
1. VÝVOJ A DEFINICE ROBOTŮ

1.2 NÁHRADA ČLOVĚKA ROBOTEM VE VÝROBNÍM PROCESU

jsou řízeny systémy MASTER-SLAVE, případně nervovými EMG (elektromyogrammetrickými) signály.

Přímý vývoj v robotice ovšem sleduje nejfantastičtější směr, a tím je vývoj mobilních, krácejících a humanoidních robotů (např. HONDA – viz *obr. 1.13a*). Podoba těchto zařízení s fiktivním Golemem je až fascinující. Ale i bezprostřední učení průmyslových robotů vedením za jejich koncový člen a nahráním tohoto pohybu do řídicího systému nám může připomenout ožívování Golema tajemným „šémem“, který se vkládal do jeho hlavy.



Obr. 1.13 Příklady inteligentních humanoidních robotů: a) humanoidní robot HONDA P2 na výstavě v Tokiu 1997, b) „hráč na piano“ WABOT-2 [4], c) tančící androidi ALDEBARAN [12].

Hráče na piano WABOT-2 profesora Ichiró Kató z Wasedské univerzity v Tokiu (viz *obr. 1.13b*) doprovázel celý symfonický orchestr na světové výstavě v Ósace [4]. Humanoidní robot Honda, ale i jiní „androidi“ dokáží třeba chodit po schodech, nosit předměty, tančit apod. (viz *obr. 1.13c*). Taková zařízení si pak pomalu zaslouží i životnou podobu svého názvu, tedy „roboti“.

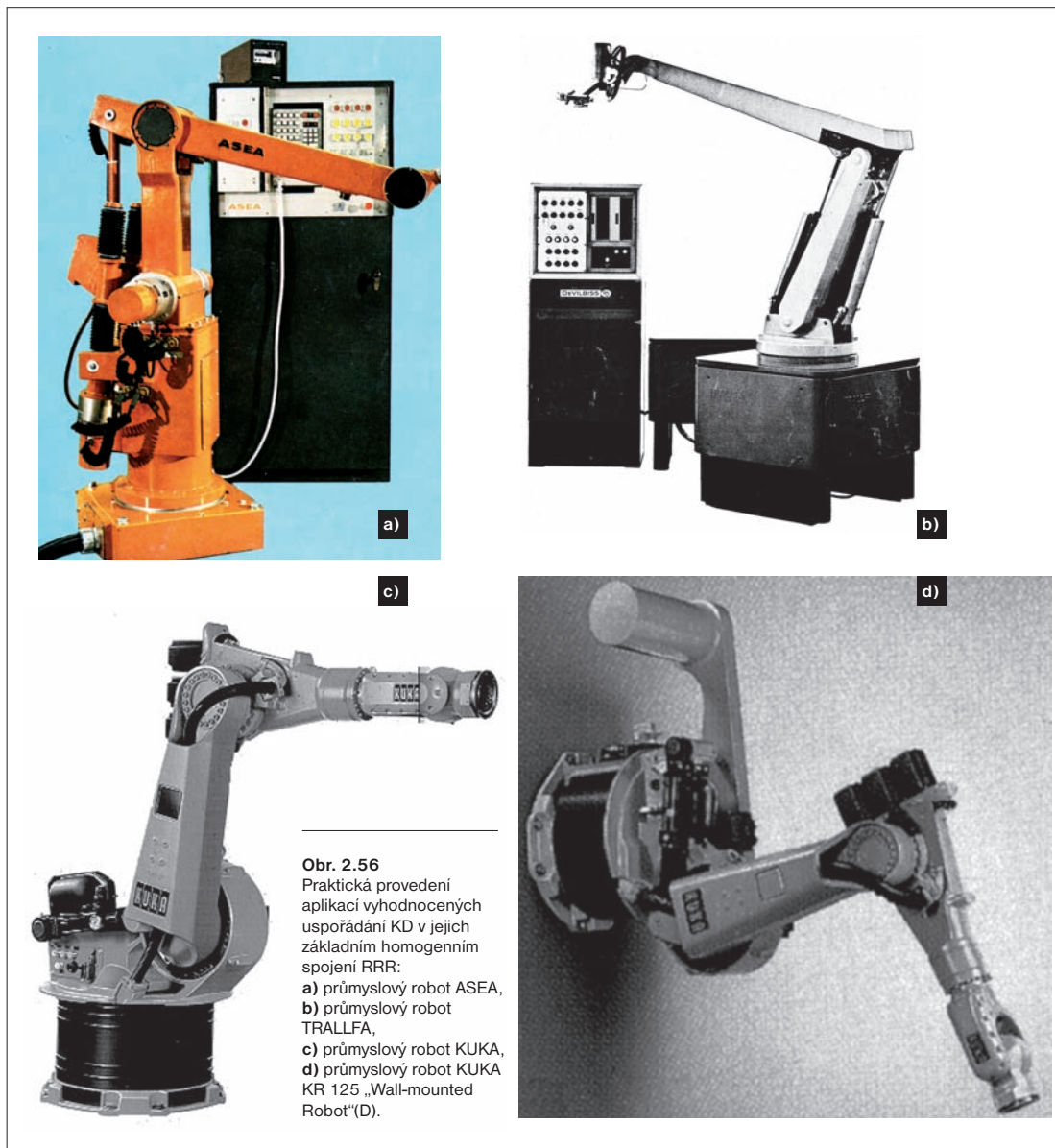
Blíže je o této problematice pojednáno v 11. kapitole „Robotické systémy vyšších generací (RSVG)“.

1.3 SYSTÉMOVÉ POJETÍ VÝROBNÍCH STROJŮ VE VZTAHU K MANIPULACI S MATERIÁLEM

1.3.1 Analýza stupně automatizace výrobního stroje vzhledem k jeho produktivitě

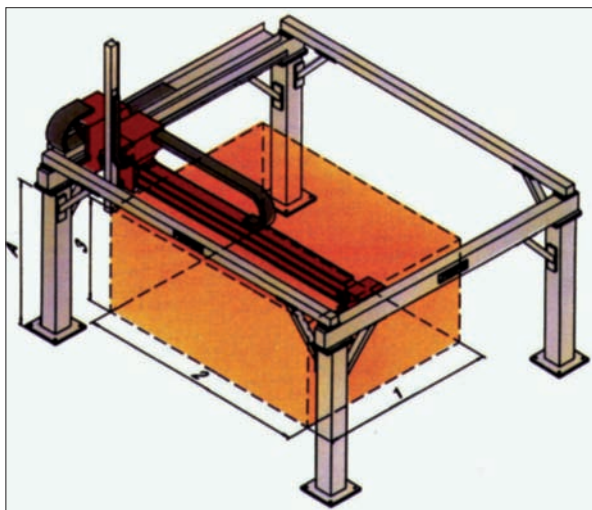
Podle stupně automatizace je možno výrobní stroje rozdělit do následujících kategorií:

I. Konvenční stroje. Jedná se o běžné stroje s ručním ovládním bez automatizace, nebo s minimální automatizací. Příkladem mohou být univerzální soustruhy, frézky, vrtačky, lisy apod. (viz *obr. 1.14a, b*), u nichž velikosti zdvihů pracovních nástrojů a jejich průběh činnosti jsou řízeny obsluhujícím pracovníkem, většinou vyučeným specialistou. Částečnou



2.3.7 Komplexní vyhodnocení všech uspořádání pro konstrukci ZKŘ při $n = 3$

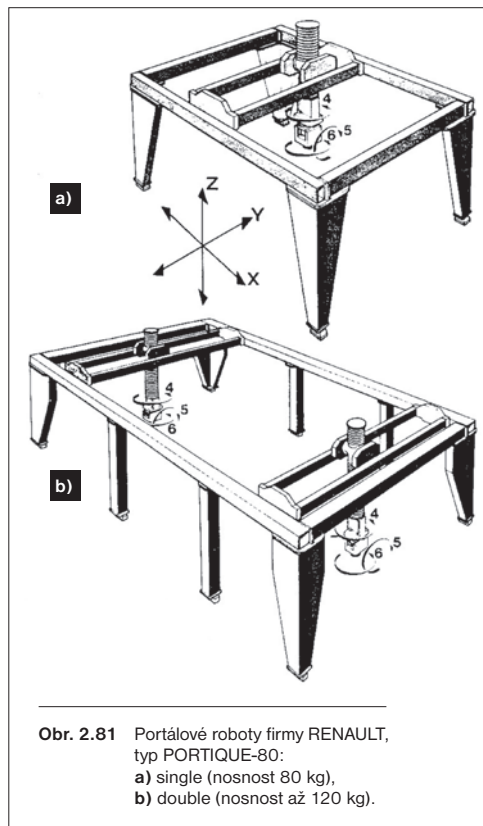
Uvedeným postupem bylo možno vyhodnotit uspořádání ve všech 8 spojeních a stanovit, že ze 165 teoreticky možných uspořádání (viz tabulka 2.3) zbývá pro konstrukční využití celkem 47 různých řešení. Jejich rozdělení, včetně tzv. „skořepinových“ uspořádání (označených „S“) je sestaveno do tabulky 2.19.



Obr. 2.80 Portálový průmyslový robot firmy REIS RP-100/300.

firma RENAULT u svého typu PORTIQUE-80-double (viz obr. 2.81b).

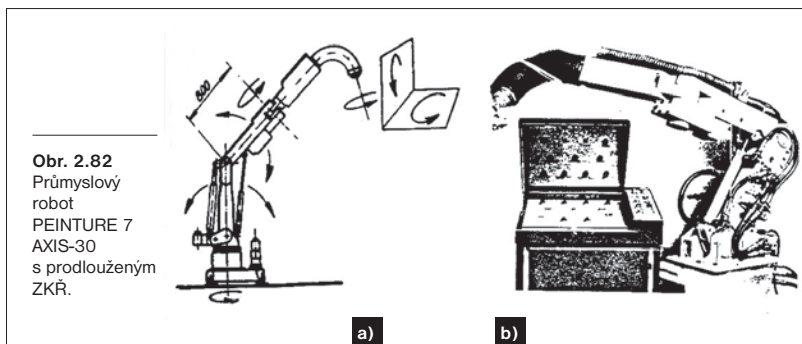
Prakticky ve všech zde uvedených případech se jedná o stavebnicovou (modulární) koncepci, která umožňuje postupné rozšiřování, zejména obsluhovaného prostoru (například u robotů REIS RP-100 a RP-300 v podélné ose až na 30 m).



Obr. 2.81 Portálové roboty firmy RENAULT, typ PORTIQUE-80:
 a) single (nosnost 80 kg),
 b) double (nosnost až 120 kg).

2.3.11.2 Průmyslové roboty s prodlouženým ZKR

Typickým příkladem průmyslového robotu, jehož základní kinematický řetězec je na svém konci rozšířen o rotační kinematickou dvojici, je francouzský průmyslový robot PEINTURE 7 AXIS-30 firmy RENAULT. Jeho základní kinematický řetězec je tedy možno sestavit do prodlouženého spojení CAAC', kde osa poslední rotace se natáčí s předcházejícím ramenem a za C' ji lze považovat, jen když poslední rameno původního základního kinematického řetězce robotu je ve vodorovné poloze. Charakter konstrukce je zřejmý z obr. 2.82.

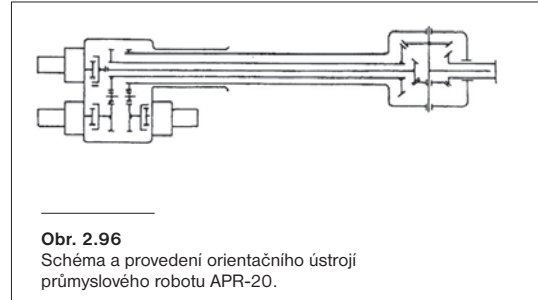
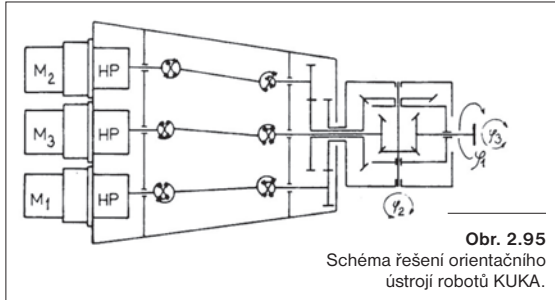


Obr. 2.82 Průmyslový robot PEINTURE 7 AXIS-30 s prodlouženým ZKR.

2. STACIONÁRNÍ PRŮMYSLOVÉ ROBOTY SE SÉRIOVOU KINEMATIČKOU

2.4 ORIENTAČNÍ ÚSTROJÍ

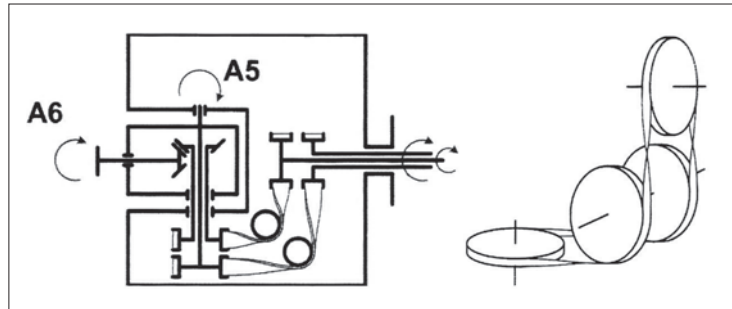
Typickým představitelem tohoto řešení je orientační ústrojí německých průmyslových robotů firmy KUKA. Je znázorněno na *obr. 2.95*.



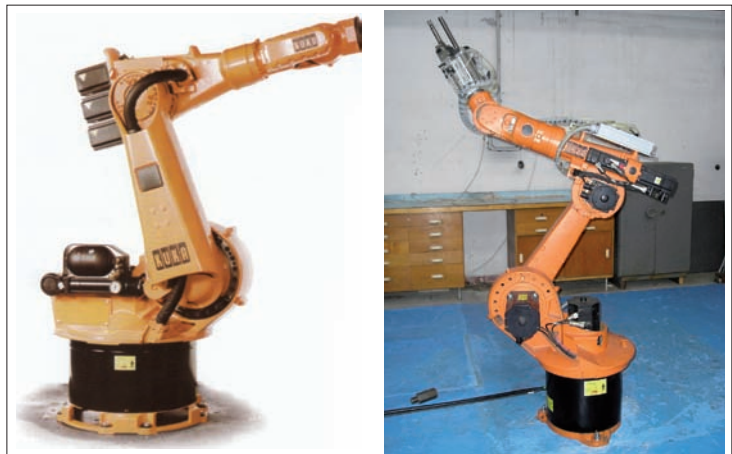
Podobný systém s poněkud modifikovaným umístěním poháněcích motorů (viz *obr. 2.96*) je použit u průmyslového robotu APR-20 (jeho popis – viz kapitola 4.4.4.5 a *obr. 4.154* a *obr. 4.155*).

Zcela novým a originálním principem je aplikace ozubených řemenů v konfiguraci natažení částí orientačního ústrojí podle schématu na *obr. 2.97*.

Obr. 2.97 Systém vedení ozubených řemenů v orientačním ústrojí robotů KUKA.



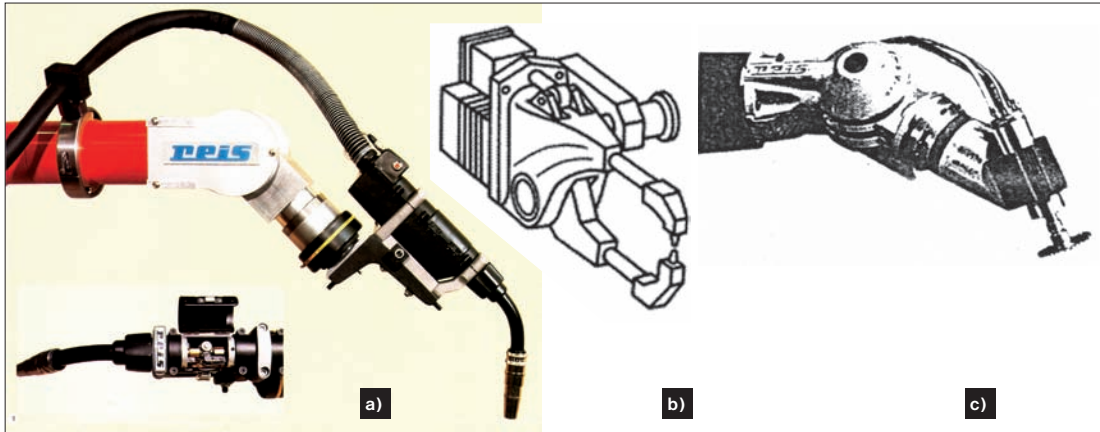
Obr. 2.98
Roboty KUKA různých velikostí.



6. KONCOVÉ EFEKTORY

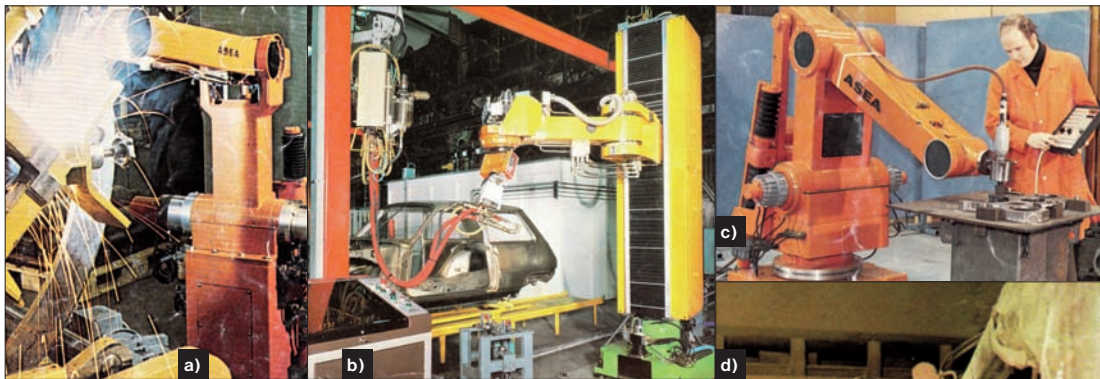
6.2 TECHNOLOGICKÉ VÝSTUPNÍ HLAVICE

- prostou montáží, tj. sestavováním součástek (zde se jedná prakticky o manipulační činnost),
- obsluha spojuje příslušné automaty (sponkovače, hřebíkovače apod.),
- lepením,
- kontrolní operace,
- speciální práce.



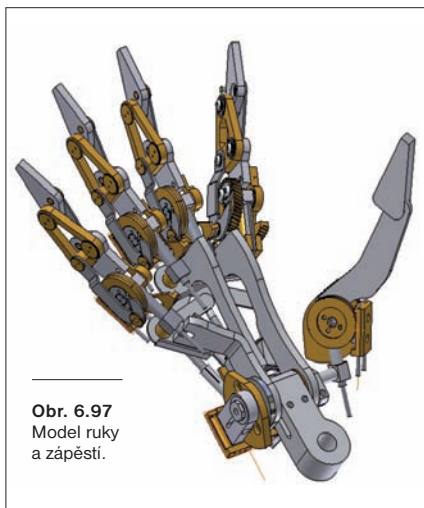
Obr. 6.1 Příklady technologických výstupních hlavic PRaM: a) hlavice pro obloukové svařování, b) hlavice pro bodové svařování, c) aplikace obráběcího stroje (elektrické nářadí).

Na následujícím obr. 6.2 jsou znázorněny konkrétní aplikace technologických hlavic.



Obr. 6.2 Konkrétní aplikace technologických hlavic na robotech ASEA, RENAULT a TRALLFA: a) švové odporové elektrické svařování pomocí robota ASEA-6, b) elektrické odporové bodové svařování karoserie automobilu pomocí robota RENAULT-HORIZONTAL TYPE, c) broušení hran pomocí robota ASEA-63, d) glazování keramiky pomocí stříkacího robota TRALLFA.

Pro účely robotizovaného technologického pracoviště řezání desek byla v Ústavu výrobních strojů, systémů a robotiky (ÚVSSR) FSI VUT v Brně vyprojektována technologická hlavice v podobě otočného pracovního vřeteníku s kotoučovou pilou. Tato hlavice byla aplikovaná místo



zástavbu ruky a přenos krouticího momentu na jednotlivé osy zabezpečují ohebné hřídele o průměru 4 mm.

Z uvedeného vyplývá, že **celý tento návrh ÚVSSR FSI VUT v Brně je koncipován jako speciální koncový efektor průmyslového robotu, a nikoliv jako bioprotetická náhrada lidské ruky.**

6.10 PREŠOVSKÉ BIOMECHANICKÉ CHAPADLO SJF TU KOŠICE – 1. VERZE [9]

Výzkum a vývoj biomechanických chapadel průmyslových robotů zaujímá na Slovenské technické univerzitě v Bratislavě a na Technické univerzitě v Košicích čelní místo.

V r. 1988 pracovníci Katedry technologie a materiálů Strojnické fakulty STU v Bratislavě navrhli a vyrobili tříprsté chapadlo na bázi MTP s 11 stupni volnosti a přitlačnou silou na konci prstů 1 N. Bylo určeno pro manipulaci s předměty o rozměrech 15 až 40 mm. Toto chapadlo je podobné chapadlu, které vyrobila firma Hitachi.

V r. 1994 až 1996 byly na Katedře průmyslové robotiky (KPR) Sjf TU v Košicích vyvinuty dvě verze biomechanického chapadla. První verze je indexově podobná Turínské ruce; chapadlo je pneumaticky poháněné, má hmotnost 1,5 kg a dokáže manipulovat s předměty o průměru 10 až 90 mm.

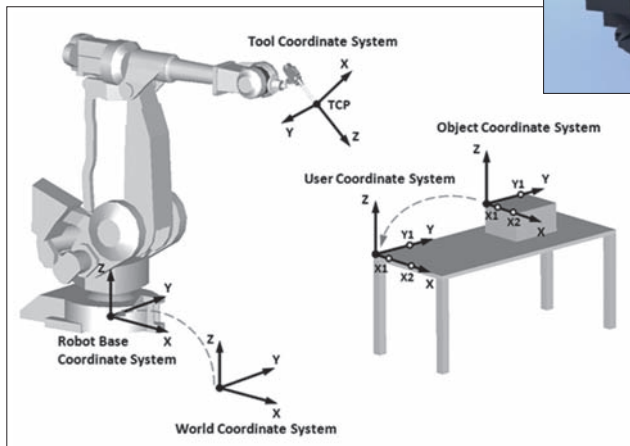
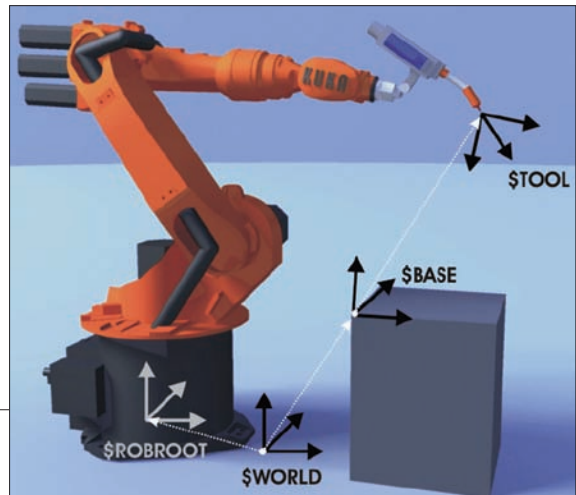
Tato **první verze prešovského biomechanického chapadla je určena pro aplikaci na průmyslový robot APR 20**, původně vyráběný v akciové společnosti VUKOV Prešov. APR 20 je adaptivní průmyslový robot se šesti stupni volnosti pohybu, s elektronickými pohony, a je přednostně určen pro manipulaci s výrobky a pro technologii obloukového sváření. Konstrukce prešovského chapadla (viz obr. 6.98) je jednoduchá. Sestává ze tří paralelních prstů s třemi články a z jednoho protilehlého palce s jedním kloubem. Prsty a palec jsou upevněny k dlani, která podobně jako ostatní části prstů je vyrobená z hliníkové slitiny. Pohyby jednotlivých článků aktivují čtyři přímočaré pneumatické motory, umístěné v horní části chapadla. Pohyby prstů a palce řídí systém RS-4A (řídící systém robotu APR 20). Snímačové vybavení chapadla je v porovnání s biologickým vzorem – rukou člověka dost zjednodušené. Na konečcích všech prstů a palce jsou umístěny pouze dotykové snímače, které předávají řídicímu systému informaci o bezpečném uchopení břemene. Maximální nosnost této verze prešovského biomechanického chapadla je 1,5

možné např. pomocí tří bodů – standardní 3bodovou metodou (viz obr. 9.8, body X1, X2, Y1).

Souřadný systém nástroje (Tool Coordinate System)

Tento systém je kartézský souřadný systém umístěný v TCP (Tool Centre Point) a je relativní vzhledem k určité bázi.

Obr. 9.7
Souřadné systémy KUKA [4].



Obr. 9.8
Souřadné systémy ABB.

Tab. 9.1. Srovnání souřadných systémů používaných u robotů KUKA a ABB.

	KUKA	ABB
Světový souřadný systém	- World Coordinate System	- World Coordinate System
Souřadný systém paty robotu	- ROBROOT	- Robot Base Coordinate System
Souřadný systém báze	- BASE	- User Coordinate System - Object Coordinate System
Souřadný systém nástroje	- Tool Coordinate System	- Tool Coordinate System



Obr. 10.108 Model koncepce robotu podobné konstrukce.

Osmi a vícekolové soustavy se vyskytují v malém počtu a jsou určeny pro pohyb ve značně členitém terénu. Jsou schopny přejet překážky s výškou větší než je průměr jejich kola. Mobilní robot tohoto typu představuje převážně lokomoční ústrojí se speciálně přizpůsobeným rámem. Rám je kloubové konstrukce se čtyřmi i více stupni volnosti. K jeho konstrukci se využívají lehké slitiny, a sice z důvodů minimální hmotnosti celého robotu. Z hlediska praktického využití jsou určeny pro servisní úlohy spojené s monitorováním prostředí, odběrem vzorků apod. Řada těchto robotů vzniká pouze jako laboratorní modely k dalšímu zkoumání lokomočních a navigačních vlastností. Schéma osmikolového lokomočního ústrojí (robotu) „Octopus“ je znázorněno na obr. 10.109.



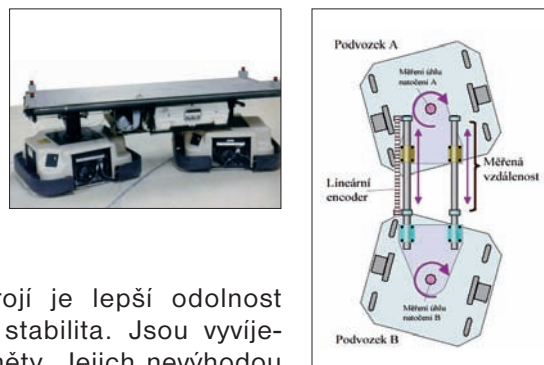
Obr. 10.109 Robot „Octopus“ při přejetí překážky.

10.5.10 Mobilní roboty s článkovými pojedy

Článekové pojedy jsou vlastně dvě samostatná vícešupňová lokomoční ústrojí s koly, která jsou navzájem spojená. Příklad článkového pojedu je vidět na obr. 10.110a. Na dvou lokomočních ústrojích je umístěna dvojitá tyč se dvěma rotačními senzory a jedním lineárním senzorem, jak ukazuje obr. 10.110b. Tímto způsobem lze změřit relativní natočení a vzdálenost mezi oběma lokomočními ústrojími.

Výhodou článkového lokomočního ústrojí je lepší odolnost vůči zatížení, lepší statická a dynamická stabilita. Jsou vyvíjena pro manipulační úkoly s dlouhými předměty. Jejich nevýhodou

Obr. 10.110 Článekový pojezd (a) a struktura článkového pojedu (b).



11.3 HUMANOIDNÍ ROBOTY

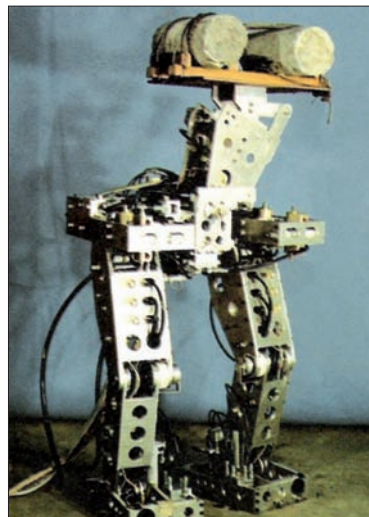
Humanoidním (antropomorfním, androidním) robotem nazýváme robot, jehož architektura vychází z fyzických znaků člověka. Androidní přístupy ke stavbě robotů byly charakteristické pro počáteční etapu robotiky, když se rozvíjely pokusy o konstrukci robotů podle fyziologie člověka s konstrukčními prvky, jako jsou nohy, trup, ramena a ruce. Vzhledem k nedostatečné úrovni tehdejší technické základny a omezeným možnostem nahrazovat pohybové funkce člověka jednoduššími zařízeními se od konstrukcí robotů jako umělých lidí upustilo.

Určitá renesance konstruování laboratorních antropomorfních robotů, která se projevuje v současnosti, je spojená s výzkumem umělé inteligence a s hledáním nových, efektivnějších konstrukcí vybraných subsystémů pro průmyslové roboty. Pro tento přístup je přínosem výrazný pokrok v miniaturizaci pohonů a mechanismů, nové konstrukční materiály, ale především rozvoj vyspělých informačně-řídících systémů.

11.3.1 Humanoidní kráčejíci roboty zkonstruované na Wasedské univerzitě v Tokiu [13]

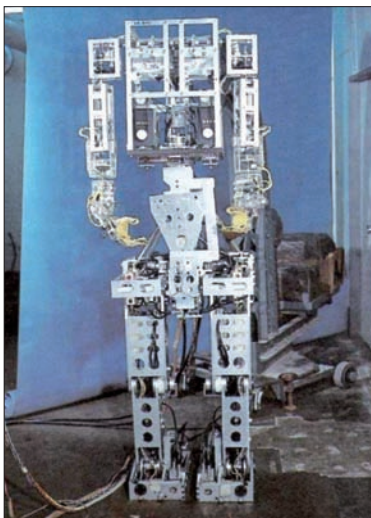
11.3.1.1 Robot WL-5 – statická chůze

Robotická chůze byla v r. 1971–72 studována na Wasedské univerzitě v Tokiu na statickém modelu WL-5 (viz *obr. 11.43*). Měl ohnuté tělo a možnost vyrovnávat rovnováhu jen ve frontální rovině (proto statický model). Automatická dvounohá chůze a schopnost měnit směr byla možná za pomoci minipočítače. WL-5 byl použit jako dolní končetina robotu WABOT-1 (45 sec/krok).



Obr. 11.43
Staticky kráčejíci robot WL-5 (1971).

11.3.1.2 Robot WABOT-1

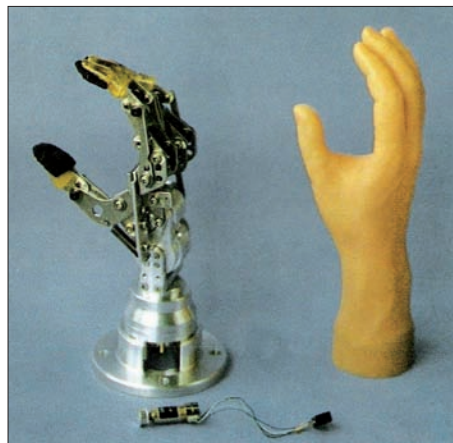


Příkladem androidního robotu je typ WABOT-1 zkonstruovaný profesorem Ichiro Kató z Wasedské univerzity v Japonsku v r. 1973 – znázorněný na *obr. 11.44*. Je to robot se dvěma pracovními rukama, z nichž každá má 7 stupňů volnosti, se dvěma nohama s pohyblivými chodidly a dvěma kamerami ve funkci dálkově vizuálních receptorů, umístěnými ve střední části trupu. Celý robot má hmotnost okolo 130 kg. Je schopný přijímat jednoduché příkazy hlasem a rovněž hlasem odpovídat (v japonštině). Systém je řízený minipočítačem. WABOT-1 se dokáže pohybovat po dvou nohách přímým směrem se zachováním rovnováhy při pohybu a měnit směr doprava nebo doleva. Má dvě ruce antropomorfního typu.

Obr. 11.44 Humanoidní robot WABOT-1.

Vývoj pokračoval dalšími modely, tentokrát předloketních protéz se třemi stupni volnosti WH-5, 8H3, 9H3 – na obr. 11.101.

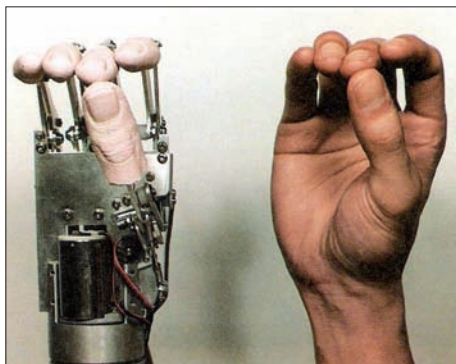
Obr. 11.101
Předloketní protéza
se třemi stupni
volnosti: WH-5, 8H3,
9H3.



Zápěstní protéza WH-11E2 vyvinutá v r. 1979 měla dva stupně volnosti, uchopení jako člověk a stisk, kterého se dosahovalo příslušným pohybem dlaně a palce. Mikročítač umožňoval flexibilní kontrolu EMG, takže model WH-11E2 mohl jednoduše použít každý amputant.

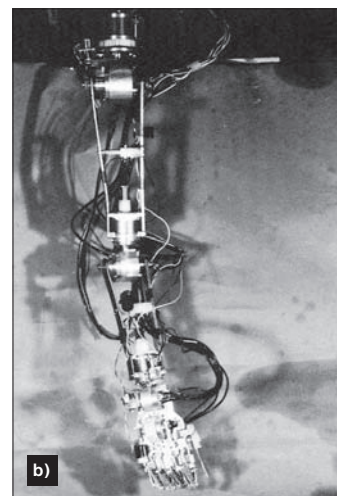
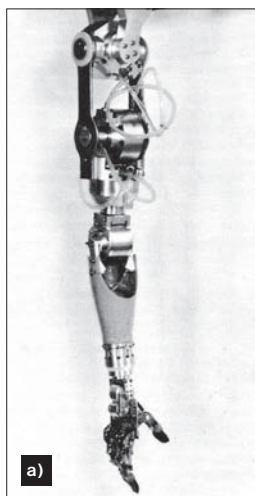
Ramenní protéza WH-7H7 má sedm stupňů volnosti – jeden pro prsty, dva pro zápěstí, jeden pro loket a tři

pro rameno. Váží 2,5 kg a může nést 1 kg nákladu. V dalším vývoji protézy WH-10H7 byl použit typ WH-9H3 jako předloktí.



Obr. 11.102 Zápěstní protéza s dlaňovým abdukčním přídatkem WH-11E2.

Obr. 11.103 Ramenní protézy
z Wasedské univerzity v Tokiu:
a) protéza WH - 7H7,
b) protéza WH-10H7.



10. Komerční protézy ruky [4]

Myoelektrická protéza ruky je funkční náhrada chybějící končetiny, která dnes patří po technické stránce zřejmě k nejdokonalejším sériově vyráběným protetickým pomůckám. V současné době se vývojem myoelektrických protéz ruky ve světě zabývá velké množství pracovišť a společností. Snahy se dají obecně rozdělit na vývoj vlastních zařízení a na zdokonalování stávajících, již sériově vyráběných. Komerční protéza má funkci podobnou kleštím a je tak schopná uchopit předmět buďto konečky prstů (špetkový – precizní úchop), nebo do dlaně (dlaňový – silový úchop). Dlaňový úchop je ovšem omezen velikostí předmětu, nelze uchopit do dlaně například podlouhlé předměty s malým průměrem.