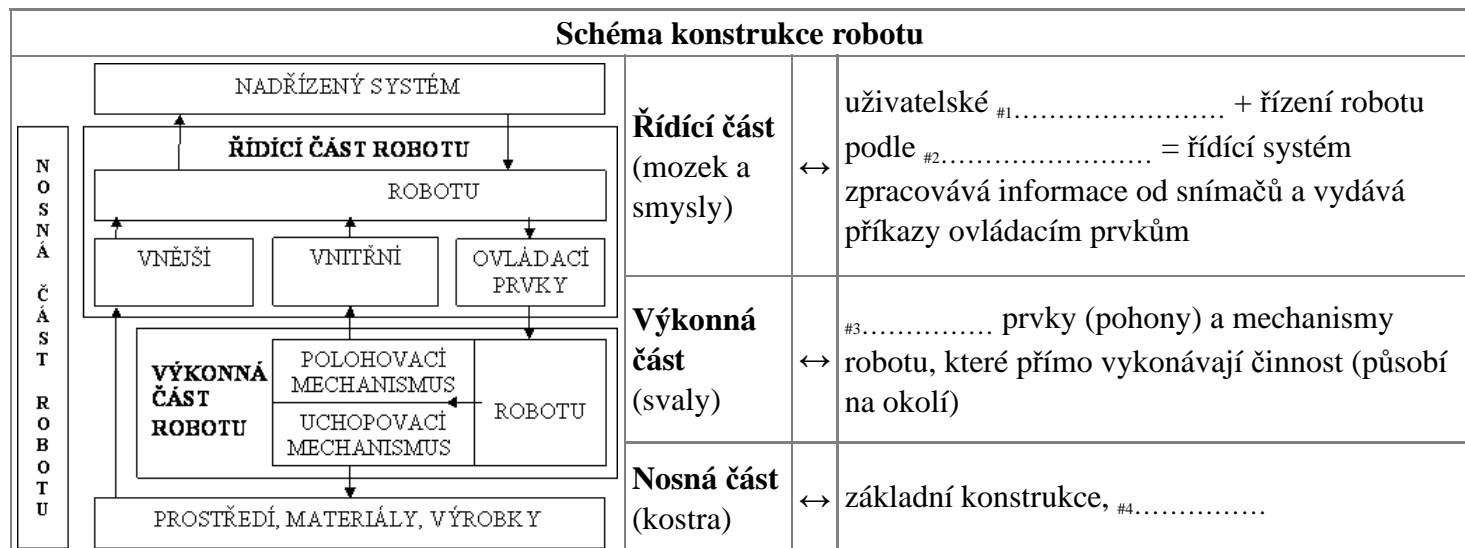


# 26. Konstrukce robotů

Schéma konstrukce robotu



## 26.1. Pohony

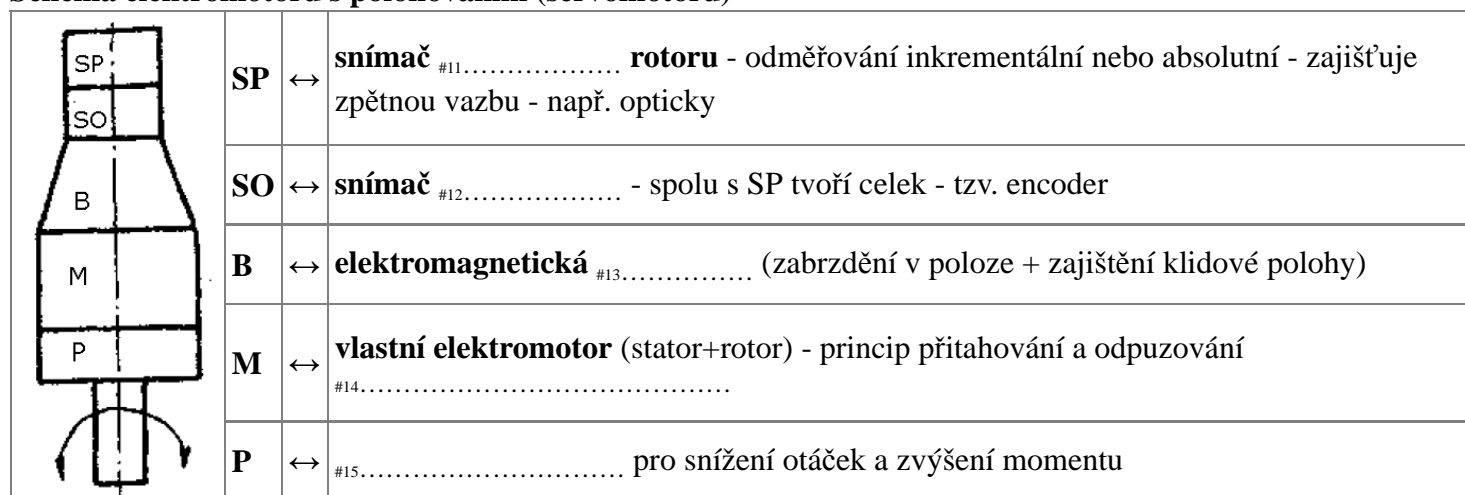
Zajišťují hlavně:

↔ <b>přesné</b> #5.....	↔ najetí do polohy v jednotlivých osách
↔ #6..... <b>pohybu</b>	↔ plynulý rozjezd a dojezd (zrychlení na rychloposuv mezi polohami a brzdění do koncové polohy)
↔ #7.....	↔ zajištění stabilní klidové polohy

### a) Elektromotory

↔ nejrozšířenější pohony, mají #8..... úhlové zrychlení a zpomalení (vysokou dynamiku, malou setrvačnost), velký rozsah otáček
↔ #9..... (DC) pro menší výkony nebo #10..... (AC) pro větší výkony

### Schéma elektromotoru s polohováním (servomotoru)



### Zvláštní případy elektropohonů

↔ #16..... <b>motory</b>	↔ otáčí se po krocích (převádí impulsy na úhly pootočení - nepotřebují snímač polohy - <b>poloha</b> je dána <b>počtem</b> #17.....)
	↔ <b>rychlost otáčení</b> je dána #18..... impulsů
	↔ jednoduché řízení, #19..... kroutící momenty
↔ #20..... <b>elektromotory</b>	↔ pro #21..... pohyb (stator rozvinutý do roviny) - podobně jako jádro v cívice

## b) Hydraulické pohony

↔	využívají tlaku kapaliny (získaného #22.....) - umožňují dlouhý přímočarý (válce) i otáčivý pohyb (motory pístové axiální nebo radiální)
↔	#23..... <b>síly</b> při malých rozměrech (díky velkým tlakům) - pro roboty s velkou únosností
↔	#24..... <b>rychlost</b> , bezpečnost proti přetížení, bezpečné ve výbušném prostředí
↔	nevýhody – ztráty oleje netěsnostmi, náročné rozvody kapaliny přes pohyblivé klouby

## c) Pneumatické pohony

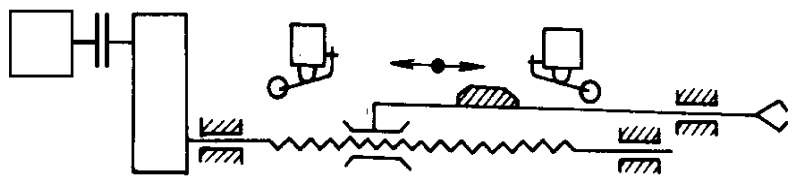
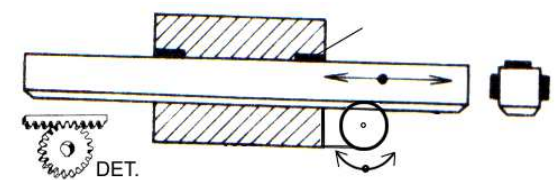
↔	využívají stlačeného vzduchu (vyrobeného #25.....) - umožňují také přímočarý (válce) i otáčivý pohyb
↔	#26..... <b>síly</b> (menší tlaky vzduchu), #27..... <b>rychlost</b> (dynamika)
↔	čisté prostředí, jednoduchá údržba, bezpečné ve výbušném prostředí
↔	nevýhody – hlučnost, ztráty netěsnostmi, vyšší spotřeba energie, stlačitelnost vzduchu – pro menší a jednodušší zařízení, obtížně říditelná poloha

- **Hybridní pohony** (kombinované) – např. elektropneumatický, elektrohydraulický

## 26.2. Polohovací mechanismus

### 26.2.1. Posuvné jednotky

↔	slouží k realizaci posuvného přímočarého pohybu – u pohyblivých dvojic typu T - suport, smykadlo
↔	posuvný prvek musí mít <b>kluzné nebo valivé</b> #28..... pro zajištění přesného pohybu s malým třením a zároveň s malými vůlemi

Ruka manipulátoru se šroubovým mechanismem	Hřebenové ozubení
	
1 - motor, 2 - spojka, 3 - převodovka, 4 - šroub, 5 - matice, 6 - koncové spínače, 7 - rameno s chapadlem, 8 - ložiska, 9 - vedení	1 - pastorek poháněný motorem, 2 - rameno s hřebenem, 3 - vedení

#### Realizace:

a)	<b>pneumatickým nebo hydraulickým</b> #29....., #30..... <b>elektromotorem</b> (přímá realizace)
b)	<b>otáčivým motorem + mechanismem</b> na přeměnu otáčivého pohybu na přímočarý (#31..... šroubem - pro střední zdvihy, #32..... ozubením - pro velké zdvihy, vačkami, ozubeným řemenem - jako např. u stolního scanneru)

### 26.2.2. Otáčivé jednotky

↔	slouží k realizaci rotačního pohybu (typ R) – u zkrutných nebo kývavých pohybových dvojic
↔	jednotky mívají <b>převod dopomala</b> = #33..... otáček = #34..... momentu (max. otáčky ramen jsou asi 0,5 ot./sek. = např. při otáčkách motoru 50 ot./sek.tzn. převodový poměr 100)
↔	jednotky musí mít <b>co nejmenší</b> #35..... (kvůli mrtvému chodu při změně směru pohybu)

Čelní soukolí	Kuželové soukolí	Harmonický převod	Planetový převod	Šnekový převod	Řemen

### Prvky otáčivých jednotek:

a) #36..... ozubená kola	↔ s vnějším/vnitřním ozubením	↔ používají se ve formě převodovek s velkým převodovým poměrem - převodovky #37..... #38..... (další typy - šneková, cykloidní převodovka)
b) #39..... ozubená kola	↔	↔ pro změnu osy otáčení (většinou jsou osy kolmé)
c) #40..... řemeny	↔	↔ pro přenos otáčivého pohybu na větší vzdálenost, např. mezi klouby (uvnitř ruky) - kombinují výhody řetězů a řemenů (neprokluzují a zároveň tlumí rázy)

## 26.3. Uchopovací mechanismus (#41.....)

↔	Koncový prvek robotu - měl by být co nejlehčí – jeho hmotnost snižuje max. zatížení ramen	
<b>Části koncového prvku (prvky být nemusí být obsaženy všechny)</b>		
	1	standardní rozhraní (#42.....) ↔ ISO příruba nebo upínač + napojení kabelů + kapalina nebo stlačený vzduch
	2	#43..... ↔ např. pro pohyb chapadel
	3	#44..... ↔ vyrovnává nepřesnosti při kontaktu s předmětem (nepoužívá se často)
	4	koncový prvek ↔ #45..... nebo pracovní #46.....

### 26.3.1. Chapadla (úchopy, úchopné hlavice)

↔	slouží k bezpečnému uchopení a uvolnění předmětů	
↔	musí zaručit dodržení požadované #47..... a #48..... uchopeného předmětu (natočení)	
↔	bývají vybaveny #49..... - např. optickými, ultrazvukovými pro detekci přítomnosti a tvaru předmětu (hmat), příp. jeho vzdálenosti	
<b>Tvary chapadel</b>	<b>Mechanismy chapadel s lineárním pohonem</b>	<b>S rotačním pohonem</b>
	A - #50....., B - #51....., C - s #52.....	E - hřebenový, F - #53.....

### Druhy úchopů:

a) #54.....	↔	vzájemný pohyb čelistí bývá - #55..... (upínací síla se nemění s délkou ramen) nebo #56..... (s délkou čelistí se mění upínací síla - čím jsou ramena čelistí kratší, tím je upínací síla #57.....)
-------------	---	---

a)		↔	<b>Pohon</b> bývá <b>rotační</b> - elektromotorem nebo <b>lineární</b> - elektromagneticky, válcem - pneumatickým nebo hydraulickým
b)	<b>pneumatické</b> – #58.....	↔	<b>využití</b> #59..... (vyráběného v #60..... profukováním stlačeného vzduchu)
		↔	přenos lehčích předmětů s rovinným nepórovitým povrchem (plechy, desky, tabule – i sklo, plasty, papír)
		↔	přísavky jsou z pružného elastomeru, který se přizpůsobí povrchu
c)	#61.....	↔	pro menší předměty z feromagnetického materiálu, používají se <b>elektromagnety</b> nebo <b>permanentní magnety</b>

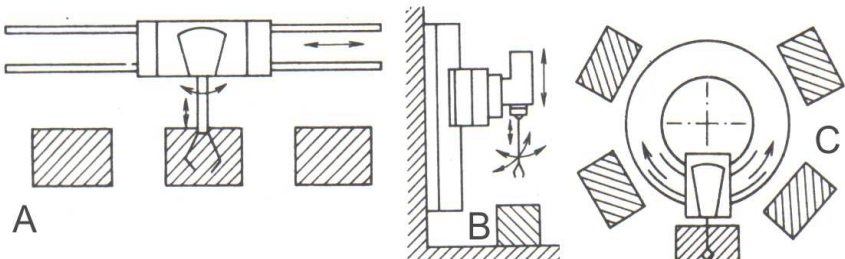
### 26.3.2. Pracovní (technologické) hlavice

↔	Slouží k uchycení #62..... a vykonání operace – např. montáže šroubu, svařování (také mohou nést snímače)
↔	Jsou uchyceny ke konci robotu <b>přírubou</b> nebo #63..... systémem
↔	Do upnutého nářadí musí být umožněn <b>přívod</b> elektrické energie nebo média (vzduchu, kapaliny)
↔	Pro složitější operace mohou být #64..... (se všemi nástroji upnutými v otočné hlavici) nebo #65..... (s automatickou výměnou ze zásobníku nástrojů podle programu)

### 26.4. Pojezd

↔	Používá se pokud se má robot pohybovat po delší dráze - např. pro obsluhu více pracovišť nebo pro opracování dlouhých obrobků
---	---

#### Variety pojezdů

	A	#66..... posuvný
	B	#67..... posuvný
	C	rotační

#### Realizuje se:

a)	<b>po</b> #68.....	↔	např. koly po pozemní kolejové dráze, kolečky po závěsné dráze (ála kočka portálového jeřábu), ve vedení na stěně (ála konzolový jeřáb)
b)	<b>volně po povrchu</b>	↔	kola, pásy, kráčecí ústrojí (nohy)

### 26.5. Snímací systém

#### a) Vnitřní snímací systém

↔	zajišťuje zpětnou vazbu pro regulační smyčku (řízení polohy a rychlosti prvků robotu) - skládá se z <b>odměřování</b> #69..... a snímání #70..... <b>pohybu</b>
↔	<b>Odměřování polohy</b> - slouží k zjištění skutečné polohy řízeného prvku (např. konce ramena), která se porovnává s požadovanou hodnotou - rozděluje se na:
↔	#71..... (inkrementální - princip přičítání a odečítání jednotek) nebo #72..... (každá poloha má na pravítce svůj kód)
↔	#74..... <b>odměřování</b> (poloha se měří u pohonu - ne na koncovém prvku - méně přesné díky vůlím v mechanismech) z jiného pohledu na #73..... (přesnější - měří se přímo poloha koncového prvku) nebo

## b) Vnější snímací systém

↔	Slouží k snímání okolí - <b>určování tvaru, rozměrů a aktuální polohy objektů</b> - např. při uchopování výrobků z dopravního pásu a jejich uložení do přepravy, také ke snímání fyzikálních veličin - např. teploty
↔	Zahrnuje veškeré typy snímačů podle funkce robotu - např.
↔	<b>Dotykové snímače</b> (hmatové, kontaktní, taktilní) - tenzometry, #75..... snímače, mohou být uspořádány do skupin (matic)
↔	<b>Bezdotykové snímače</b> - #76..... včetně kamer - schopnost rozpoznávání tvaru, #77..... - vzdálenost, #78..... (detekce kovových předmětů), #79..... (pro nekovové předměty)

# 27. Řízení robotu

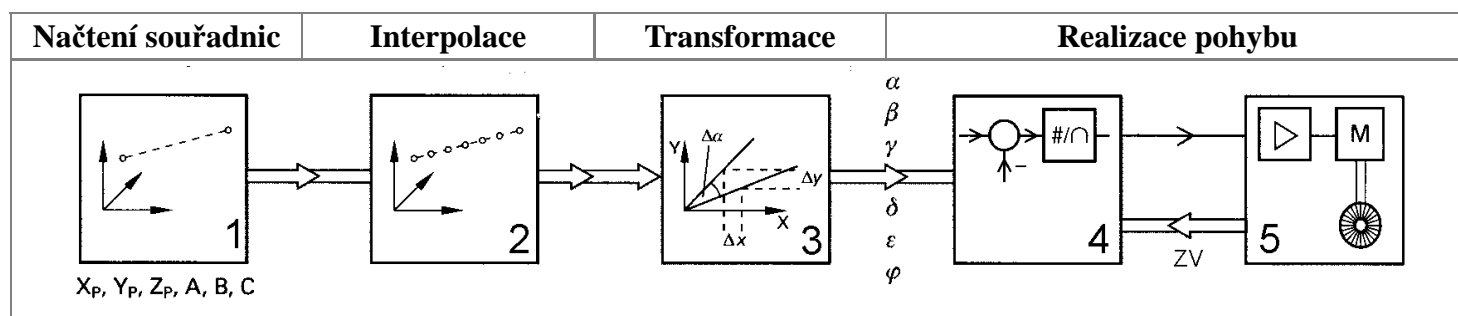
Zahrnuje:

↔	<b>řízení</b> #80.....	↔	současné <b>řízení jednotlivých os</b> po zadané dráze (poloha + rychlost) = pohyb ramen a chapadel, příp. pojezd
↔	#81..... <b>s okolím</b>	↔	s obsluhou i s okolními zařízeními (nadřízenými/podřízenými - obsluhovaným strojem, dopravníky)

Řízení provádí řídicí systém:

↔	<b>Hardware</b>	↔	#82..... <b>jednotka</b> - přizpůsobený PA nebo průmyslové PC s příslušnými vstupy a výstupy - komunikující s robotem drátově/bezdrátově (rádiově, opticky – laserem)
		↔	<b>uživatelské</b> #83..... - vestavěné nebo mobilní operátorské panely
↔	<b>Software</b>	↔	#84..... - firmware/operační systém - daný výrobcem
		↔	#85..... - prováděný program, připravený v programovacím prostředí na PC (s možností grafické simulace činnosti), další podpůrné funkce - např. vzdálená správa přes Internet

## 27.1. Řízení pohybu robotu

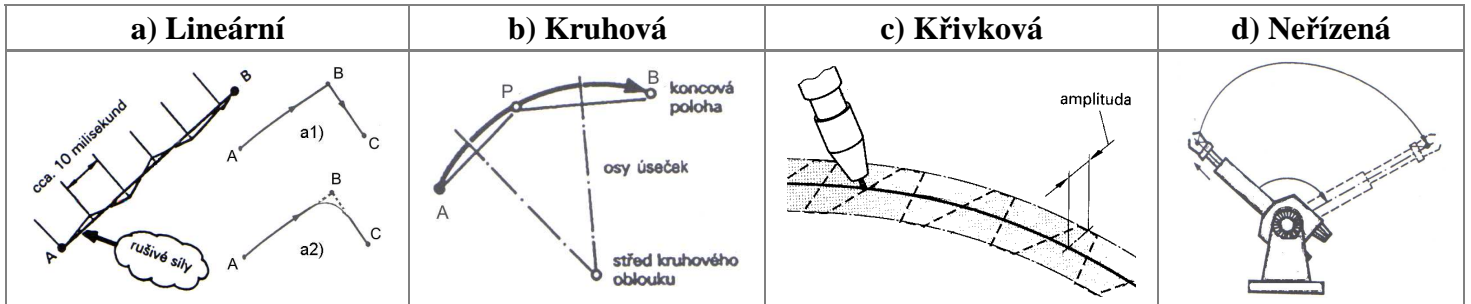


Fáze:

1	<b>Načtení souřadnic koncového bodu</b>	↔	3 x souřadnice #86..... XYZ + 3 x úhly #87..... ABC - souřadnice jsou načteny z programu
2	#88.....	↔	průběžné počítání souřadnic #89..... bodů (v intervalu v řádu milisekund)
3	#90..... <b>(přepočít)</b>	↔	průběžné souřadnice jsou přepočítávány na souřadnice jednotlivých pohonů
		↔	u robotů s otočnými rameny ŘS přepočítává <b>pravoúhlé</b> souřadnice na <b>natočení</b> #91.....
		↔	<b>problém</b> #92..... - stejnou polohu koncového prvku lze dosáhnout více způsoby natočení ramen – způsoby Nahoře/Dole - ŘS systém se musí rozhodnout pro jednu variantu

4+5	<b>Realizace pohybu</b>	↔ <b>Řízení jednotlivých os</b> řídicím systémem (4) na základě porovnávání požadované polohy a aktuální polohy (získané #93..... - 5)
-----	-------------------------	--

### 27.1.1. Interpolace



#### a) Lineární interpolace

↔ požadovaná dráha mezi zadanými body je #94.....
↔ skutečná dráha se od přímky mírně #95..... vlivem rušivých vlivů (třením, setrvačností)
↔ ŘS průběžně řídí všechny osy tak, aby odchylka od ideální dráhy byla co #96.....
↔ <b>Průjezd míst</b> s ostrou změnou směru pohybu může být
a1) #97..... – pro montáže, svařování, nutná menší rychlost, při větší rychlosti dochází ve zlomu ke chvění a trhavému pohybu (hrozí ztráta uchopené součásti)
a2) #98..... průjezd – řídicí systém zaoblí přechod zlomu po oblouku – průjezd je plynulý, může být rychlejší, ale uzlový bod se neprojde přesně

#### b) Kruhová interpolace

↔ dráha mezi zadanými body je #99.....
↔ musí být zadán třetí průchozí bod nebo střed kružnice nebo poloměr

#### c) Křivková interpolace

↔ dráha mezi zadanými body je <b>křivka</b> (#100.....) s požadovaným průběhem
↔ používá se u specializovaných robotů pro složitější pohyby nástroje - např. kmitání při #101.....

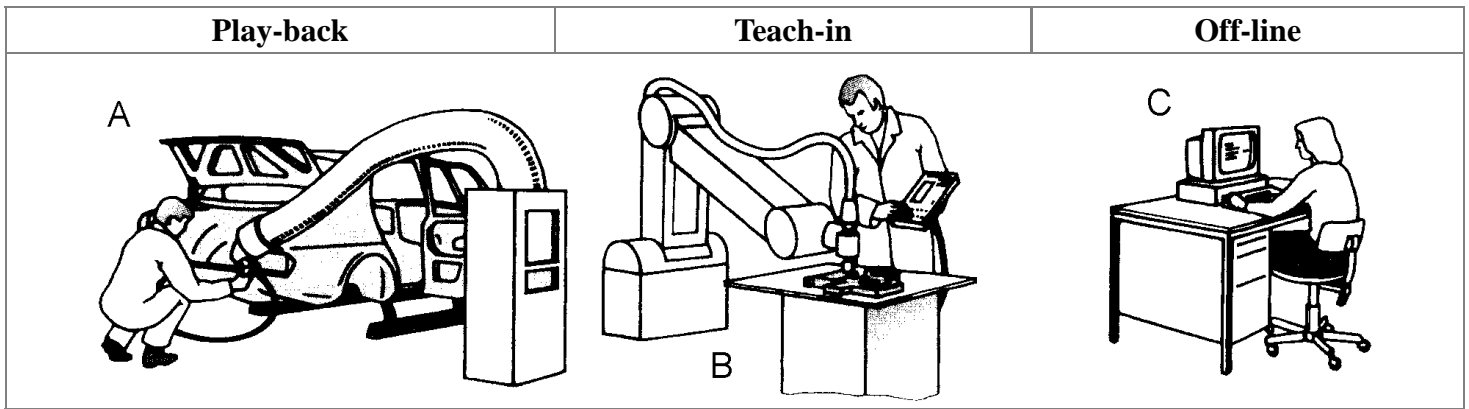
#### d) Pohyb z bodu do bodu (#102..... = point to point)

↔ dráha mezi zadanými body #103..... <b>řízená</b> - je těžko předvídatelná - většinou křivka
↔ řízení je nejjednodušší, používá se pro rychlé přípravné pohyby ve volném prostoru, kde nehrozí #104.....
↔ příklad dráhy koncového prvku při otáčení v jedné ose a zároveň výsuvu ruky

## 27.2. Metody programování robotu

↔ Programuje se <b>koncový prvek robotu</b> - časový průběh #105..... a natočení, #106..... pohybu, svírání chapadel, spouštění #107....., prodlevy apod.
↔ Metody se mohou kombinovat i v rámci jednoho programu





**A) Metoda #108..... (opakované přehrávání)**

↔	Obsluha #109..... vede koncový prvek robotu a řídicí systém v daném intervalu (např. 20 ms) zaznamenává průběh dráhy včetně rychlosti pohybu
↔	Robot podle zaznamenaného programu je schopen pohyby <b>znovu</b> #110..... = play-back
↔	Vlastnosti:
↔	rychlé vytvoření programu, použití při menších nárocích na přesnost - u #111..... <b>barev</b>
↔	opakování pohybu není zcela přesné – rameno je jinak zatíženo, části programu se mění obtížně (jednodušší je program znovu nahrát), obsluha se na nepřístupná místa nemusí dostat (ale sám robot by se tam dostal))

- Moderní systémy umožňují tento způsob programování i na PC ve virtuálním grafickém prostředí s možností následné simulace pohybu robotu

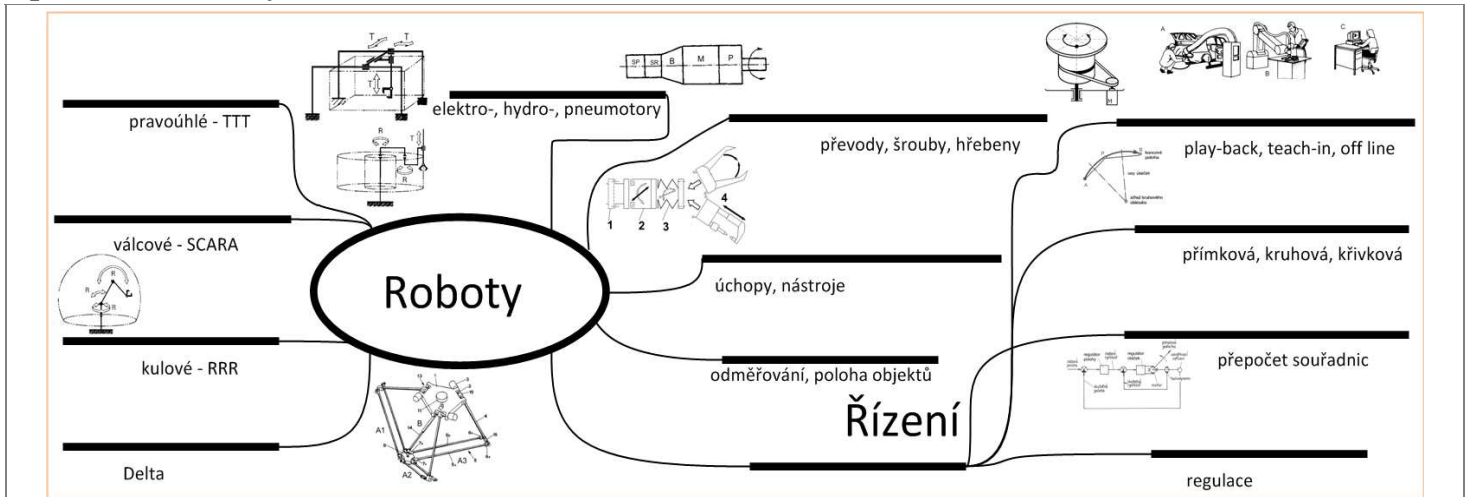
**B) Metoda #112..... (postupné učení)**

↔	Robot je postupně #113..... obsluhou prostřednictvím obslužného panelu nebo joysticku do požadovaných pozic – souřadnice přesně vyladěných poloh a orientace úchopu jsou ukládány do paměti
↔	Vlastnosti: #114..... přesnost, nižší rychlost programování
↔	při programování se programátor pohybuje v pracovním prostoru robotu – je nutno dodržovat #115..... <b>předpisy</b> a stavět se tak, aby se dalo před ramenem uhnout; obslužný panel musí umožňovat rychlé nouzové zastavení robotu

**C) #116..... programování**

↔	Program je zapsán pomocí příkazů <b>programovacího</b> #117..... ve vývojovém #118..... - většinou na PC s možností grafické simulace pohybu - a pak přenesen do ŘS robotu
↔	Příkazy svými názvy vyjadřují požadované činnosti (např. MOVE) – každý výrobce používá svůj jazyk
↔	Pomocí off-line programování lze s výhodou upravit i programy vytvořené metodami Play-back a Teach-in

**Opakování - Roboty**



## Slovník - konstrukce a řízení robotů

1	řízené elektromotory pro pohony robotů, CNC strojů	
2	Elektromotory, které se otáčejí po krocích (převádí impulsy na úhly pootočení) jsou motory	
3	Elektromotory pro přímočarý pohyb jsou elektromotory	
4	Převodovka s eliptickým unášecím kotoučem je převodovka	
5	Koncový prvek robotu - uchopovací mechanismus	
6	Přírůstkové odměřování (na principu přičítání a odečítání jednotek) je jinak odměřování	
7	odměřování, u kterého se měří přímo poloha koncového prvku je odměřování	
8	průběžné počítání souřadnic mezilehlých bodů při řízení pohybu robotu	
9	Přepočítání souřadnic při řízení pohybu robotu	
10	U lineární interpolace má požadovaná dráha mezi zadanými body tvar	
11	Metoda programování robotu Play-back znamená česky opakované	

### Křížovka

Roboty, které se mohou volně přemísťovat jsou roboty: 

				L	
--	--	--	--	---	--

Průběžné počítání souřadnic mezilehlých bodů při řízení pohybu robotu: 

		T						
--	--	---	--	--	--	--	--	--

Přepočítání souřadnic při řízení pohybu robotu: 

								A	
--	--	--	--	--	--	--	--	---	--

Převodovka s eliptickým unášecím kotoučem je převodovka: 

									K
--	--	--	--	--	--	--	--	--	---

Koncový prvek robotu - uchopovací mechanismus: 

					O
--	--	--	--	--	---

Elektromotory, které se otáčejí po krocích (převádí impulsy na úhly pootočení) jsou motory: 

				O	
--	--	--	--	---	--

Elektromotory pro přímočarý pohyb jsou elektromotory: 

			Á		
--	--	--	---	--	--

Přírůstkové odměřování (na principu přičítání a odečítání jednotek) je jinak odměřování: 

			R					
--	--	--	---	--	--	--	--	--

Udržování požadované hodnoty veličiny (např. tlaku, teploty): 

							C
--	--	--	--	--	--	--	---

Metoda programování robotu Play-back znamená česky opakované: 

				R			
--	--	--	--	---	--	--	--

Nejpoužívanější paralelní robot pro balicí linky je robot typu: 

--	--	--	--	--	--