

## 24. Úvod do robotiky

### Definice:

↔	<b>Robotika</b>	↔	věda o robotech
↔	<b>Robot</b>	↔	obecně je to <b>samostatně pracující stroj</b> , vykonávající určené úkoly a nahrazující činnost člověka
↔	<b>Průmyslový robot</b>	↔	programovatelný samostatně pracující stroj určený pro manipulační a technologické operace ve výrobě, kde nahrazuje činnost člověka

### 24.1. Vlastnosti robotů

#### V porovnání s člověkem jsou:

↔	<b>přesnější</b>	↔	vyšší kvalita
↔	<b>rychlejší</b>	↔	vyšší produktivita
↔	<b>robustnější</b>	↔	<b>odolnější</b> - lze je použít i pro <b>pracovní prostředí nevhodné pro člověka</b> (kde je hluk, prach, horko, pod vodou, v kosmu, v prostředí radioaktivním, výbušném (také k odstraňování výbušnin, ve vojenství), chemicky znečištěném, miniaturním (lékařství - nanoroboti - v lidském těle)
		↔	<b>neunaví se</b> - můžou vykonávat fyzicky namáhavou, monotónní práci
↔	<b>dražší</b>	↔	vyšší pořizovací cena – návratnost až za delší dobu
↔	<b>nešikovnější</b>	↔	nemají takový hmatový cit a jemnost drobných pohybů jako člověk

### 24.2. Oblasti použití průmyslových robotů

↔	<b>manipulace s materiálem</b>	↔	obsluha strojů (manipulátory, podavače) - podávání a vyjímání, upínání, doprava předmětů mezi stroji, paletizace
		↔	obsluha skladů (regálové zakladače) – zboží na paletách, v přepravkách
↔	<b>spojování materiálů</b>	↔	montáž - šroubování, utahování
		↔	svařování, pájení, lepení, nýtování
↔	<b>dělení materiálu</b>	↔	řezání laserem, plazmou, vodním paprskem
↔	<b>obrábění materiálu</b>	↔	vrtání, frézování, soustružení, broušení, odhrotování - integrace do CNC
↔	<b>nanášení barev, laků</b>	↔	stříkání tekutých a práškových barev, laků, nanášení povlaků, těsniv, tlumiv
↔	<b>kontrola</b>	↔	měření pomocí dotykových sond, kamer, laseru

- také **plnění nádob** - chemický, potravinářský, farmakologický průmysl, čištění
- Pozn. Nejpoužívanější **značky robotů**: Mitsubishi (bílá barva), ABB (bíločervená), Fanuc (žlutá), Kuka (oranžová), Stäubli, Motoman, Bosch Rexroth, Liebherr, Yamaha, Kawasaki, Cloos, Reis, Adept

### 24.3. Rozdělení průmyslových robotů

#### Rozdělení robotů podle úrovně řízení (generace robotů):

↔	<b>ovládané obsluhou</b>	↔	řízení a vnímání zajišťuje člověk – spíše se mluví o manipulátorech
↔	<b>řízené programem</b>	↔	pro změnu funkce musí obsluha změnit program, předpokládají se stále opakované výrobní operace (podávání dílů do stroje nebo na montážní lince) - většina průmyslových robotů
↔	<b>inteligentní (3. generace)</b>	↔	má prvky umělé inteligence:
		↔	<b>učí se</b> – přizpůsobuje se změněným podmínkám – je <b>adaptivní</b> , samostatně řeší úkoly

↔	<b>vizuálně rozpoznává</b> – orientuje se v prostoru, určuje aktuální polohu a natočení objektů, rozpoznává znaky/text (tvar objektů)
↔	<b>hlasově komunikuje</b> (rozpoznává řeč - pokyny, mluví = syntéza řeči)

### Rozdělení podle schopnosti robotů se pohybovat:

↔	<b>stacionární</b>	↔	vázané na místo - nemohou se volně pohybovat z místa na místo (například průmyslové manipulátory) - na podlahu, závěsné (na stěnu, strop), s pojezdem
↔	<b>mobilitní</b>	↔	mohou se volně přemísťovat – servisní roboty – např. bezobslužné transportní vozíky (s optickým nebo magnetickým sledováním trasy), monitorovací vozíky, robotické vysavače, roboti s nohama

## 24.4. Parametry robotů

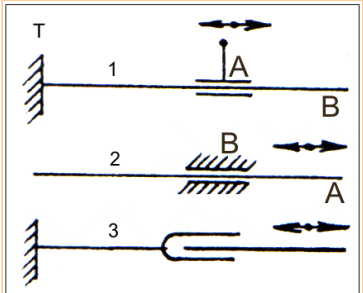
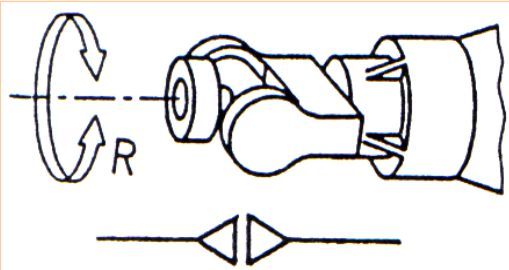
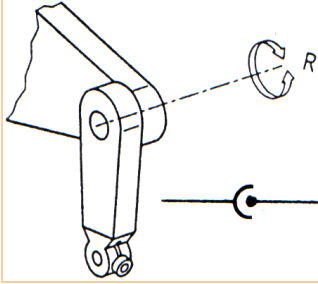
↔	<b>Pracovní prostor</b>	↔	jeho tvar a velikost - dosah - zdvih, vysunutí (běžně jednotky metrů)
↔	<b>Nosnost</b>	↔	únosnost - max. hmotnost břemene na koncovém prvku (běžně desítky až stovky kg), také jako užitečné zatížení
↔	<b>Přesnost</b>	↔	běžně v setinách až desetinách mm (musí být uvedeno za jakých podmínek přesnost platí - závisí na konstrukci, pohonech, odměřování, řízení, hmotnosti břemene, vůlích mechanismů, rozlišení snímačů)
↔		↔	<b>přesnost polohování</b> (opakovatelná přesnost) – max. odchylka mezi programovanou a dosaženou koncovou polohou
↔		↔	<b>přesnost průběhu dráhy</b> (opakovatelnost trajektorie) – max. odchylka mezi naprogramovanou a skutečnou dráhou - např. u svařování
↔	<b>Rychlost pohybu</b>	↔	ve stupních za sekundu (běžně stovky stupňů) nebo v metrech za sekundu (běžně desetiny metru)
↔	<b>Stupeň krytí</b>	↔	odolnost robotu vzhledem k okolnímu prostředí (vniku prachu, vody)

- dále rozměry, počet os, rozlišení (velikost nejmenšího pohybu koncového prvku), hlučnost, spotřeba energie

## 25. Kinematika robotů

↔	Robot se skládá z navzájem navázaných pohyblivých součástí
↔	Dráha koncového prvku je závislá na pohybech všech předcházejících částí robotu

### 25.1. Kinematické dvojice

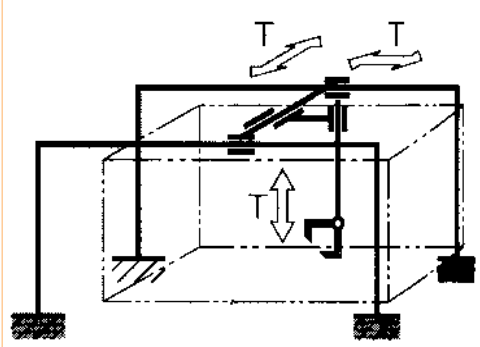
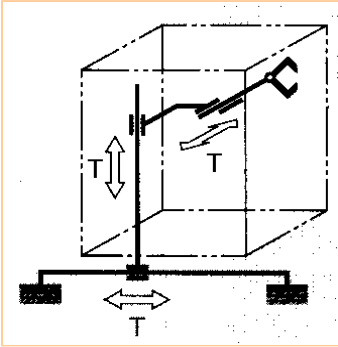
=	druhy vzájemných pohybů dvou prvků		
	<b>Posuvný pohyb</b>	<b>Kroutící pohyb</b>	<b>Kyvový pohyb</b>
			
a)	<b>Posuvný pohyb</b>	↔ <b>translační</b> , lineární, přímočarý - označení T	
		↔ realizuje se <b>vedením</b>	
		↔ pro určení polohy se používají <b>pravoúhlé (kartézské) souřadnice xyz</b>	
		↔ příklady pohybů:	

		1 ↔	<b>Suportový</b> – po delším vedení (B) se posouvá kratší těleso (A)
		2 ↔	<b>Smykadlový</b> – v kratším vedení se posouvá delší těleso
		3 ↔	<b>Výsuvný</b> (teleskopický)
b) Otáčivý pohyb		↔	<b>rotační</b> - označení <b>R</b> , lidově klouby
		↔	realizuje se <b>čepy v ložiskách</b>
		↔	pro určení polohy se používají souřadnice:
		↔	<b>cyklindrické</b> (válcové) - poloměr $r$ , úhel, $z$
		↔	<b>sférické</b> (kulové) souřadnice - vzdálenost $r$ , úhly
		↔	příklady pohybů:
		↔	<b>Kroutící</b> (zkrutný) – osa otáčejícího se tělesa je stejná jako osa otáčení ("zápěstí")
	↔	<b>Kyvny</b> – osa kývajícího se tělesa je kolmá na osu otáčení ("loket")	

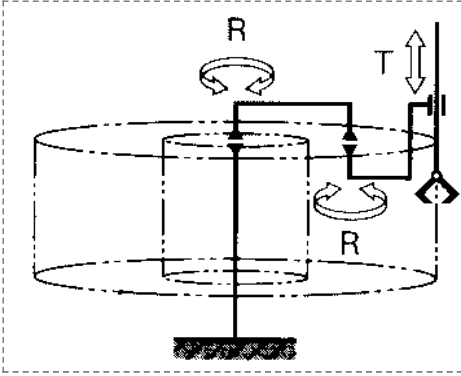
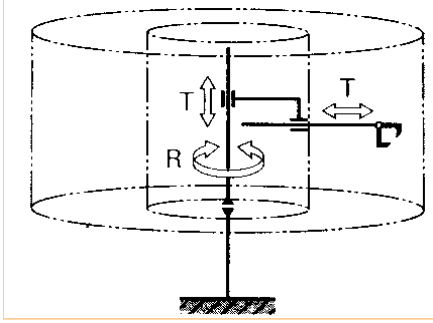
## 25.2. Typy robotů podle kinematiky

↔ K dosažení jakékoliv polohy konce ramena jsou potřeba alespoň **3 kinematické dvojice** – tři osy (tři stupně volnosti)

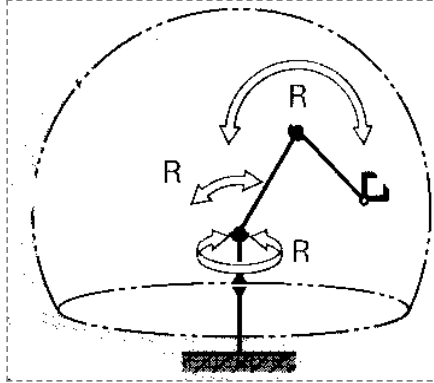
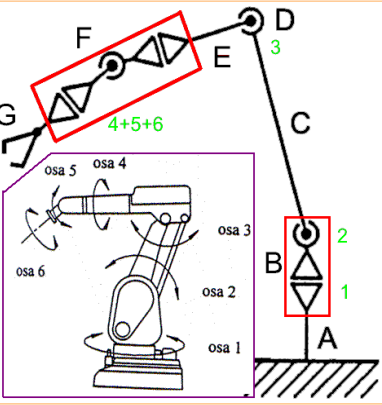
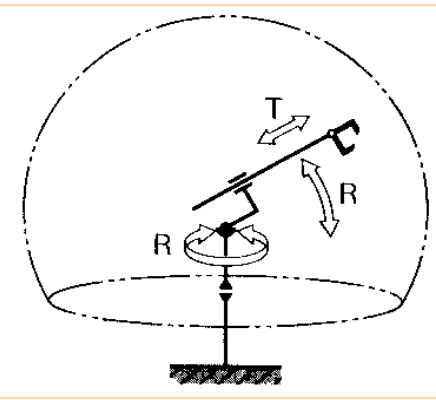
### 25.2.1. Kartézské roboty

Kinematika TTT - Portálová (mostová) varianta		Kinematika TTT - Sloupová varianta	
			
↔ <b>Kinematické dvojice</b>	↔	TTT - 3 translační – používá se <b>pravoúhlý</b> (kartézský) souřadný systém XYZ - osy pohybů jsou navzájem kolmé	
↔ <b>Pracovní prostor</b>	↔	<b>kvádr</b> (délky hran odpovídají rozsahům pohybů v jednotlivých osách)	
↔ <b>Varianty</b>	↔	<b>portálová</b> (mostová, GANTRY)	
	↔	<b>sloupová</b>	
↔ <b>Vlastnosti</b>	↔	velký rozsah pohybu, velká přesnost polohy, stabilita, jednoduché řízení	
↔ <b>Použití</b>	↔	portálové přemísťovací roboty ve velkoskladech – přemísťují palety, přepravky (také podobně CNC obráběcí stroje, portálové jeřáby), montážní roboty	

### 25.2.2. Cylindrické roboty (SCARA)

Kinematika RRT - SCARA		Kinematika RTT
		
↔ Kinematické dvojice	↔	RRT - SCARA: 2 rotační dvojice zkrutné + 1 translační dvojice – vysunutí ramena
↔ Pracovní prostor	↔	válec (cylindr) - přesněji válcový prstenec nebo válcový segment – část válce – pokud není možná rotace 0-360°
↔ Vlastnosti	↔	vysoké rychlosti pohybu ve vodorovném směru, velká zatížitelnost ve svislém směru, menší pracovní prostor, složitější řízení
↔ Použití	↔	plošné montáže (SCARA = selective compliance assembly robot arm) - operace typu seber a polož (pick & place), pájení plošných spojů
↔ Další varianty	↔	RTT - dostatečná stabilita, malá zastavěná plocha - 1 rotační zkrutná dvojice (otočná věž se svislou osou rotace - jako sloupový jeřáb) + 2 translační dvojice (zdvih a vysunutí (radiální vzdálenost od rotační osy))
	↔	TRT

### 25.2.3. Sférické (kloubové) roboty

Základ robotu s 3 rotačními osami (RRR)	Rozšíření na 6 os	Kinematika RRT - varianta s kyvnou druhou dvojicí
		
↔ Kinematické dvojice	↔	RRR - 1 rotační zkrutná dvojice + 2 rotační kyvné dvojice – trojdílná ruka spojená klouby
↔ Pracovní prostor	↔	kulový (sférický) - resp. část koule
↔ Vlastnosti	↔	většina současných robotů – univerzální použití - nejmenší zastavěná plocha, vysoké rychlosti pohybu, malé setrvačné hmoty, složité řízení, menší přesnost

#### Rozšíření o další osy

↔	K nastavení natočení uchopeného předmětu (nebo upnutého nástroje) na koncovém ramenu jsou potřeba další 3 osy (kinematické dvojice)
↔	Vznikne robot se 6 řízenými osami:
↔	3 osy pro polohování ramen

↔ 3 osy pro **natočení (orientaci) uchopeného předmětu**

- Pozn. Robot napodobuje lidskou ruku - lidská ruka má 27 os (stupňů volnosti)

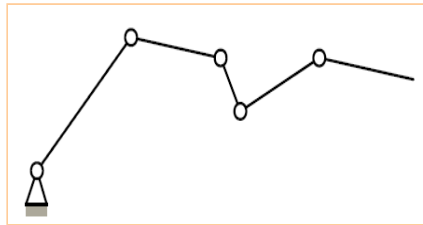
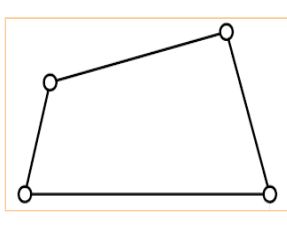
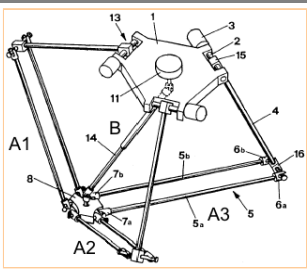
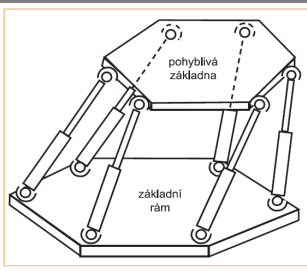
### Části šestiosého sférického robotu:

A	<b>základna</b>	↔ část spojená se zemí	rám, báze	↔ <b>3 osy - napolohování robotu</b>
B	<b>ramenní kloub</b>	↔ <b>1. a 2. osa</b> - umožňuje otáčení na základně a kyvný pohyb paže	shoulder	
C	<b>zadní rameno</b>	↔ pevná část - spojuje B a D	upper arm, horní ruka, paže	
D	<b>loketní kloub</b>	↔ <b>3. osa</b> - umožňuje kyvný pohyb předloktí	elbow	
E	<b>přední rameno</b>	↔ pevná část - spojuje C a E	fore arm, přední ruka, předloktí	
F	<b>zápěstí</b>	↔ <b>4.+5.+6. osa</b> - umožňuje otáčivý pohyb chapadla	wrist	↔ <b>3 osy - natočení (orientace) chapadla</b>
G	<b>chapadlo</b>	↔ koncový prvek k uchopování předmětů nebo upínání nástrojů	end effector, "prsty"	

### Příklady dalších os

↔	robot může být pojízdný po vedení (kolejnicích) – 7. translační osa – pro opracování dlouhých obrobků
↔	opracovávaný obrobek může být na otočném a naklápěcím stole – 7. a 8. osa

### 25.2.4. Paralelní roboty

Otevřený řetězec (sériový robot)	Uzavřený řetězec	Delta robot	Hexapod
			

↔	Všechny výše uvedené roboty jsou tzv. <b>sériové</b> - kinematické dvojice tvoří otevřený řetězec
↔	Zvláštní skupinu tvoří <b>paralelní</b> roboty - kinematické dvojice tvoří uzavřený řetězec
↔	Pohyblivý koncový prvek je spojen s nepohyblivou základnou několika tenkými rameny s klouby
↔	<b>Delta robot</b> - 4 osy - 3 ramena s klouby (A) - poloha koncového prvku je dána výkyvem ramen + uprostřed bývá ještě čtvrté rameno (B) pro rotační pohyb
↔	V porovnání se sériovými sférickými roboty jsou rychlejší (díky malé hmotě ramen), přesnější, ale mají malý pracovní prostor, omezený náklon chapadla, složité řízení
↔	Použití - operace seber a polož - balicí linky (potravinářství, farmaka), montáže, lékařství - ovladače operačních manipulátorů

- Další varianta - **hexapod** (Stewartova plošina) - 6 teleskopických ramen s klouby (poloha koncového prvku je dána vysunutím ramen) - použití např. u leteckých simulátorů