

Advanced Robotics

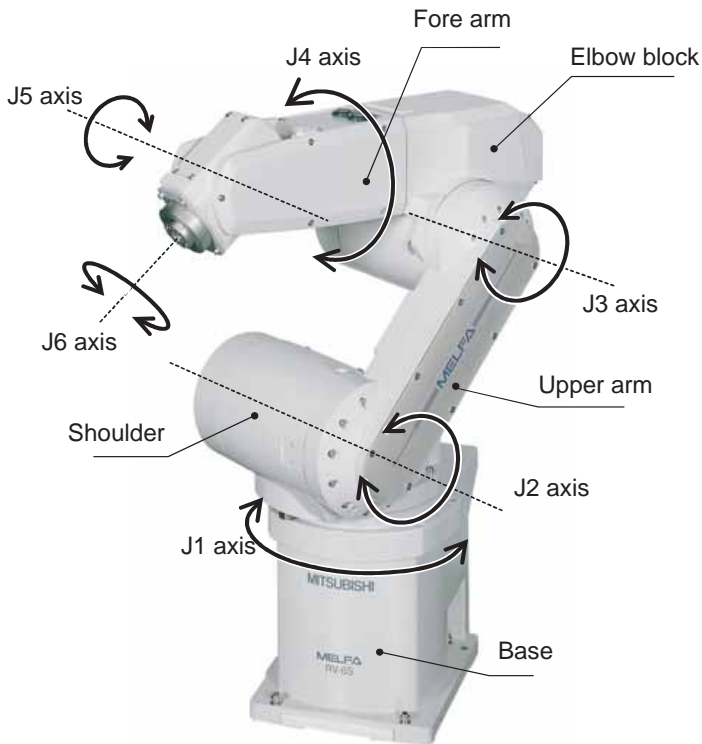
Lecture 1



Kinematika studuje geometrii pohybu robotu a trajektorie, po kterých se pohybují jednotlivé body. Klíčový pojem je **poloha**.

Použité pojmy a zákony mohou být použity na jakékoliv mechanické stroje.

1	2
3	4
5	6
7	8
9	10
11	12
13	14
15	16
17	18
19	20
21	22
23	24



Rameno (link) je pevná část robotu.

Kloub (joint) je část robotu, která umožňuje řízený nebo volný pohyb dvou ramen, které spojuje.

Chapadlo (end effector) je část manipulátoru, sloužící k uchopování nebo namontování dalších nástrojů (svařovací hlavice, stříkací hlavice,...).

Základna (rám, base) je část manipulátoru, která je pevně spojena se zemí.

Kinematická dvojice (kinematic pair) je dvojice ramen spojených kloubem.

Kloub může být řízený nebo volně pohyblivý. Řízený kloub má namontován pohon a řídicí systém může měnit jeho po-

lohu. Poloha volně pohyblivého kloubu není řízena pohonem a závisí na poloze ostatních kloubů.

Kinematický řetězec je množina ramen spojených klouby. Kinematický řetězec může být reprezentován grafem. Uzly grafu představují ramena a hrany představují klouby.





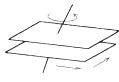
Mechanismus je kinematický řetězec, jehož jedno rameno je připevněno k zemi.

Otevřený kinematický řet. je řetězec, který může být popsán acyklickým grafem.

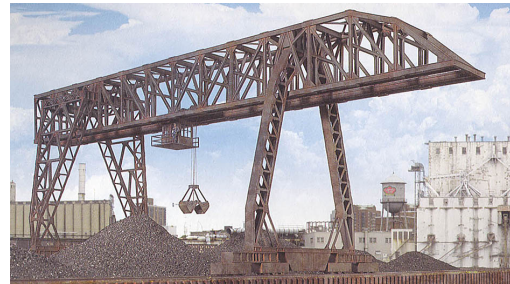
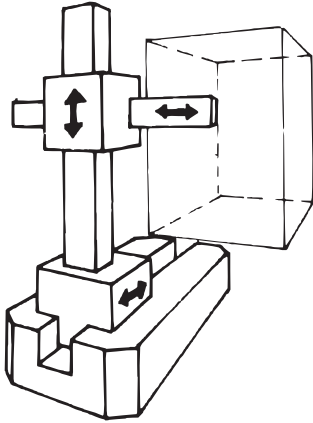
Smíšený kinematický řet., graf obsahuje smyčku.

Paralelní manipulátor obsahuje ekvivalentní smyčky.



Druhy kinematických dvojic			m p	
Symbol	Název	má/odnímá DOF	1	2
	sférická	3 / 3	3	4
	rotační	1 / 5	7	8
	posuvná	1 / 5	9	10
	válcová	2 / 4	11	12
	plochá	3 / 3	13	14
			15	16
			17	18
			19	20
			21	22
			23	24

V praxi je dáována přednost rotačnímu kloubu, protože následujícím výkladu budeme studovat především rotační a jeho realizace je levná, má malé tření a vysokou tuhost. V posuvné klouby.



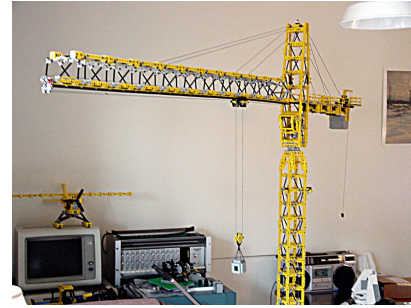
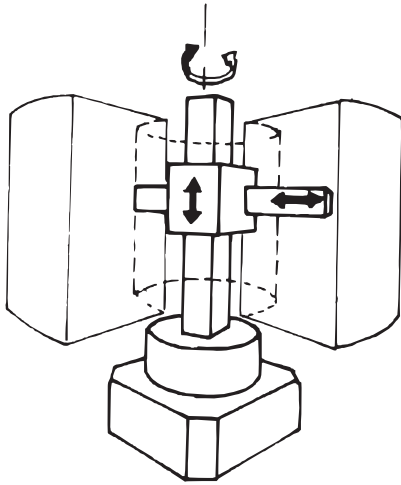
1	2
3	4
5	6
7	8
9	10
11	12
13	14
15	16
17	18
19	20
21	22
23	24

Tuhé těleso v prostoru má 6 stupňů volnosti. Manipulátor, který má umožnit alespoň v omezeném prostoru libovolnou polohu a orientaci tělesa, musí mít nejméně 6 stupňů volnosti. Protože každý další stupeň volnosti manipulátor prodražuje a snižuje jeho tuhost, mají obecné manipulátory právě 6 stupňů volnosti.

Klouby, které mají být řízeny a odměřovány, mají většinou právě jeden stupeň volnosti, protože sestavit řízený kloub se dvěma stupni volnosti je technicky obtížné, rozuměj drahé. Nejčastěji jsou používány posuvný a rotační (otočný) kloub. Pokud má být kloub volný, není problém sestavit kloub sférický, válcový a podobně.

Manipulátory s otevřeným kinematickým řetězcem (sériové) mají samozřejmě všechny klouby řízené a odměřované (proč?).

Sériové manipulátory se šesti stupni volnosti, které obsahují jen posuvné a otočné klouby a které mají zajistit obecnou orientaci manipulovaného tělesa, musí mít alespoň 3 klouby otočné. Vysvětlete proč není možné libovolným počtem jen posuvných kloubů otočit tělesem. Většinou první tři klouby (počítáno od rámu) mají velký rozsah pohybu a určují tak tvar a vlastnosti pracovní obálky robotu, poslední tři klouby, nejčastěji otočné, zajišťují orientaci tělesa. Toto nám dává příležitost klasifikovat roboty podle prvních třech kloubů (os) do jednotlivých struktur. Výše uvedený seznam struktur není úplný ani z matematického hlediska ani z hlediska reálných robotů, ale většina robotů má jednu z uvedených struktur. Pořadí kloubů je uvedeno písmeny, např. RPP je rotační-posuvný-posuvný, tedy válcový manipulátor.

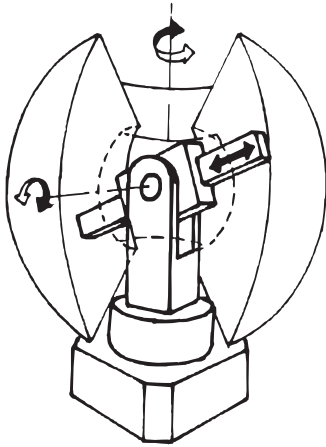


1	2
3	4
5	6
7	8
9	10
11	12
13	14
15	16
17	18
19	20
21	22
23	24

Typická struktura manipulátoru – Sférická – RRP



m p

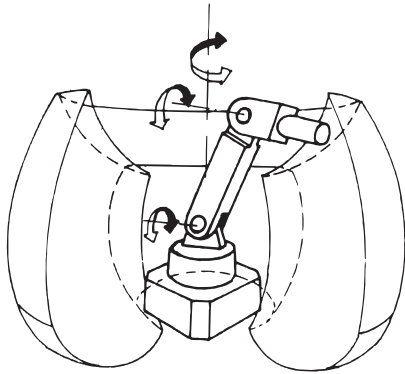


1	2
3	4
5	6
7	8
9	10
11	12
13	14
15	16
17	18
19	20
21	22
23	24

Typická struktura manipulátoru – Angulární – RRR



m p



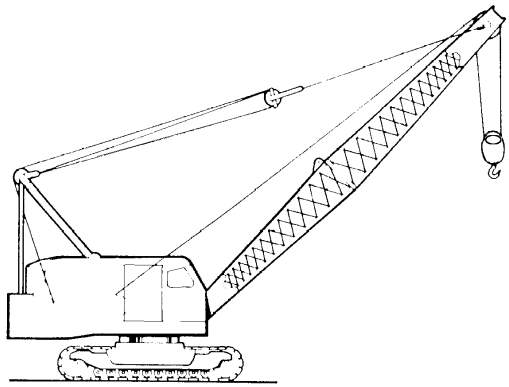
1	2
3	4
5	6
7	8
9	10
11	12
13	14
15	16
17	18
19	20
21	22
23	24

Angulární roboty mají dobrý poměr mezi objemem pracovní obálky a rozměry robotu.

Typická struktura manipulátoru – jeřáby RRP a RRPP



m p



1 2

3 4

5 6

7 8

9 10

11 12

13 14

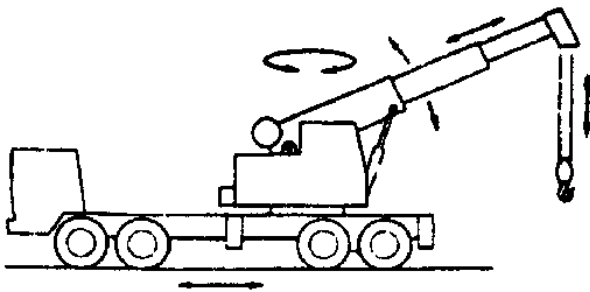
15 16

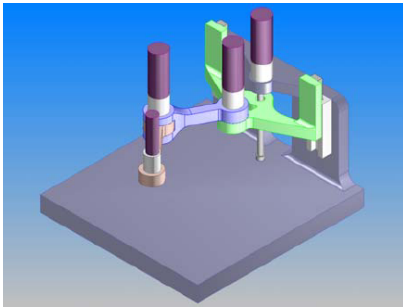
17 18

19 20

21 22

23 24

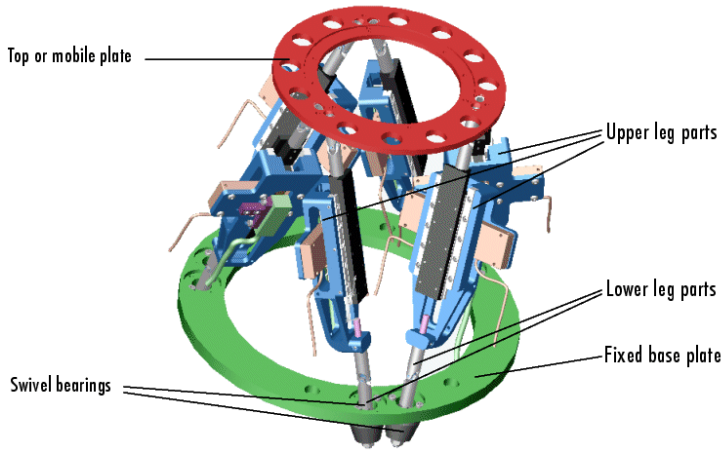
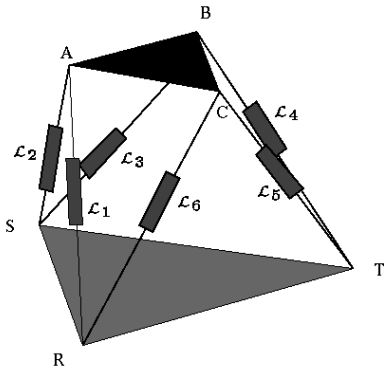




Animace převzaty z webu [Masuda Salimianiho](#)

1	2
3	4
5	6
7	8
9	10
11	12
13	14
15	16
17	18
19	20
21	22
23	24

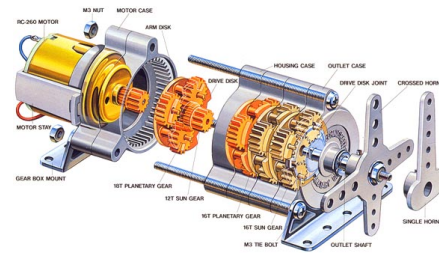
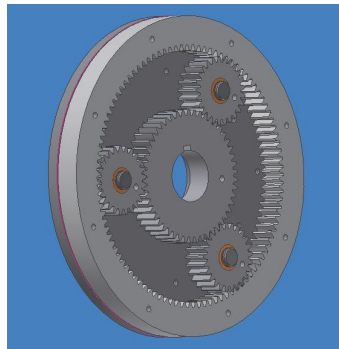
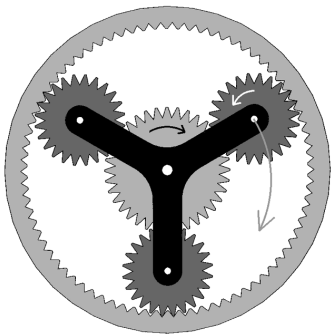
Robot SCARA je zvláště vhodný pro operace nad rovinnou, ve které má značný rozsah, a je zpravidla velmi rychlý, protože tři otočné osy nepracují proti gravitaci.



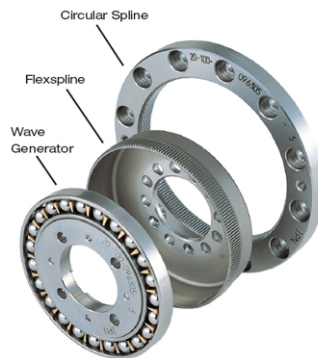
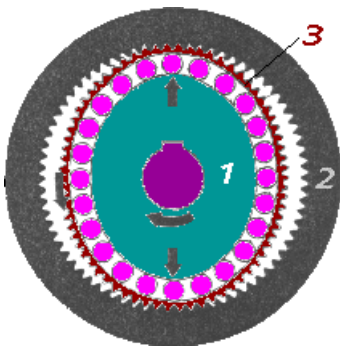
1	2
3	4
5	6
7	8
9	10
11	12
13	14
15	16
17	18
19	20
21	22
23	24



Planetová převodovka



Harmonická převodovka



1	2
3	4
5	6
7	8
9	10
11	12
13	14
15	16
17	18
19	20
21	22
23	24

Převodovky jsou často pořebné speciálně ve spojení s elektrickými pohony.

Planetová převodovka se pro účely robotiky vyznačuje příliš velkou vůlí v převodovce, což při reverzaci chodu například při najíždění na polohy s překmitem značně komplikuje řízení. Vůle v planetové převodovce málokdy bývá pod 2° (zkuste si

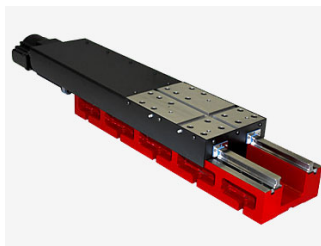
to přepočítat na chybu polohy při normálně velkém robotu.

V robotice se nejčastěji používá harmonická převodovka, která nemá žádnou vůli. Její nevýhodou je cena.

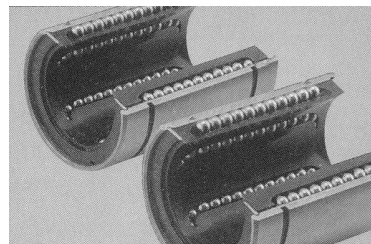
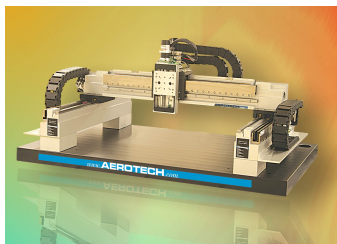
Existuje mnoho jiných typů převodovek, důležité je, že v robotice máme požadavek bezvúlového převodu, také snímače polohy jsou často na straně motoru, ne na straně kloubu.



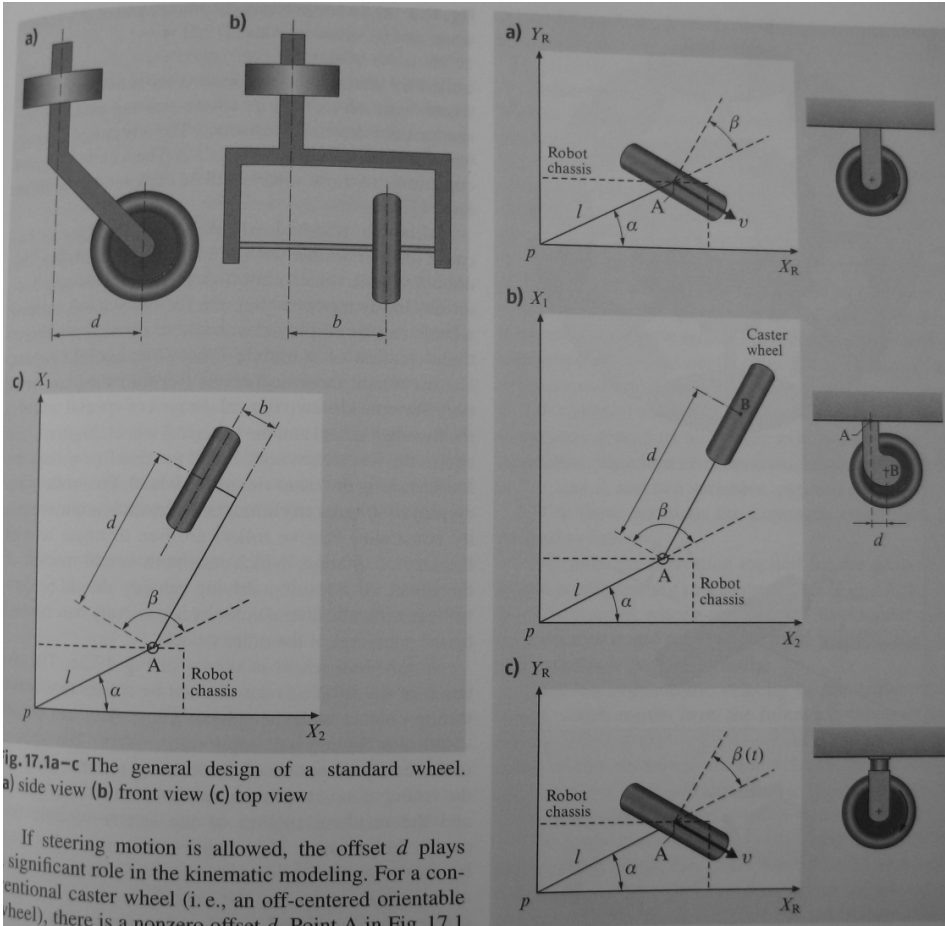
Kuličkový šroub



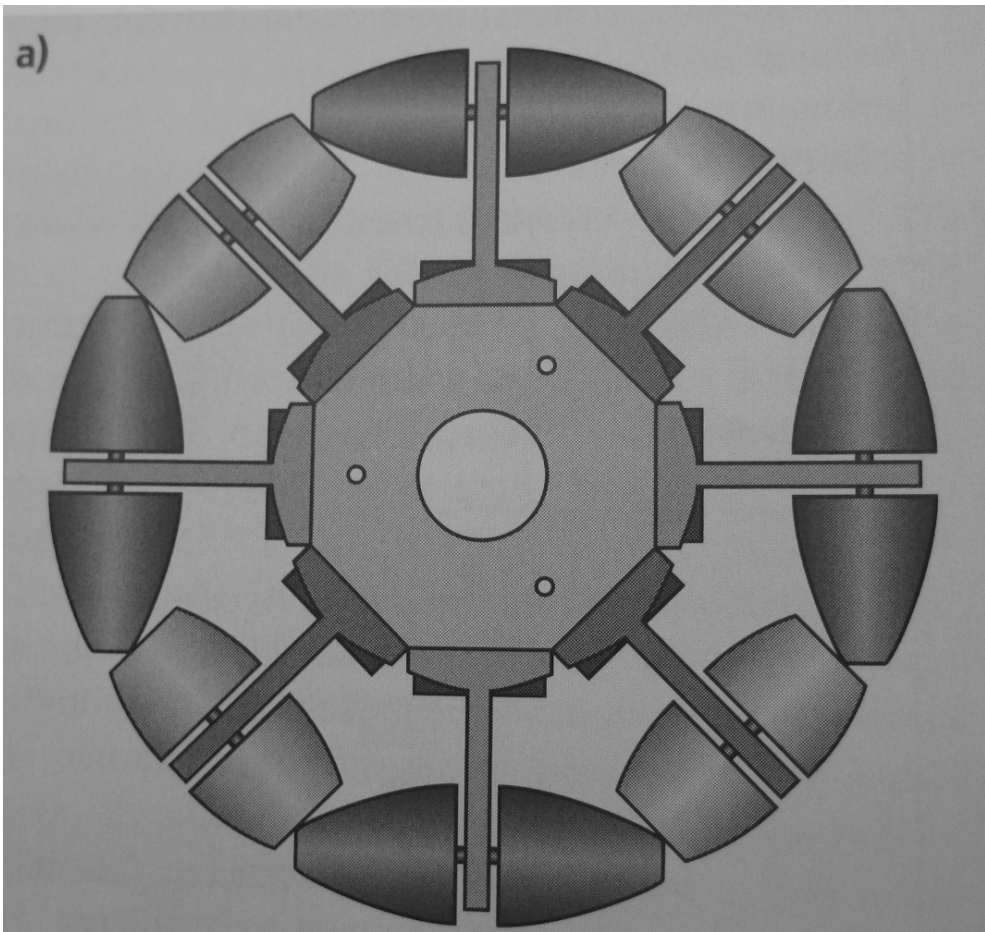
Lineární vedení



1	2
3	4
5	6
7	8
9	10
11	12
13	14
15	16
17	18
19	20
21	22
23	24



1	2
3	4
5	6
7	8
9	10
11	12
13	14
15	16
17	18
19	20
21	22
23	24



1	2
3	4
5	6
7	8
9	10
11	12
13	14
15	16
17	18
19	20
21	22
23	24

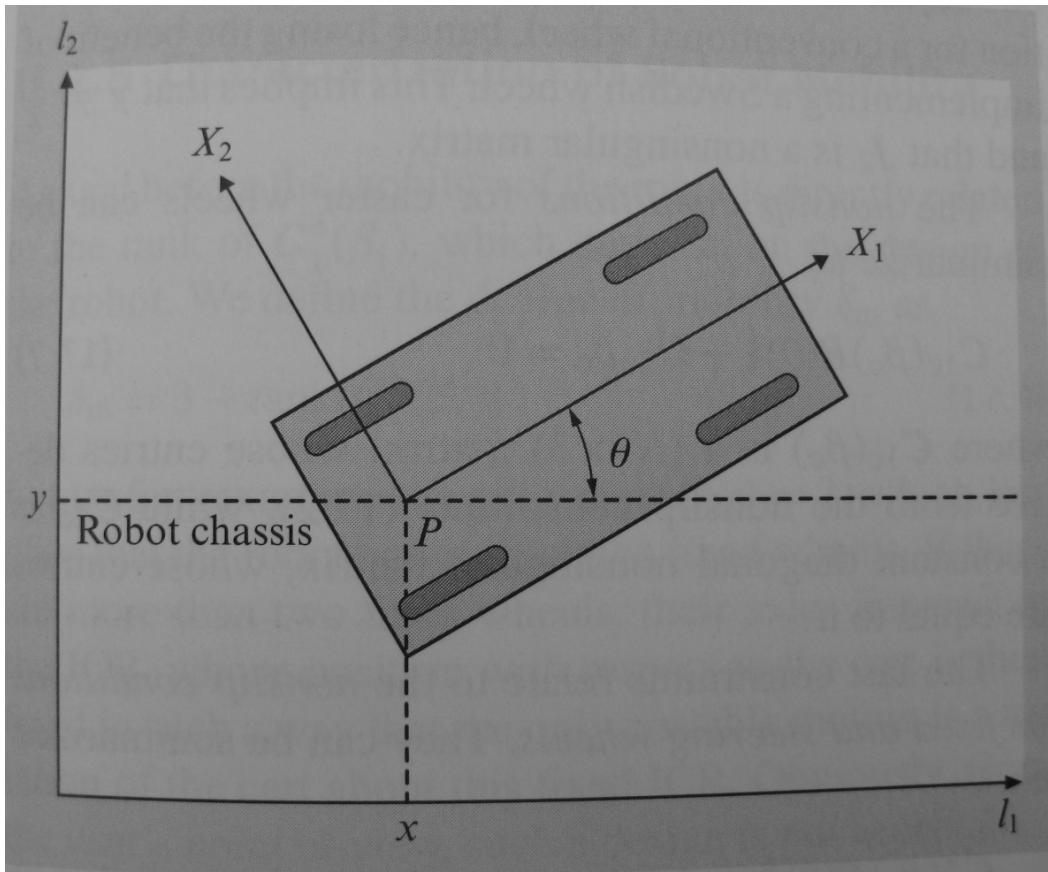


Fig. 17.4 The posture definition of a mobile robot on a plane

1	2
3	4
5	6
7	8
9	10
11	12
13	14
15	16
17	18
19	20
21	22
23	24

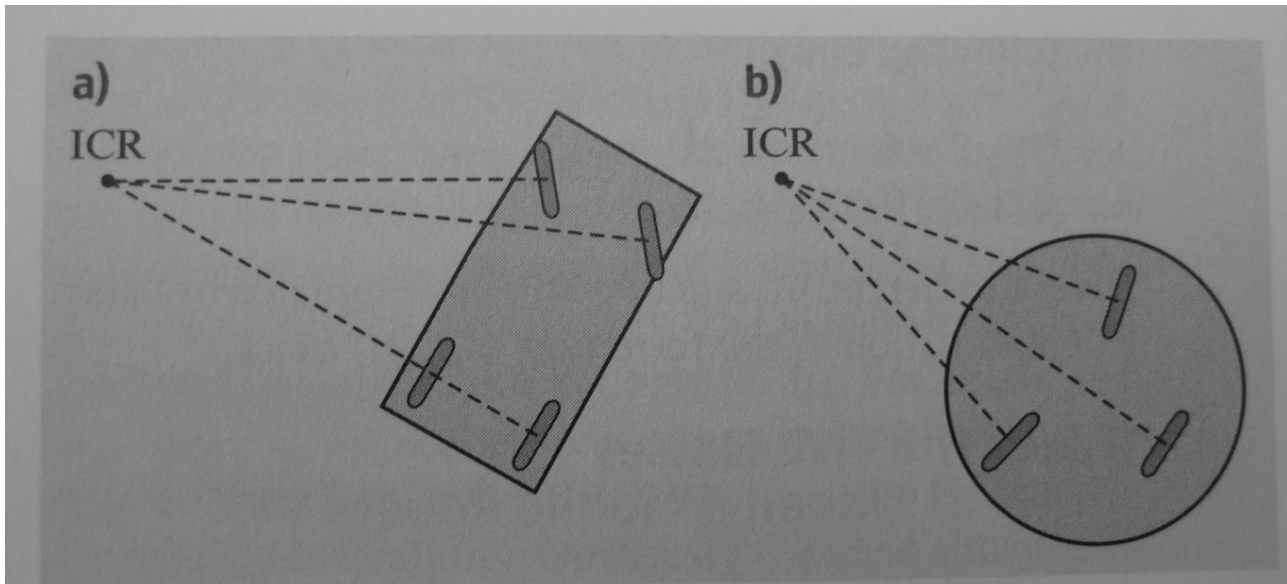


Fig. 17.5a,b The instantaneous center of rotation. (a) A car-like robot; (b) a three-steering-wheels robot

1	2
3	4
5	6
7	8
9	10
11	12
13	14
15	16
17	18
19	20
21	22
23	24

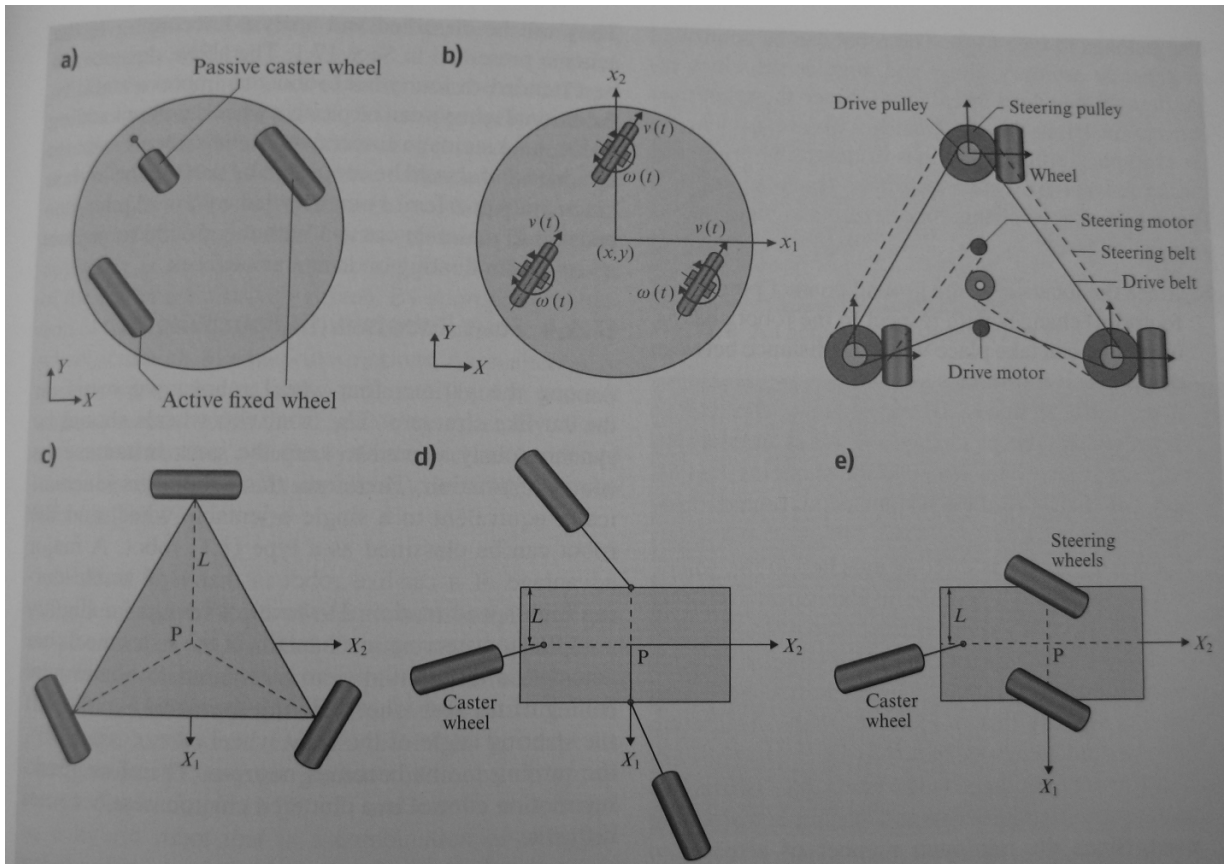


Fig. 17.7 (a) Two-wheel differential drive, (b) synchronous drive, (c) omnimobile robot with Swedish wheels, (d) omnimobile robot with active caster wheels, (e) omnidirectional robot with active steerable wheels

1	2
3	4
5	6
7	8
9	10
11	12
13	14
15	16
17	18
19	20
21	22
23	24