

Vysoká škola: strojní a textilní

Katedra: textilních strojů a teorie
mechanismů

Fakulta: strojní

Školní rok: 1978/79

DIPLOMOVÝ ÚKOL

pro Josefa B A J T A L U

obor 23-34-8 výrobní stroje a zařízení

Protože jste splnil... požadavky učebního plánu, zadává Vám vedoucí katedry ve smyslu směrnic ministerstva školství o státních závěrečných zkouškách tento diplomový úkol:

Název tématu: Roboty a manipulátory a jejich uplatnění u bezvřetenových doprůdácích strojů

Pokyny pro vypracování:

Při řešení úkolu se zaměřte na:

- a/ možnost uplatnění u strojů BD 200, jmenovitě v oblasti transportu cívek
- b/ klasifikaci prostorových mechanismů mechanické ruky
- c/ klasifikaci pohonu manipulátoru

Autorské právo se řídí směrnicemi
MŠK pro státní záv. zkoušky č. j. 31
727/52-III/2 ze dne 17. července
1952 (Městník (MŠK) 2011), sešit 24 ze
dne 31.8.1953 (1919) a z č. 115/53 Sb.

WYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ
Ústřední knihovna
LIBEREC 1, STUDENTSKÁ 5
PSC 461 17

Rozsah grafických laboratorních prací: Konstrukční sestava vybraného manipulátoru

Rozsah průvodní zprávy: 15 stran strojopisu formátu A4

Seznam odborné literatury:

Lindauer, J.: Diplomová práce 1976

YOUNG, J.: Robotics, 1977

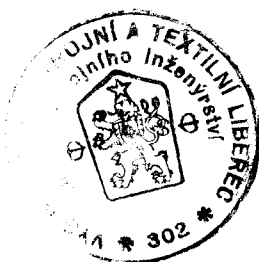
Sborník: Integralnyje roboty, 1973

Vedoucí diplomové práce: Doc. Ing. Jaroslav Charvát, CSc

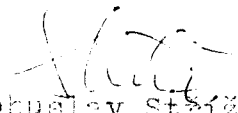
Konsultanti: Ing. František Pešek, Kovostav Hrátnice

Datum zahájení diplomové práce: 10. 10. 1978

Datum odevzdání diplomové práce: 25. 5. 1979



Doc. Ing. Jaroslav Charvát, CSc
Vedoucí katedry


Doc. RNDr. Bohuslav Stráž, CSc
Děkan

v Liberci

dne 9. 10.

19 78

V Š S T L I B E R E C

Fakulta strojní

Obor 23 - 34 - 8

Stavba výrobních strojů a zařízení

Textilní stroje

Katedra textilních strojů a teorie mechanismů

ROBOTY A MANIPULÁTORY A ICH UPPLATNENIE NA

BEZVEKENTNOVÝCH DOPRIADACÍCH STROJOCH

Jozef Bajtala

Vedúci práce : Doc. Ing. Jaroslav Charvát, CSc,

VŠST Liberec

Konzultant : Ing. František Pešek, ELITEX Hnátnice

Rozsah práce a príloh

Počet strán 47

Počet tabuliek 3

Počet obrázkov 13

Počet výkresov -

Počet modelov -

DT :

25. mája 1979

Miestoprišažne prehlasujem, že som diplomovú prácu
vypracoval samostatne s použitím uvedenej literatúry.

V Liberci dňa 25. mája 1979

Josef Bajtala

OBSAH

| | |
|---|----|
| 1. Úvod | 6 |
| 1.1 Súčasný stav vývoja robotov | 8 |
| 2. Stavba priestorových mechanizmov robota | 11 |
| 2.1 Kinematické štruktúry robotov | 11 |
| 2.2 Kinematické reťazce robotov | 14 |
| 2.2.1 Kinematické dvojice | 15 |
| 2.3 Pohyblivosť kinematického reťazca | 17 |
| 2.4 Príklady kinematických štruktúr robotov ... | 18 |
| 3. Pohony | 21 |
| 3.1 Hydraulické pohony | 23 |
| 3.2 Pneumatické pohony | 27 |
| 3.3 Elektrické pohony | 29 |
| 4. Bezvretenový dopriadací stroj BD 200 - S | 33 |
| 4.1 Usporiadanie stroja | 33 |
| 4.1.1 Funkcie stroja | 33 |
| 4.1.2 Hlavné časti stroja | 34 |
| 4.1.3 Rez strojom | 35 |
| 4.2 Dopravník cievok | 37 |
| 4.3 Snímacie zariadenie | 38 |
| 4.3.1 Popis pracovného cyklu snímača | 39 |
| 4.3.2 Časový rozvrh funkcií snímača | 43 |
| 4.4 Paletizačný stroj APS 200 | 44 |
| 5. Záver | 45 |
| 6. Literatúra | 47 |

Zoznam príloh.

- I. Konštrukčný výkres animáča
- II. Prospekt stroja ED 200-S
- III. Roboty MHU-Junior a Unimate
- IV. Roboty Uniman, ASEA, Kaufeldt, Versatran
- V. Roboty UM-1, Teaman, Kawasaki Unimate
- VI. Roboty Robitus, Uniman, Trallife

1. Úvod

Modernizácia výroby a skvalitňovanie výrobných procesov, sú jednou zo základných požiadaviek zvyšovania životnej úrovne našej socialistickej spoločnosti. To potvrdil vo svojich záveroch aj XV. zjazd KSČ, ktorý uložil odvetviam spotrebného priemyslu ďalšie náročné úlohy. To sa týkalo aj textilného priemyslu, kde sa má podľa Smernice pre hospodársky a sociálny rozvoj ČSSR v rokoch 1976 - 1980 zvýšiť výroba o 17 - 20%. V textilnom priemysle majú byť vytvorené podmienky pre krytie požiadaviek obyvateľstva po kvalitnejších druhoch textilného tovaru. Rast objemu textilnej výroby sa neobíde bez zavádzania nových, produktívnejších a spoľahlivejších strojov a zariadení.

Súčasný vývoj výrobných technológií sa orientuje na automatizované výrobné systémy, v ktorých sa ručná manipulácia s objektom technologického spracovania mení na strojovú činnosť a s technologickými operáciami sa synchronizuje do automatického uzavretého cyklu. V tomto vývoji sa objavili nové prostriedky náhrady ručnej práce vo výroba - priemyselne roboty. Priemyselne roboty sa zahŕňujú medzi adaptívne automatické systémy pozostávajúce z mechanickej a riadiacej časti. Ich špecifickým znakom je mechanicke zariadenie, ktoré nahrádza činnosť ľudských rúk vo výrobnom procese. Charakteristickou vlastnosťou priemyselných robotov je ich univerzálnosť a schopnosť programovania na rôzne úlohy. Na základe

týchto vlastností sa o priemyselných robotoch začína uvažovať o náhrade človeka priamo vo výrobnom procese. Najmä v socialistickej spoločnosti, kde neexistujú obavy z nezamestnanosti, môžu sa priemyselné roboty stať významným nástrojom racionalizácie výroby a nahradiť človeka všade tam, kde je zdraviu škodlivá, fyzicky a psychicky namáhavá a monotónna práca. Priemyselné roboty môžu zohrať významnú úlohu pri skracovaní pracovného času a uvoľňovaní čoraz väčšieho počtu ľudí na tvorivú činnosť.

V prvej a druhej časti svojej práce sa zaoberám obecnými otázkami okolo manipulátorov a priemyselných robotov. Kinematická štruktúra výkonného orgánu robota - ruka je znázornená pomocou otvorených kinematických reťazcov, sú tu uvedené základné kinematické štruktúry a popísané druhy pohonev robotov. V tretej časti sa zaoberám bezvretenovým riadiacim strojom ED 200 - S.

1.1 Súčasný stav vývoja robotov

Priemyselný robot je automatické manipulačné zariadenie kubovoľne programovateľné v troch osiach, s podávačimi rukami (chápadlami) alebo technologickými nástrojmi, určené na použitie v priemysle.

Pod pojem priemyselný robot sa preto nemajú zahrňovať neprogramovateľné jednocelové manipulačné automaty, človekom riadené manipulačné zariadenia (manipulátory), ani zariadenia, v ktorých je človek jedným z prvkov systému (teleoperátory).

Prvým robotom sa nevenovalo veľa pozornosti, pretože len ojedinelé zapadali do vtledajúcej štruktúry výroby. Všeobecný pokrok v automatizácii diskretných procesov však podnietil záujem o priemyselné roboty. V roku 1974 sa vývojom a výrobou priemyselných robotov zaoberalo viac ako 100 firiem, ktoré dodali na trh okolo 3 000 robotov. Prehľad výroby a použitia robotov v roku 1974 uvádza tab. 1.1.

Podľa vývojových znakov sa priemyselné roboty delia na tri generácie.

Prvú generáciu predstavujú súčasné roboty. Ich znakom je obmedzenosť funkčných vlastností a len ojedinelé vybavenie snímačmi na získavanie informácií z okolitého prostredia. Patrí sem programovateľné manipulátory, resp. „priemyselné roboty nízkej úrovne“, určené na podávanie a odoberanie objektov od výrobných strojov, ktoré majú obyčajne nižšiu nosnosť a presnosť. Predstaviteľom robotov je výrobok firmy Elektrolux (Švédsko) MHU-Junior.

Druhú generáciu predstavujú priemyselné roboty vyššej

Tabuľka 1.1

| Štát | Počet firiem vyrábajúcich roboty | Počet použitých robotov | Počet použitých modelov robotov |
|----------------|---|-------------------------------|--|
| Japonsko | 50 | 1 500 | 112 |
| USA | 30 | 800 | 21 |
| Veľká Británia | 4 | 180 | 15 |
| Francúzsko | 3 | 50 | 6 |
| Švédsko | 2 | 210 | 4 |
| Iné štáty | 10 | 260 | 12 |
| Spolu | 100 | 3 000 | 170 |

úrovne, s lepšimi kvantitatívnymi vlastnosťami, predstaviteľom tejto skupiny je robot Unimate (USA).

Očakáva sa, že ešte v tomto storočí sa objavia priemyselné roboty tretej generácie, ktoré budú schopné samostatne riešiť úlohy vznikajúce vo výrobnom procese. Roboty tejto generácie budú vybavené veľkým počtom snímačov, zložitým riadiacim systémom, ktorý bude koordinovať prácu viacerých rúk a nôh. Roboty budú vysoko adaptibilné a budú schopné prevziať od človeka príkazy v hovorovej reči.

V ďalšom vývoji robotov existujú dva základné smery, vyplývajúce z potreby automatizovať malosériovú, a do istej miery aj kusovú výrobu. Prvou tendenciou je skonštruovať univerzálne roboty, schopné prevziať celý komplex úloh. Taký robot musí mať minimálne šesť stupňov voľnosti pracovného (výkonného) orgánu, musí byť schopný identifikovať základné predmety a získavať potrebné informácie zo svojho okolia. Robot tohto typu by už ne-

potreboval nákladné zariadenia na orientáciu a usporiadanie premiestňovaných objektov a mohol by sa efektívne využívať na rôznych pracoviskách.

Druhý smer vo vývoji robotov reprezentuje úsilie konštruovať účelové roboty, len na vykonanie určitých úloh. Na to je vhodný stavebnicový systém, ktorý umožňuje dať robotu len nevyhnutný počet stupňov voľnosti a nevyhnutnú kapacitu pamäti. Stavebnicový systém umožní konštrukciu cenovo prijateľných robotov, ktoré sa budú hospodárnejšie využívať aj v špeciálnych prípadoch.

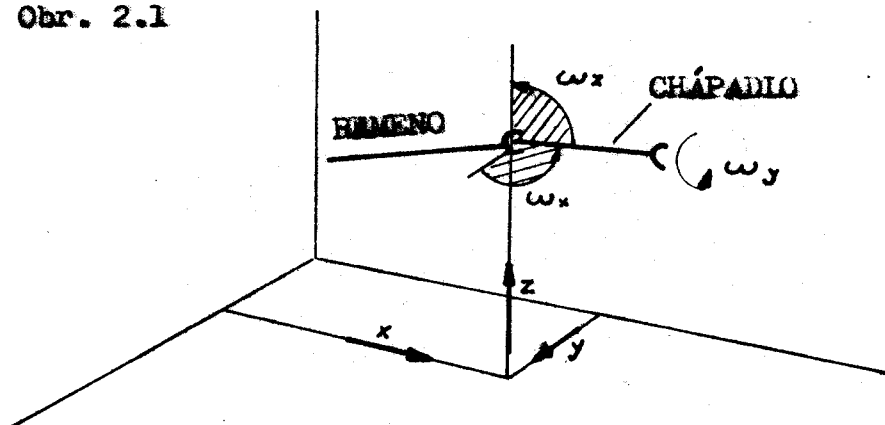
Nezávisle od vývojových tendencií musia byť roboty v budúcnosti pružné a ľahko programovateľné. Ich konštrukcia musí umožňovať jednoduchú obalu a údržbu, synchronizáciu s výrobnými a dopravnými strojmi, možnosť kombinácií bodového a spojitého riadenia a možnosť riadiť roboty centrálnym počítačom.

2. Stavba priestorových mechanizmov robotu

2.1 Kinematické štruktúry robotov

Aby výkonný orgán robota - ruka - dosiahla ľubovoľný bod v priestore, sú potrebné tri pohybové osi, resp. tri stupne voľnosti. Na to, aby sa ruka v dosiahnutom bode mohla ľubovoľne orientovať voči manipulovanému predmetu, potrebné sú ďalšie tri stupne voľnosti (obr. 2.1).

Obr. 2.1



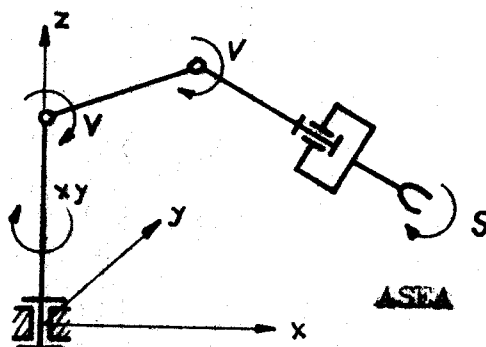
Univerzálne typy robotov majú 6 aj viac stupňov voľnosti. Treba pripomenúť, že zvyšovanie stupňov voľnosti komplikuje celú konštrukčnú schému, znižuje presnosť a nosnosť robota. V konštrukciách priemyselných robotov sa preto prejavuje snaha obmedzovať počet stupňov voľnosti podľa konkrétnych podmienok použitia robota. Väčšina v súčasnosti vyrábaných priemyselných robotov má štyri stupne voľnosti a jednoduchšie typy sú početnejšie.

Počet stupňov voľnosti a kinematický princíp, ktorý ich zabezpečuje, rozhoduje o mechanickej koncepcii prie-

myselného robota. Podľa kinematickej štruktúry možno konštrukcie priemyselných robotov rozdeliť do štyroch základných skupín.

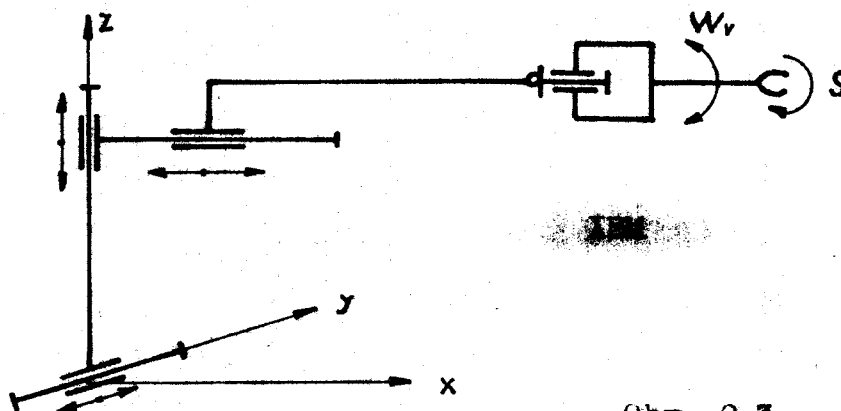
Do prvej skupiny patria priemyselné roboty, ich kinematická štruktúra je odvodená od troch rotačných pohybov (RRR) obr. 2.2. Ich prednosťou je obratnosť, možnosť vykonávať zalomeným ramenom práce bezprostrednej blízkosti osi z, ako aj obchádzať prekážky v zóne obsluhy.

Obr. 2.2



Druhú skupinu predstavujú priemyselné roboty, ktorých kinematika je odvodená od troch lineárnych pohybov (PPP) obr. 2.3. Tieto zariadenia pracujú v kartézskom systéme. Tu je zaujímavá varianta pri ktorej sa jeden lineárny pohyb zaisťuje pojazdom portálu. Takéto usporiadanie znižuje nároky na zastavanú plochu.

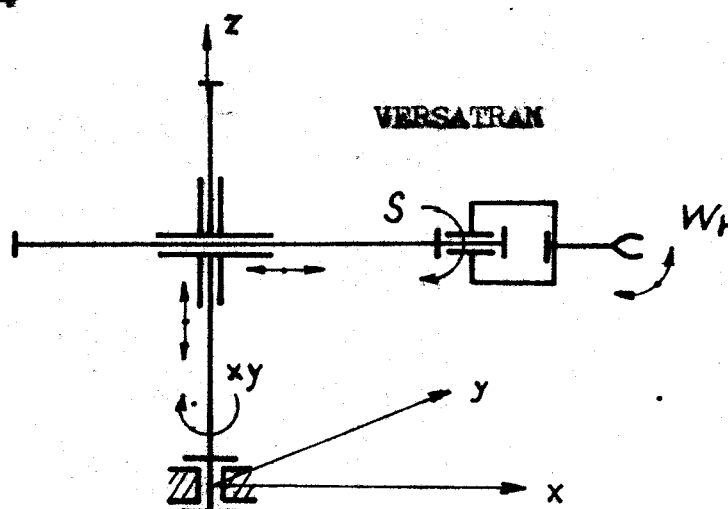
Tretiu skupinu tvoria priemyselné roboty s jedným rotačným a dvomi posuvnými pohybmi (PPR) obr. 2.4. Roboty sú umiestnené na pevnom, alebo pohyblivom podstavci, pričom nosné rameno ukončené rukou sa vertikálne pohybuje po zvislom stĺpe. Stĺp sa môže otáčať okolo osi z. Pri horizontálnych pohyboch ruky sa rameno teleskopicky skracuje, alebo



Obr. 2.3

predlžuje, alebo sa presúva celé späť na druhú stranu stípa. V prvom prípade zostáva v blízkosti osi z nevyužitý priestor, v druhom prípade treba pri inštalácii robota počítať s voľným priestorom aj na druhej strane stípa. Ďalšie tri stupne voľnosti sú odvodené od pohybov čápada alebo technologickej hlavice.

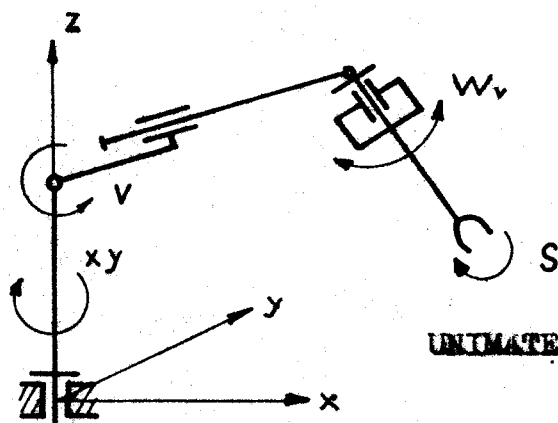
Obr. 2.4



V štvrtej skupine sú roboty so štruktúrou tvorenou

jedným posuvným a dvomi rotačnými pohybmi (PRR) obr. 2.5, štruktúru tvorí sférický súradný systém. Rameno sa okrem otáčania aj naklápa a tým zabezpečuje vertikálny pohyb ruky. Horizontálny pohyb sa zabezpečuje vysúvaním ramena. Prednosťou tohto usporiadania je lepšie umiestnenie zóny obsluhy - nevýhodou náročnejšia orientácia ruky robota. Pri horizontálnej zmene polohy ramena sa musí prestaviť aj ruka, aby sa dodržala jej konštantná orientácia.

Obr. 2.5



2.2 Kinematické reťazce robotov.

Ruka robota je tvorená niekoľkými prvkami, vzájomne spojenými kinematickými dvojicami, a vytvára tzv. kinematický reťazec. Jednotlivé prvky robota nazveme členmi alebo článkami reťazca. Kinematické reťazce rozlišujeme:

- a) zatvorené alebo otvorené
- b) jednoduché alebo zložené
- c) voľné alebo viazané
- d) rovinné alebo priestorové

Uzatvorený reťazec - každý člen je viazaný najmenej dvomi kinematickými dvojicami s ostatnými členmi.

Otvorený reťazec - v reťazci existujú i členy s jednou kinematickou dvojicou.

Jednoduchý reťazec - každý člen je spojený s ostatnými členmi reťazca najviac dvomi kinematickými dvojicami.

Zložený reťazec - aspoň jeden člen reťazca je spojený s väčším počtom kinematických dvojíc než dve.

Voľný reťazec - žiadny člen nie je súčasťou pevného rámu.

Ruka robota tvorí kinematický reťazec, ktorý je otvorený, jednoduchý, viazaný a priestorový. Stupňami voľnosti chápädla rozumieme počet na sebe nezávislých súradníc, nutných k určeniu chápädla v priestore. Tento počet súradníc je totožný s počtom na sebe nezávislých dielčích pohybov, na ktoré môžeme pohyb chápädla rozložiť.

2.2.1 Kinematické dvojice.

Kinematické dvojice, spájajúce jednotlivé členy reťazca realizujú plošný, krivkový alebo bodový styk elementov. Podľa toho ich rozdeľujeme na nižšie alebo vyššie kinematické dvojice. Podľa pohyblivosti, akú pripúšťajú, môžeme ďalej hovoriť o triedach kinematických dvojíc.

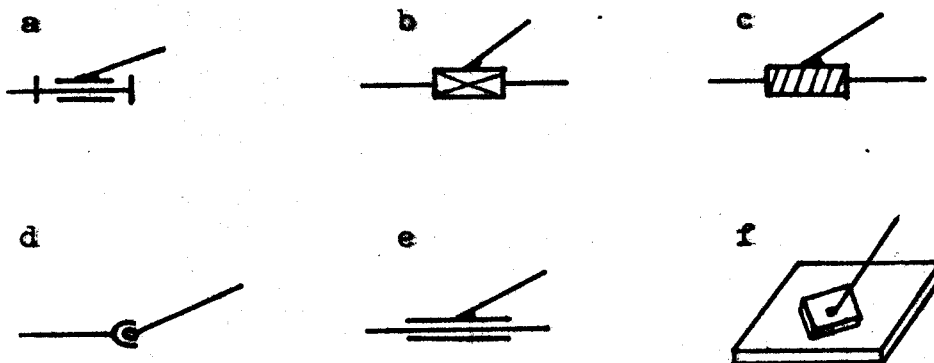
Najdôležitejšie nižšie kinematické dvojice (styk sa u nich uskutočňuje v ploche) sú tieto (obr. 2.6) :

a) R - rotačná $i = 1^\circ$

b) P - posuvná $i = 1^\circ$

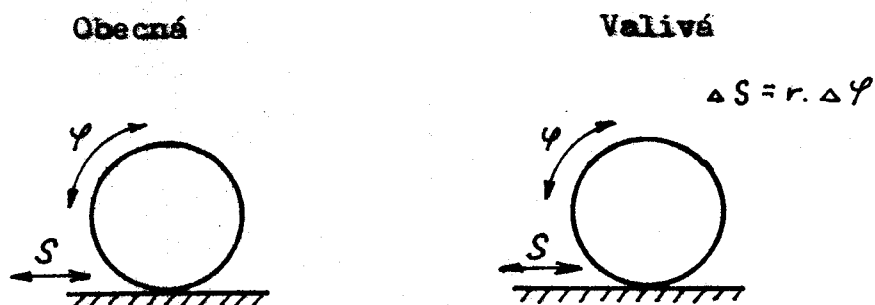
- c) S - skrutková $i = 1^\circ$
 d) G - sférická $i = 3^\circ$
 e) C - cylindrická $i = 2^\circ$
 f) F - plošná $i = 3^\circ$

Obr. 2.6



Okrem nižších kinematických s plošným stykom máme vyššie kinematické dvojice s priamkovým alebo bodovým stykom. Z nich najväčší význam má dvojica valivá (V), ktorá má styk priamkový, pohyb sa deje v jednej rovine a má jeden stupeň voľnosti (obr. 2.7). Podobná je i dvojica obecná (O) u ktorej okrem valenia dochádza aj ku sklzu a preto má dva stupne voľnosti.

Obr. 2.7



2.3 Pohyblivost kinematického reťazca

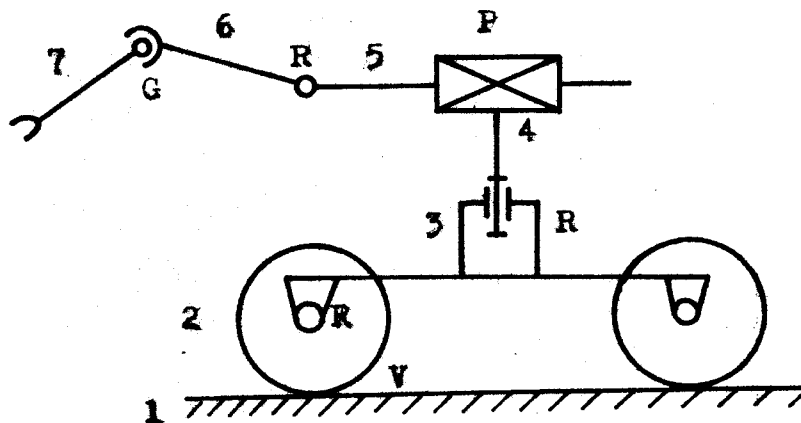
Pohyblivosť (počet stupňov voľnosti) reťazca označíme písmenom I , počet členov reťazca n . Písmenami R , P , S , G , C , F , O , V označíme počty príslušných kinematických dvojíc v reťazci, d nám značí počet väetkých kinematických dvojíc. Pohyblivosť, ktorú pripúšťa j -tá dvojica označíme i_j . Pohyblivosť kinematického reťazca je potom daná vzťahom:

$$I = 6(n-1) - \sum_{j=1}^d (6-i_j) = 6(n-d-1) + \sum_{j=1}^d i_j =$$

$$= 6(n-d-1) + (P+R+S+V) + 2(C+O) + 3(G+F)$$

Ako príklad uvedieme určenie pohyblivosti ruky robota s kinematickou štruktúrou VRPRG, obr. 2.8. (Jedna valivá a rotačná dvojica tu vytvárajú len pohyb lineárny, preto spolu dovoľujú jeden stupeň voľnosti.

$$\begin{array}{lll} n = 7 & R = 2 & V = 1 + 1 \\ P = 1 & d = 6 & G = 1 \end{array}$$



$$I = 6(n-d-1) + (P+R+V) + 3G = 6(7-6-1) + (1+2+1) + 3 \cdot 1 = 7$$