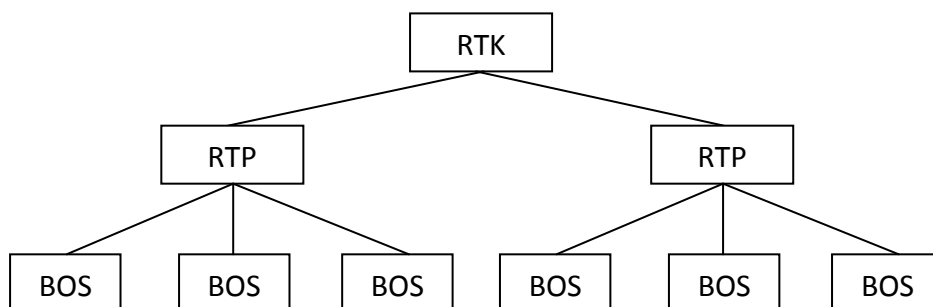
Obr. 2

- riadiacim systémom sa riadi pohyb robota v jednotlivých osiach a zároveň sa zabezpečuje komunikácia s obsluhou,
- polohu narážok (pri jednoduchých robotoch) nemožno meniť počas práce robota, preto riadiaci systém štartuje a zastavuje pohyb v smere jednotlivých osí a zabezpečuje oneskorenie medzi týmito pohybmi,
- pri zložitejších konštrukciách priemyselných robotov sa vyžaduje aj zložitejší riadiaci systém, ktorý zahŕňa riadiaci mikropočítač a prepojenie s nadriadeným mikropočítačom.



Priemyselný robot

RTK (robotizovaný technologický komplex) - Obr. 3, je súbor dvoch alebo viacerých technologických pracovísk vrátane automatizovanej medzioperačnej manipulácie



Obr. 3

Roboty a manipulatory

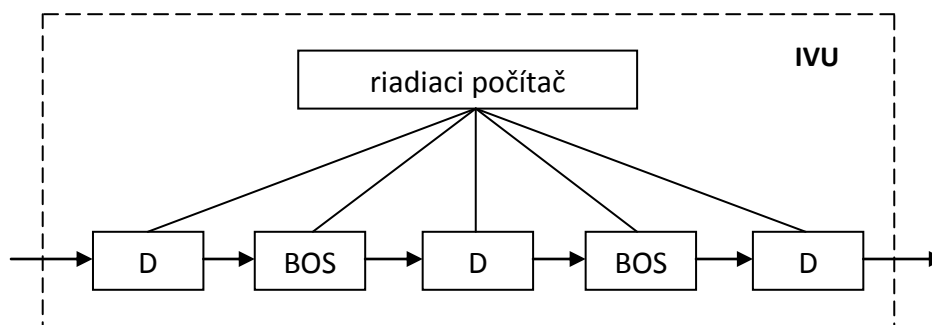
- je to teda súhrn výrobných strojov, manipulatorov, kontrolných stanovišť, vrátane dopravníkov zo skladu polovýrobov a dopravníkov do skladu hotových výrobkov.

RTP (roboto-technologické pracovisko), – je technologické pracovisko, ktoré využíva priemyselné roboty

- toto pracovisko sa skladá z niekoľkých bezobslužných strojov.

BOS (bezobslužný stroj) – je taký výrobný stroj, ktorý pracuje samostatne podľa programu a podľa potreby využíva vlastnosti priemyselných robotov

- technologické pracoviská s vysokým stupňom automatizácie sa kedysi označovali ako integrované výrobné úseky (IVU), Obr. 4.



Obr. 4 štruktúra integrovaného výrobného úseku (IVU)

IVU – je pracovisko, ktoré sa riadi riadiacim počítačom a preprava obrobkov (D) sa od jednej do druhej operácie zabezpečuje zároveň s riadením výrobných strojov.

RTK – sa vytvárajú z integrovaných výrobných úsekov po doplnení priemyselnými robotmi

1.2. Štruktúra kognitívneho robota

Kognitívny robot - Obr. 5, charakterizujú tieto schopnosti:

- vnímanie a rozpoznávanie okolia,
- vytváranie a priebežné prispôsobovanie modelu prostredia danému stavu prostredia,
- na základe modelu prostredia a v súlade so zadanými cieľmi rozhodovanie o ďalšej činnosti,
- komunikácia s človekom v prirodzenom alebo umelom jazyku,
- ovplyvňovanie prostredia, t.j. manipulácia s predmetmi, vykonávanie požadovaných úkonov.

Ide o kybernetický systém, ktorý je možné charakterizovať ako adaptívny prípadne učiaci sa systém, prispôsobujúci svoje chovanie stavu prostredia a zadanému cieľu.

Štruktúru robota tvoria tri základné podsystémy: **kognitívny**, **senzorický** a **motorický**.

V **kognitívnom podsystéme** je sústredená všetka riadiaca, poznávací, plánovacia a rozhodovacia činnosť. Tvorí ho výkonný počítač, ktorý nemusí byť nevyhnutne súčasťou tela, či konštrukcie robota. S robotom je spojený vhodným systémom prenosu údajov, napr. bezdrôtovým pomocou ktorého zabezpečuje riadenie senzorického a motorického podsystému.

Senzorický podsystém umožňuje proces vnímania a poznania tým, že rôznymi senzormi zabezpečuje pre kognitívny systém informácie o stave prostredia a vnútornom stave robota v tvare vhodne upravených, vybraných a zakódovaných vnútorných signálov. Snímače vo všeobecnosti rozdeľujeme na:

Roboty a manipulátory

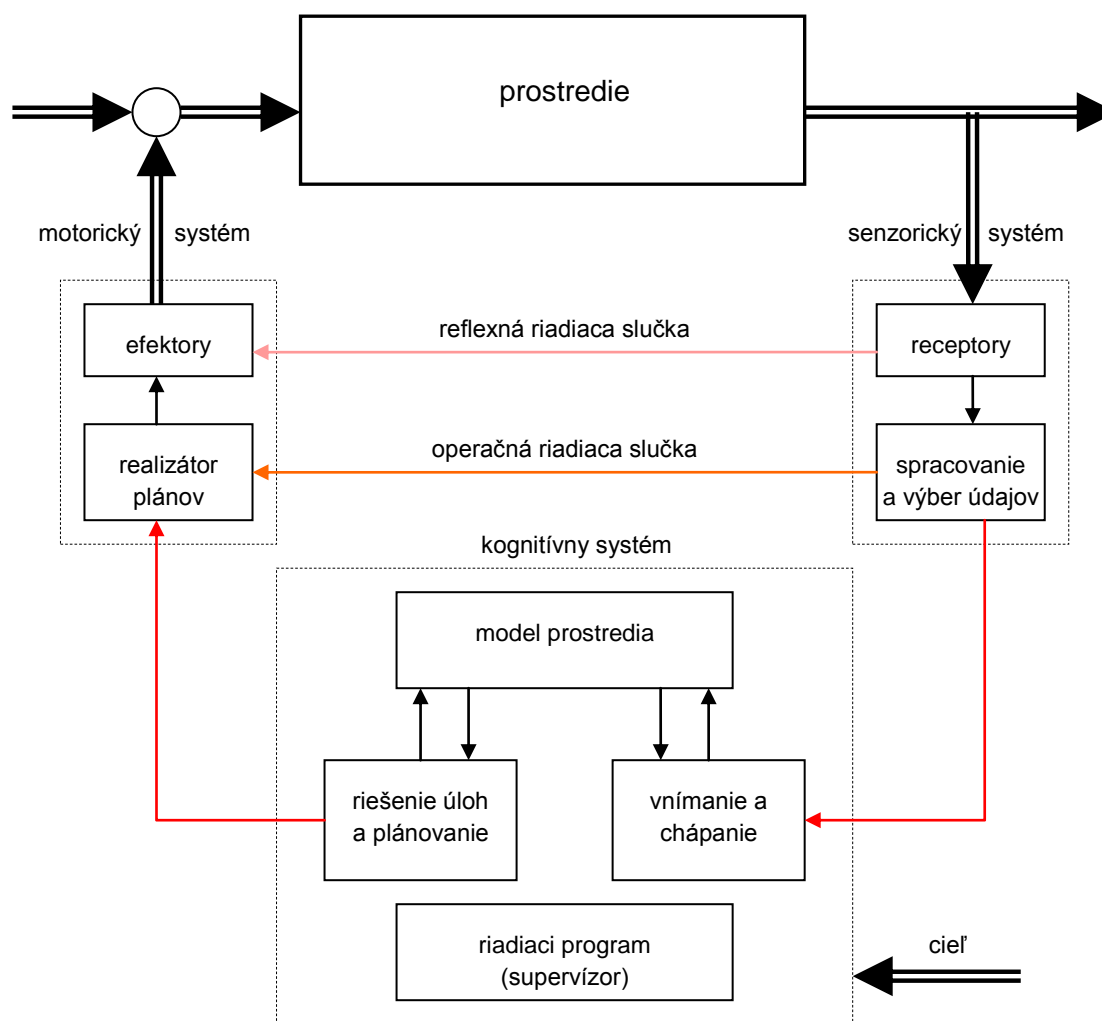
- **vnútorné senzory** – slúžia na sledovanie činnosti systémov robota ako napr.: polohy manipulátora, rýchlosti pohybu, sily a momentu
- **vonkajšie senzory** – slúžia na sledovanie objektov z ktorými robot pracuje napr.: sledovanie vzdialenosti, polohy, tvaru a rozmerov objektov.

Najčastejšie sa ako senzory používajú nasledovné snímače:

- snímače polohy – a to buď odporové alebo indukčné,
- snímače pootočenia,
- inkrementálne snímače – ktorými sa sníma buď poloha alebo rýchlosť,
- piezoelektrické snímače tlaku,
- snímače sily (tenzometre) a mechanického namáhania,
- ultrazvukové, fotoelektrické alebo laserové snímače vzdialenosti,
- kamery – nimi zabezpečuje rozmerové parametre,
- akustické snímače na rozoznávanie reči,
- trojrozmerné skenery – rozoznávanie 3D objektov.

Aktívne pôsobenie robota na prostredie zabezpečuje **motorický podsystem** zložený z manipulačných mechanizmov a pohonov. Najbežnejšími sú elektrické pohony, motory s permanentnými magnetmi ako napríklad krokové motory alebo elektromagnety ale často sa, hlavne v zložitejších mechanizmoch, používajú pneumatické alebo hydraulické pohony.

Štrukturálna schéma dvojice robot – prostredie má charakter spätnoväzbového riadiaceho systému.



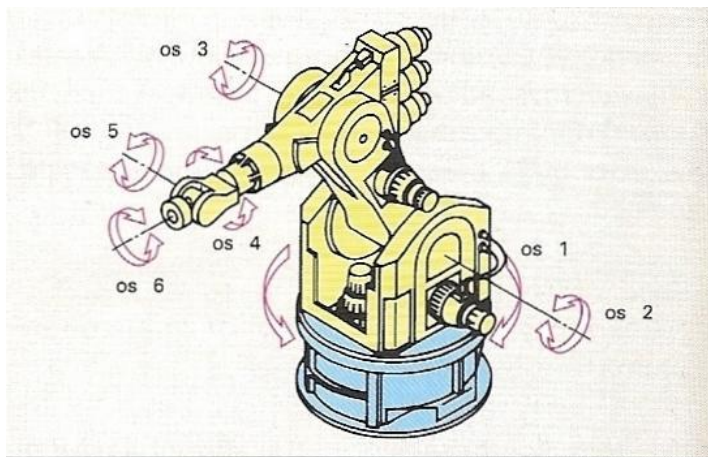
Obr. 5

Legenda k Obr. 5

- Prostredie* technologická scéna,
- Receptory* rôzne typy snímačov, pomocou ktorých sa získavajú informácie vo forme podnetov o rôznej fyzikálnej podstate, ktoré sa prevádzajú na unifikovaný vnútorný signál robota,
- Spracovanie a výber údajov* – základné spracovanie a kódovanie informácií. Zabezpečuje odovzdávanie údajov na základe požadovaných testovacích úkonov,
- Efektory* jednotlivé výkonné orgány (pojazd, rameno, technologická hlavica, ...), vrátane ich pohonov,
- Realizátor plánov* – vykonáva vlastné riadenie jednotlivých výkonných orgánov, určuje a riadi postupnosť jednotlivých akcií výkonných orgánov, (mikro počítač),
- Vnímanie a chápanie* - analýza údajov smerujúca k rozpoznaní a klasifikácii údajov, k porozumeniu vnemov, rozpoznaní scény tak, aby bolo možné toto porozumenie následne využiť pre plnenie zadaných cieľov,
- Model prostredia* – model reprezentujúci reálny svet vo forme obrazu, plánu, symbolov
- Riešenie úloh a plánovanie* – syntéza získaných údajov,
- Riadiaci program*.- program zabezpečujúci činnosť kognitívneho systému a tým prácu robota.

1.3. Kinematika robotov

Druh, vzájomné usporiadanie a počet jednotiek generujúcich pohyb (počet osí) určujú konštrukciu (vonkajší vzhľad) pracovný (operačný) rozsah (priestor), použiteľnosť a požiadavky na riadenie robota. Pohybové vlastnosti robotov sú dané počtom **rotačných (R)** osí a počtom priamych - **translačných (T)** osí.



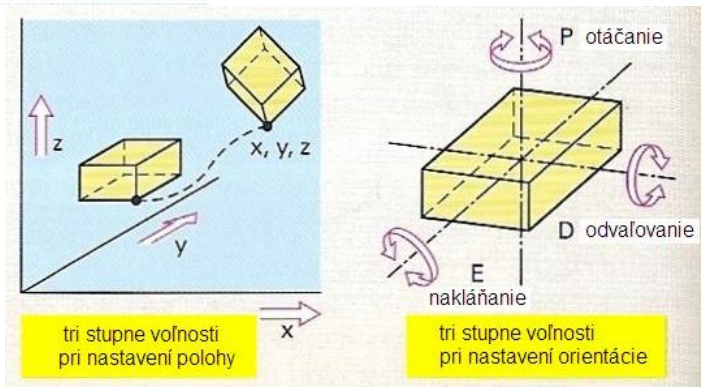
Robot s pohybmi v šiestich osiach pre nastavenie ľubovoľnej pozície a ľubovoľnej orientácie

- pre dosiahnutie akéhokoľvek bodu v priestore sú potrebné aspoň 3 osi, ktoré sa nazývajú **hlavné** a sú súčasťou ramena robota

- k nastaveniu uchopenia alebo nastavenia ľubovoľnej polohy v rámci pracovného priestoru už je potrebných minimálne 6 osí, ktorým hovoríme **stupne voľnosti** (angl. degree of freedom – DOF) - Obr. 6.

Obr. 6

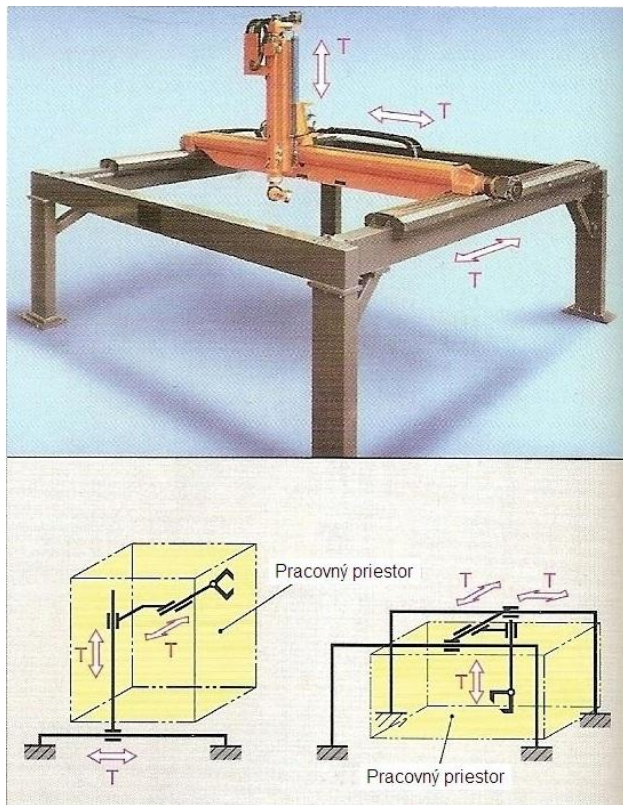
Podľa mechanickej koncepcie manipulačného mechanizmu – kinematickej štruktúry možno priemyselné roboty (PR) rozdeliť do niekoľkých základných skupín.



Pohyb so šiestimi stupňami voľnosti

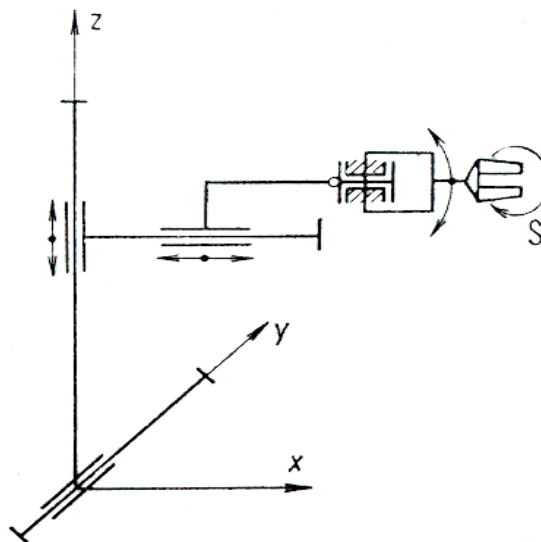
Roboty a manipulátory

Základným typom kinematiky je **kinematika TTT**, pri ktorej pohyb uchopovacieho zariadenia využíva tri translačné, vzájomne kolmé pohyby. Používa sa pri **portálových** premiestňovacích systémoch pre plnenie alebo vyprázdňovanie palet alebo pri montáži.



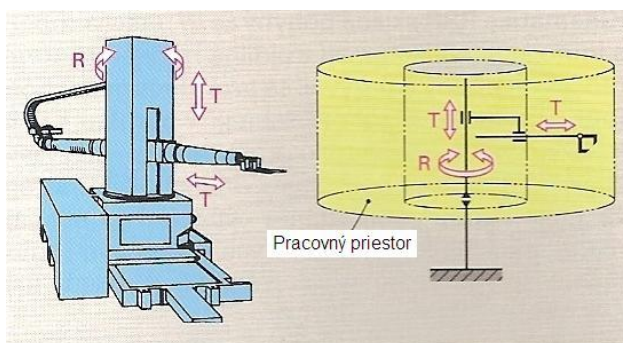
Robot s kinematikou TTT

Pracovný priestor má tvar kvádra s hranami o dĺžke zodpovedajúcej rozsahu pohybov v osiach x , y a z , - Obr. 7.



Obr. 7

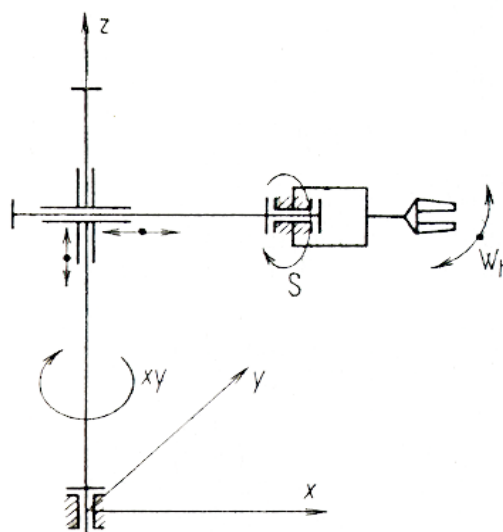
Kinematika RRT - Obr. 8, skladá premiestňovací pohyb z jednej rotácie a dvoch translácií. Nosné rameno zakončené uchopovacím zariadením sa vertikálne pohybuje po stĺpe otočnom okolo osi z . Horizontálny pohyb uchopovacieho zariadenia sa vykonáva teleskopickým predlžovaním alebo skracovaním ramena alebo presunutím ramena na druhú stranu stĺpa. V prvom prípade vzniká v blízkosti osi z nevyužitý priestor, v druhom prípade je nutné pri



Robot s kinematikou RRT

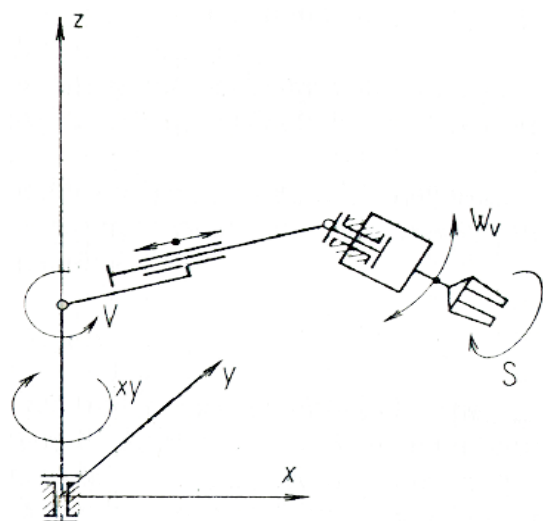
usadzovaní PR počítať s voľným priestorom aj na druhej strane stĺpa. Pracovný priestor je valec.

Obr. 8

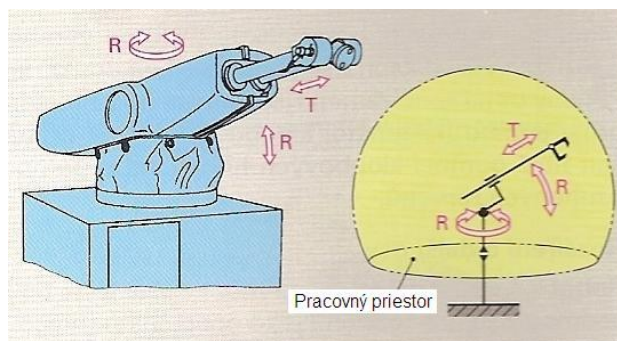


Robot s **kinematikou RRT**, ktorých rameno sa okrem otáčania okolo osi z ešte naklápa, čím sa realizuje vertikálny pohyb uchopovacieho zariadenia do určitého bodu v manipulačnom priestore. Horizontálny pohyb sa zabezpečuje vysúvaním ramena. Pri horizontálnej zmene

Roboty a manipulátory



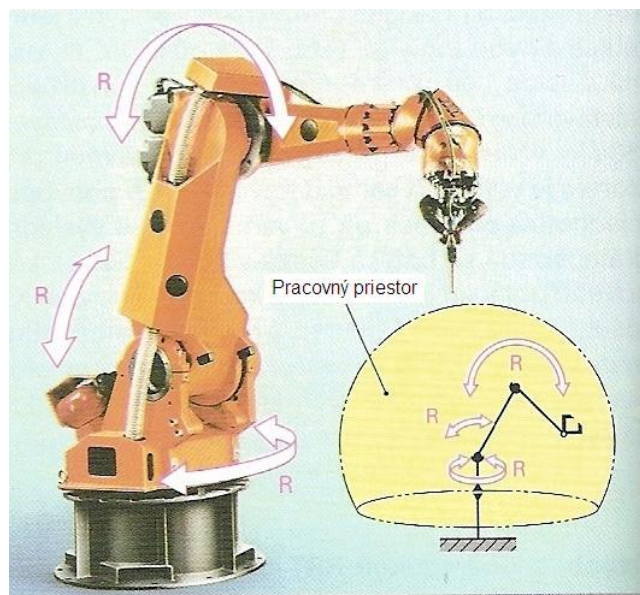
polohy ramena je nutné súčasne prestaviť i polohu uchopovacieho zariadenia (zvýšené nároky na riadenie pohybu). Pracovný priestor je ohraničený guľovou plochou a rovinou - Obr. 9.



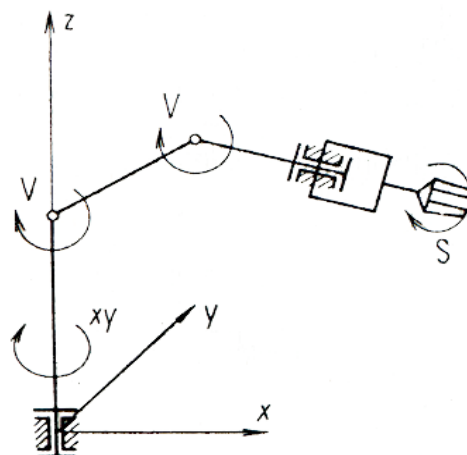
Robot s kinematikou RRT

Obr. 9

Kinematika RRR - Obr. 10, skladá pohyb z troch rotácií a roboty s touto kinematikou majú trojdielne rameno s tromi otočnými kĺbmi (pozri aj Obr. 2 a 6) a nazývajú sa tiež **kĺbové roboty**. Ide o najrozšírenejšiu kinematiku robotov. Pracovný priestor je obdobný ako pri kinematike RRT a v pomere k jeho veľkosti zaberajú najmenej miesta zo všetkých robotov.



Kĺbový robot s kinematikou RRR



Obr. 10

Takéto roboty sú schopné vykonávať činnosť v bezprostrednej blízkosti osi z.

Úchop robota – je to koncová časť ramena robota, ktorá slúži k vykonávaniu konkrétnej činnosti najčastejšie k uchopeniu predmetu. Spôsob úchopu môže byť kliešťový, prísavkový, magnetický alebo skrutkový.

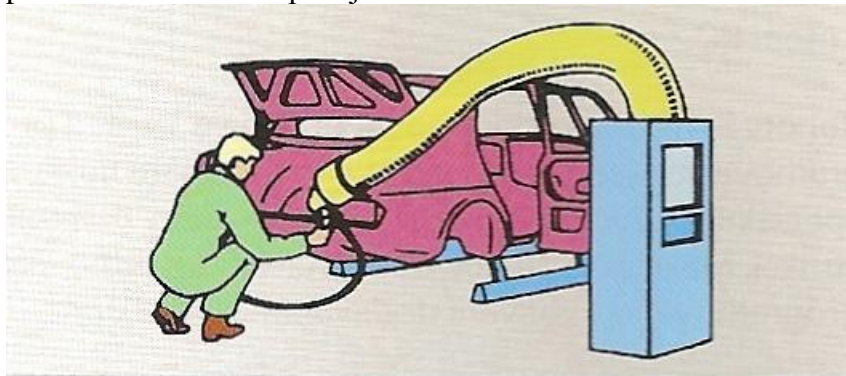
Orientačné hodnoty technických parametrov bežných PR

Nosnosť (kg)	0,1 až 150	Počet chápadiel na ramene	1 až 4
Objem pracovnej zóny (m ³)	0,005 až 12	Nepresnosť polohovania	±0,01 až 5
Hmotnosť robota (kg)	20 až 2000	Rýchlosť T pohybov (m.s ⁻¹)	0,1 až 2
Počet stupňov voľnosti	1 až 8	Rýchlosť R pohybov (°.s ⁻¹)	30 až 180
Počet ramien	1 až 3		

1.4. Programovanie robotov

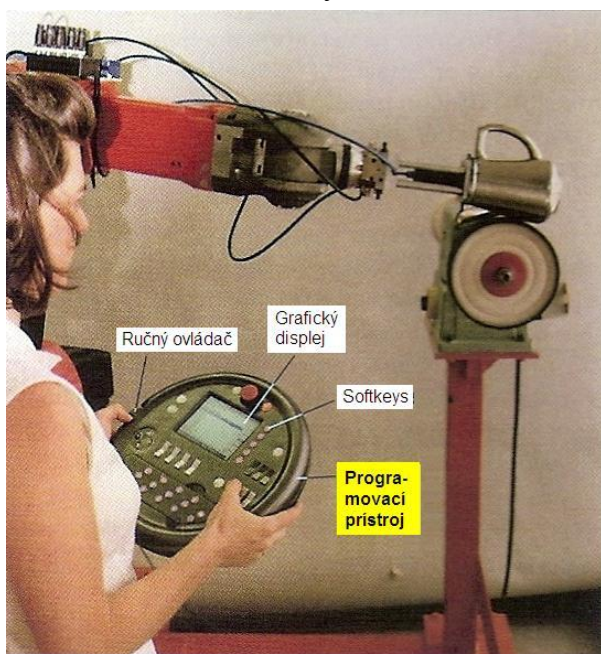
K hlavným metódam programovania robotov patria:

- **Play-back** – celý pracovný postup robota sa najprv urobí manuálnym vedením ramena a riadiaca jednotka si tento pohyb zaznamená, naučené pohyby robot potom donekonečna opakuje

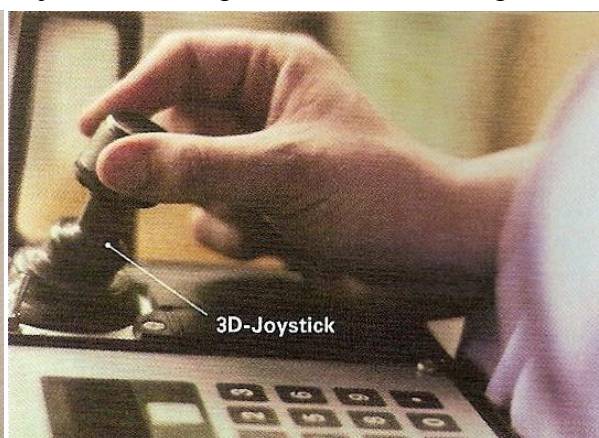


Programovanie typu Play-back

- **Teach-in** – ide o metódu postupného učenia, kedy predvádzame akú činnosť má robot predvádzať a on si túto činnosť ukladá do pamäte a pri automatickej činnosti využíva zaznamenané údaje – súradníc, polôh, natočení, úchopov, ...



Programovanie typu Teach-in



Programovací prístroj s ručným ovládačom

- **Off-line** – spočíva v tom, že celú činnosť do detailov, dopredu naprogramujeme a potom nahráme do riadiaceho systému robota. Používajú sa buď vyššie programovacie jazyky na úrovni **Pascalu** alebo sa používa špeciálny používateľský jazyk s využitím makroinštrukcií. Makroinštrukcie sú súčasťou systémového programového vybavenia dodávaného výrobcem robota.