



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV VÝROBNÍCH STROJŮ, SYSTÉMŮ A
ROBOTIKY

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF PRODUCTION MACHINES, SYSTEMS AND
ROBOTICS

PRACOVNÍŠTĚ AUTOMATIZOVANÉ MONTÁŽE O-KROUŽKŮ A TESTOVACÍ STANICE V ROBOTIZOVANÉM PRACOVNÍŠTI

WORKPLACE AUTOMATED ASSEMBLY O-RINGS AND TEST STATION IN ROBOTIZED
WORKPLACE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. PETR HORÁK

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

prof. Ing. ZDENĚK KOLÍBAL, CSc.

BRNO 2015

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky

Akademický rok: 2014/2015

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

student(ka): Bc. Petr Horák

který/která studuje v **magisterském navazujícím studijním programu**

obor: **Výrobní stroje, systémy a roboty (2301T041)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Pracoviště automatizované montáže O-kroužků a testovací stanice v robotizovaném pracovišti

v anglickém jazyce:

Workplace automated assembly O-rings and test station in robotized workplace

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Jde o konstrukční návrh a komplexní řešení části automatizovaného (robotizovaného) procesu v celkovém robotizovaném pracovišti výrobního podniku.

Výsledky práce podléhají utajení.

Cíle diplomové práce:

Práce bude řešit konstrukční návrh automatizace (robotizace) speciálního úkolu v podniku NORGREN (automatizovaná montáž O-kroužků na těleso ventilu a následné založení a vyjmutí sestavy ventilu do testovacího zařízení). Práce bude zahrnovat komplexní transport součástí v daném robotizovaném pracovišti a ekonomickou kalkulaci pracoviště.

Seznam odborné literatury:

KOLÍBAL, Zdeněk a Radek KNOFLÍČEK. Morfologická analýza stavby průmyslových robotů. VIENALA, Košice, 2000, ISBN 80-88922-27-5

MATIČKA, Robert a Jaroslav TALÁCKO. Mechanismy manipulátorů a průmyslových robotů. SNTL Praha, 1991, ISBN 80-03-00567-1

Vedoucí diplomové práce: prof. Ing. Zdeněk Kolíbal, CSc.

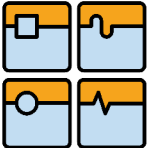
Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2014/2015.

V Brně, dne 24.11.2014

L.S.

doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D.
Ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
Děkan fakulty

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 5
	DIPLOMOVÁ PRÁCE	

ABSTRAKT

Práce se zabývá návrhem pracoviště automatické montáže O-kroužků na pneumatický ventil. Byl navržen mechanismus montáže, testování montáže, přesun do testu těsnosti, měření průtoku, transport ventilu celým pracovištěm a ekonomická kalkulace pracoviště.

KLÍČOVÁ SLOVA


Automatické pracoviště, prvky automatických zařízení, automatická montáž O-kroužků, robotizace, robot, vibrační podavače, koncové efekторы.

ABSTRACT

The thesis proposes a workplace automatic assembly O-rings on the pneumatic valve. It was designed mechanism assembly, assembly testing, movement to test for leaks, flow measurement, transport valve through the workplace and economic calculation workplace.

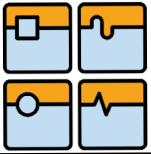
KEYWORDS

Automatic workplace, elements of automatic devices, automatic O-ring assembly, robots, robot, vibratory feeder, end effector.

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 6
	DIPLOMOVÁ PRÁCE	

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

HORÁK, P. *Pracoviště automatizované montáže O-kroužků a testovací stanice v robotizovaném pracovišti*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2015. 96 s. Vedoucí diplomové práce prof. Ing. Zdeněk Kolíbal, CSc.



ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že tato práce je mým původním dílem, zpracoval jsem ji samostatně pod vedením prof. Ing. Zdeněk Kolíbal, CSc. a s použitím literatury uvedené v seznamu.

V Brně dne 29. května 2015

.....

Petr Horák



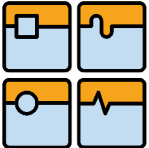
PODĚKOVÁNÍ

Poděkovat bych chtěl vedoucímu práce za prof. Kolíbalovi za věcné poznámky během tvorby práce a panu Rožičovi za věcné poznámky a ukázky přímo ve firmě. Hlavně bych chtěl poděkovat svým rodičům za umožnění studia na vysoké škole.

**OBSAH**

Úvod.....	11
1 Prvky pro stavbu automatických zařízení	12
1.1 Vibrační podavače	12
1.1.1 Kruhové vibrační podavače	12
1.1.2 Přímočaré vibrační podavače	13
1.1.3 Příslušenství	13
1.2 Přímočaré vedení	14
1.2.1 Válečkové vedení	14
1.2.2 Kuličková vedení	15
1.2.3 Kuličková pouzdra	15
1.3 Pneumatické prvky	16
1.3.1 Přímočaré pneumatické pohony	16
1.3.2 Rotační pneumatické pohony	17
1.3.3 Pneumatické ventily a ventilové terminály	18
1.3.4 Zařízení pro úpravu vzduchu	20
1.4 Numericky řízené aktuátory	20
1.4.1 přímočaré	21
1.4.2 rotační.....	21
1.4.3 Indexační stoly	22
1.5 Dopravníky	23
1.5.1 Pásové dopravníky	23
1.5.2 Podvěsné dopravníky	24
1.5.3 Válečkové tratě	24
1.6 Průmyslové roboty	25
1.7 Koncové efekty	29
1.7.1 Mechanické	29
1.7.2 Podtlakové.....	31
1.7.3 Magnetické.....	32
1.8 Senzory.....	32
1.8.1 Indukční snímače	32
1.8.2 Kapacitní snímače	33
1.8.3 Magnetické snímače.....	33
1.8.4 Optické snímače	34
1.8.5 Mechanické spínače	35
1.9 Stavební prvky rámců	35

Použité informační zdroje	38
Seznam obrázků	41

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 11
	DIPLOMOVÁ PRÁCE	

ÚVOD

Automatická pracoviště se dnes ve výrobních podnicích se sériovou a velkosériovou výrobou vyskytují stále častěji. Důvod, proč tomu tak je vychází z výhod automatizovaných pracovišť. Obecně lze říct, že automatická pracoviště mají vyšší výrobnost než pracoviště ruční, ale pořizovací náklady bývají mnohem vyšší a odladění bývá zdoluhavější. To je nutné zvážit při myšlence automatizování a rozhodnout zda je výhodnější ruční či automatické pracoviště. Hlavní úspory automatických pracovišť jsou v šetření nákladů za lidské zdroje a případně vyšší výrobností. Jiné argumenty mohou být například práce na rizikových pracovištích, například obsluha lisů, kde i přes různé bezpečnostní prvky hrozí riziko úrazu nebo v pracovištích pro člověka nebezpečných jako jsou třeba lakovny nebo práce s nebezpečnými látkami.

Vývoj nového pracoviště je vždy svázán s řadou problémů. Základní otázka bývá, jakým způsobem se bude daná činnost provádět. V dnešní době je na trhu velké množství zařízení pro automatizaci, pomocí kterých je možné automaticky vyrábět téměř cokoli. Vždy je však nutné posoudit, zda se v daném případě automatický proces vyplatí. To znamená, že práce konstruktéra automatických systémů dnes spočívá ve vybrání vhodných zařízení a nalezení vhodných uspořádání tak, aby bylo dosaženo požadovaného efektu. Vývoj zařízení schopných automatizovat složitější procesy vyžaduje velké množství konstruktérské práce a mnohdy vývoj nových postupů, principů nebo experimentálních ověřování. To je dáno tím, že zařízení si výrobní podniky vytváří samy nebo jsou vyvíjeny specializovanými firmami pro tento účel. Tyto firmy mohou mít mnohaleté zkušenosti, ale každý proces bývá odlišný a právě tyto odlišnosti vnášejí nejistotu požadované funkce. To je dáno tím, že je snaha zabraňovat přenosu know-how mezi firmami kvůli konkurenceschopnosti. Literatura je v tomto oboru poměrně vzácná, důvody vyplývají z textu výše. Zdroje pro inspiraci lze hledat například v patentech nebo ve starší literatuře [1] [2], ta se však mimo jiné zabývá dosažení správných vzájemných poloh mezi montovanými součástkami mechanickými principy. V dnešní době tohle téma nemusí být aktuální, protože přesnost průmyslových robotů a manipulátorů, řízených elektronickými řídicími automaty, je vysoká a v většině případů pro dané aplikace dostatečná.



1 PRVKY PRO STAVBU AUTOMATICKÝCH ZAŘÍZENÍ

V dnešní době je snaha skládat nejen automatická zařízení z prvků, které jsou dostupné na trhu, než vše stavět od začátku i za cenu použití méně vhodných prvků, které jsou dostupné. Ušetří se tím mnoho času a značné náklady.

1.1 VIBRAČNÍ PODAVAČE

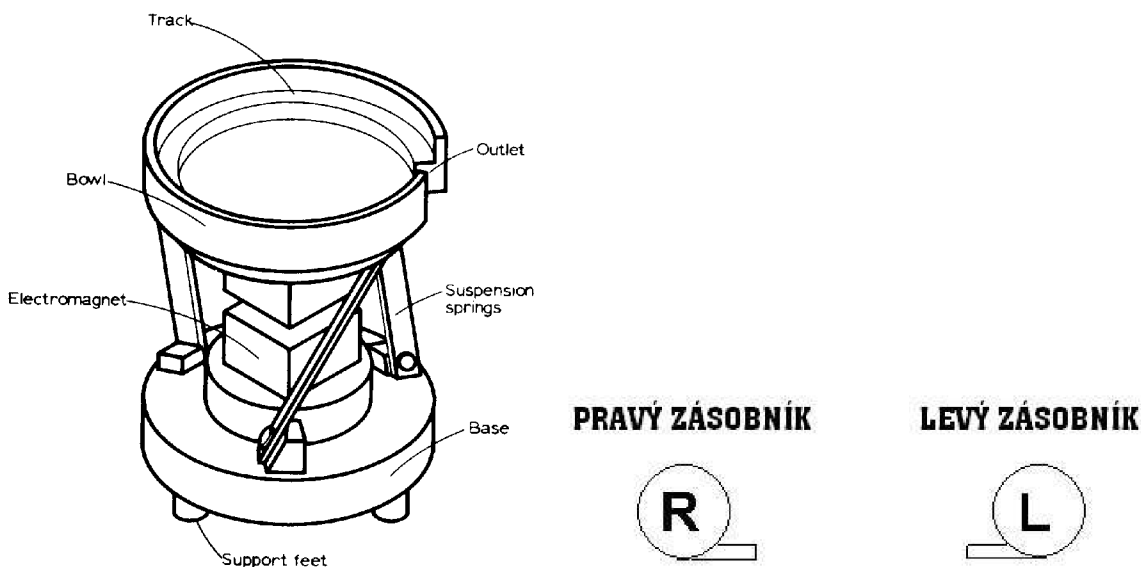
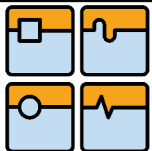
Vibrační podavače slouží pro dopravu, třídění a orientování dílů menších rozměrů.

1.1.1 KRUHOVÉ VIBRAČNÍ PODAVAČE

Kruhové vibrační podavače (vibrační kruhové zásobníky) slouží k plynulému podávání a orientaci dílů do jednotné polohy před jejich dalším zpracováním nebo pro přesné dávkování drobných dílů. Nejsou vhodné pro dopravu lepivých, vlhkých a velmi jemných dílů. Kruhový vibrační podavač se skládá z nádoby s válcovým, kuželovým nebo stupňovitým tvarem. Nádoba je připevněna k pohonu pomocí centrálního šroubu, který umožňuje nastavení do požadované polohy v rozsahu 360° oproti pohonu. Pohon je sestaven z dvou desek spojené soustavou pružin a elektromagnetickým budičem, kterým lze plynule regulovat budící frekvenci. Celá soustava je pružně uložena a rezonančně naladěna. Vnitřní povrch nádoby je upravován dle tříděných součástí např. broušená nerez, leštěná nerez, polyuretanový nástřik, vylepení pryží, vylepení tkaninami a další. Vnitřky nádob jsou rovněž vybaveny dráhami pro dopravu a orientaci dílů. Nádoby se vyrábějí převážně z oceli třídy 17 (nerez), nebo z jiných konstrukčních ocelí (např. třída 11) ojediněle z hliníkových slitin nebo plastů. Nádoby a pohony se vyrábí v levém nebo pravém provedení (dle směru pohybu dílů z nádoby). Pohony se nejčastěji vyrábí v rozmezí 150 až 700 mm v průměru, ale mohou být i v větší. Průměr nádoby je závislá na velikosti a složitosti dopravovaného dílu, její rozměr může dosahovat i 1200mm. Nádoba rovněž slouží i jako zásobník dílů [7], [8], [9].



Obr.1 Typy nádob kruhových vibračních podavačů zleva válcový, kuželový a stupňovitý. [zdroj: Vondra-vondra]



Obr.2 Vlevo pohon vibračního podavače, vpravo orientace levé a pravé nádoby. [zdroj: Liborkriz]

1.1.2 PŘÍMOČARÉ VIBRAČNÍ PODAVAČE

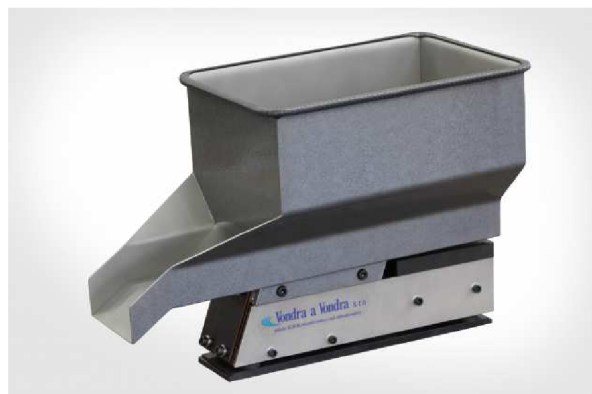
Kruhové vibrační podavače zajišťují orientaci a dopravu součástek z nádoby, pro dopravu do místa odběru zorientovaných součástek se používají přímočaré vibrační podavače. Jejich stavba je v principu stejná jako u kruhových podavačů. Pohon je tvořen základovým tělesem, soustavou pružin, elektromagnetickým budičem a nosnou deskou a k ní připevněné vodící lišty. Pohony bývají uchyceny k základovému tělesu pružnými upínkami, což zajišťuje minimální přenos vibrací od pohonu do základu [7], [8], [9].



Obr.3 Typy přímočarých vibračních podavačů. [zdroj: Vondra-vondra]

1.1.3 PŘÍSLUŠENSTVÍ

Jak již bylo zmíněno kruhové, ale i přímočaré vibrační podavače slouží i jako zásobníky dílů, pro některé aplikace však může být jejich kapacita nedostatečná. Proto je lze vybavit tzv. předzásobníky. Jedná se o spojení nádoby a přímočarého vibračního pohonu nebo pásového dopravníku a nádoby, která zvyšuje kapacitu na požadovanou hodnotu [7], [8], [9].



Obr.4 V levo předzásobník, v pravo ukázka předzásobníků a podavačů na reálné aplikaci. [zdroj:Vondra-vondra, Rox]

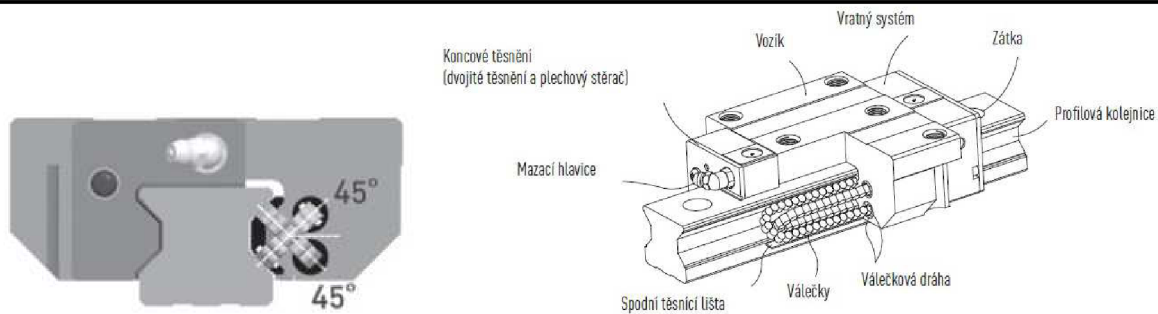
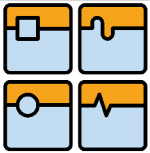
1.2 PŘÍMOČARÉ VEDENÍ

Přímočaré vedení umožňuje vedený pohyb po přímce, popřípadě po křivce s jedním stupněm volnosti. Lze je rozdělit na kluzné a valivé. Kluzné vedení je oproti valivému tužší, ale jejich velké nevýhody jsou v velkém odporu proti pohybu (vysoký dynamický součinitel smykového tření), trhavý pohyb v malých rychlostech (součinitel statického tření je vyšší než součinitel dynamického tření), nevhodnost pro velké posuvové rychlosti a nižší přesnost chodu. Valivé vedení se vyznačuje opačnými vlastnostmi. Jejich tuhost je nižší (lze zvýšit předepnutím), ale umožňuje velmi vysoké i velmi nízké rychlosti pohybu (nevzniká trhavý pohyb), přesnost chodu je rovněž na vysoké úrovni a jsou energeticky méně náročná. Pro automatizaci jsou výhody valivých vedení žádoucí, nevýhoda v nízké tuhosti je nepodstatná vzhledem k požadovaným přesnostem (neplatí pro NC obráběcí stroje, kde je vysoký požadavek na tuhost vedení). Vedení se skládá z vozíku, kolejnice, těsnění, stíracího členu, mazací soustavy a valivých elementů, které obíhají ve vratných drahách. Viz obrázek 5. Vedení mohou být vybaveny odměřováním nebo zařízením pro blokování pohybu [10], [11].

Na trhu je dnes velké množství výrobců a každý nabízí velké množství typů pro různé aplikace. Vedení lze dělit dle typu valivých elementů nebo dle oblasti použití. Ve většině případů se používají dva typy valivých elementů, válečky a kuličky.

1.2.1 VÁLEČKOVÉ VEDENÍ

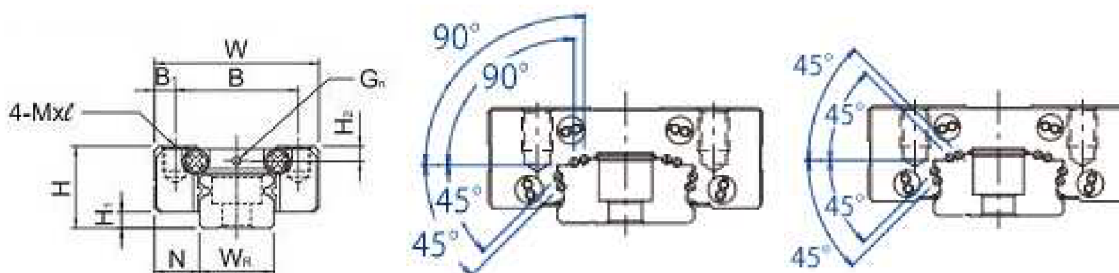
Válečky se používají pro velká zatížení a větší tuhosti. Jejich využití je hlavně u obráběcích případně tvářecích strojů. Elementy obíhají ve valivých drahách v nekonečné smyčce, jak je naznačeno na obrázku 5. Jejich charakteristickým rozměrem je výška vozíku a kolejnice. Vyráběný sortiment je od 15 až do 150mm s dynamickou únosností (C_{dyn}) až do 600kN a rychlosti pohybu až $5ms^{-1}$ v různých třídách přesnosti a různých hodnot předpětí až do $0,14C_{dyn}$ [10], [11].



Obr.5 Válečkové valivé vedení. [zdroj: Hiwin, SKF]

1.2.2 KULIČKOVÁ VEDENÍ

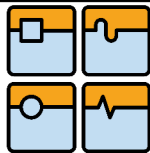
Kuličková přímočará vedení jsou pro stavbu obráběcích strojů nebo pro automatizaci nejpoužívanější. Jejich výrobní sortiment je širší než u válečkových především v meších rozměrech. Mohou mít 2 až 8 drah pro kuličky v různých uspořádáních. Rozsah charakteristických rozměrů je od 6 až do 70mm s dynamickou únosností až 200kN v různých třídách přesnosti a v různých třídách předpětí až do 0,1C_{dyn}. Velmi malé rozměry umožňují výrazně zmenšit zástavbové prostory nebo vůbec vedení použít. Nejmenší vedení od firmy Hiwin je TMN5C jehož výška (vozík a kolejnice) je 6mm, šířka vozíku je 12mm a délka vozíku 16mm, jeho dynamická únosnost je 540N [10], [11].



Obr.6 Ukázky kuličkových vedení, vlevo miniaturní vedení, vpravo různé úhly styku vozíku a vedení prostřednictvím kuliček. [zdroj:Hiwin, THK]

1.2.3 KULIČKOVÁ POUZDRA

Dalším typem vedení jsou kuličková pouzdra a vodící tyče, která zajišťují přesné vedení přímočarého pohybu po vodící tyči. Kuličková pouzdra se skládají z klece ze syntetického materiálu, oběžné dráhy z kalené oceli pro vedení kuliček. Recirkulační pohyb umožňuje neomezený zdvih. Existují v různých modifikacích. Kompaktní pouzdro, pouzdro s podélnou drážkou, která umožňuje vytvořit předpětí, otevřené pouzdro pro vodící tyč s podpěrou, tandemové pouzdro, které má 2 dráhy kuliček za sebou a snese větší zatížení a pouzdra s přírubami čtvercového nebo kruhového průřezu. Kuličková pouzdra se vyrábí v průměru 6 až 100 mm s dynamickou únosností až 32 kN. Vodící tyče se vyrábí v délkách do 6 m. Materiál vodících tyčí je nejčastěji kalená a broušená ocel, případně pochromovaná ocel nebo nerez. Existují i duté vodící tyče, které se vyznačují nižší hmotností. Vedení mohou být vybavena brzdami (zařízení pro aretaci polohy) [12], [13].



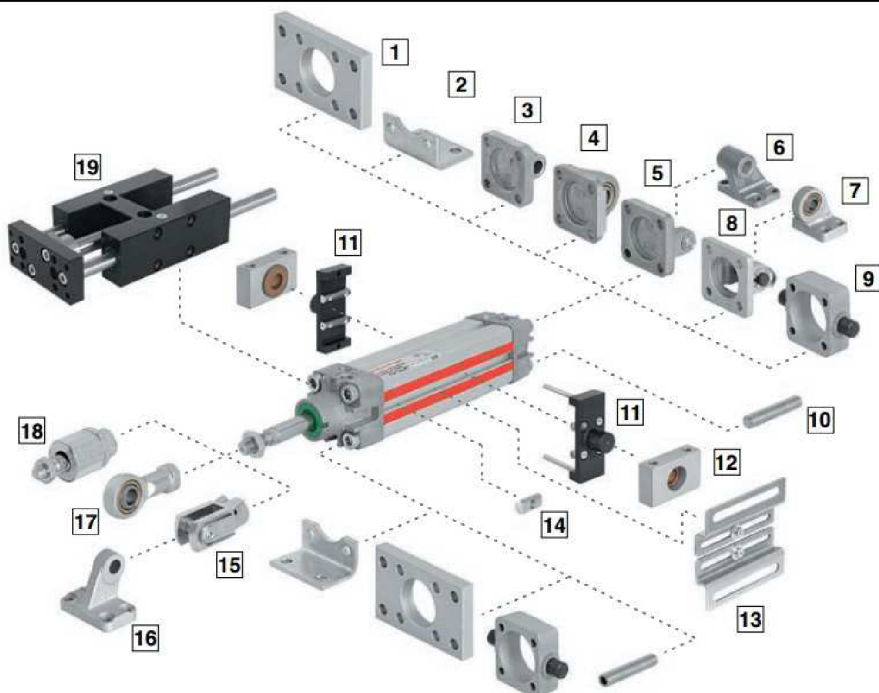
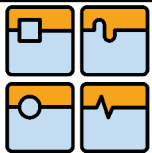
Obr.7 Různé druhy kuličkových pouzder. [zdroj:Hiwin, Uzimex, Matis]

1.3 PNEUMATICKÉ PRVKY

Pneumatické pohony jsou v průmyslové automatizaci společně s elektrickými servo pohony nejpoužívanější a to především pro jejich výhody plynoucí z výhod stlačeného vzduchu. Jako hnací medium je použitý vzduch, který je na zemském povrchu snadno dostupný. Oproti hydraulickým pohonům, kdy je třeba pořídit pracovní medium a po určité době vyměnit, což přináší náklady oproti vzduchu, kde tento problém takřka neexistuje. Další výhody jsou: plynulá regulace síly a rychlosti, možnost dosažení velkých rychlostí, nehrozí ekologická zátěž při úniku pracovního média. Nevýhody pneumatických pohonů jsou: nízká tuhost, velká stlačitelnost, menší dosažitelná síla, problematické polohování v rozsahu zdvihu (ve většině případů se využívají jen 2 koncové polohy), hluchost výfuků. Pohony fungují na základě Pascalova zákona, kdy tlak působící na plochu vytváří sílu. Pohony existují v mnoha různých provedeních dle typu použití.

1.3.1 PŘÍMOČARÉ PNEUMATICKÉ POHONY

Běžné jsou přímočaré válce s jednostrannou pístnicí, které se vyznačují různou silou a rychlostí pohybu v opačném směru při stejném plnicím tlaku a průtoku. Vyrábí se v průměrech 8 až 500 mm a zdvihy jsou 4 až 2800mm. Další typy mohou být s dvěma pístnicemi, bez pístnice s velmi krátkým zdvihem a podobně. Lze je také vybavit vedeními, které zvyšují zatížitelnost v kolmém směru na směr pohybu, aretační polohy nebo válec s neotočnou pístnicí. Přímočaré válce bývají vybaveny tlumením v koncových polohách, což snižuje rázy při dojezdech do koncových poloh z velkých rychlostí. Maximální plnicí tlak bývá do 1MPa. K válcům jsou nabízena různá příslušenství v podobě snímačů polohy a připevňovacích prvků dle obrázku 8 [14], [15].



Obr.8 Pneumatický přímočarý pohon s příslušenstvím pro upevnění.
[zdroj:Norgren]



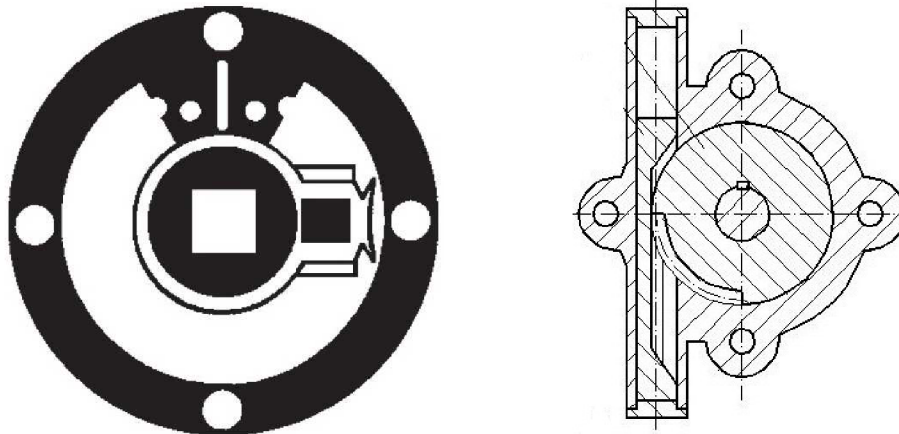
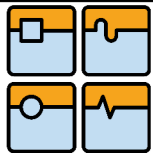
Obr.9 Zleva kruhový přímočarý pohon, pohon pro malé zdvihy a
bezpečnostní pohon. [zdroj:Norgren]

1.3.2 ROTAČNÍ PNEUMATICKÉ POHONY

Dalším typem jsou otočné (kyvné) pohony. Umožňují rotační pohyb v rozsahu 360°. Buď plynule nastavitelné nebo po skocích (90°, 180°, 270°). Nejběžněji používané jsou 2 principy.

První má rotační pístnici, která se otáčí v těle válce. Prostor pro tlakový vzduch vymezuje přepážka, která zajišťuje přívod vzduchu a slouží i jako doraz. Viz obrázek 10 Tento princip se používá pro menší zatížení (do 10Nm). Výhodou jsou malé rozměry a nízká hmotnost. Rozsah pohybu bývá do 270° a v některých konstrukcích, plynule nastavitelný.

Druhý princip má klasický přímočarý pohon který je spojen s ozubeným hřebenem a ten společně s pastorkem převádí přímočarý pohyb na otočný (kyvný). Tento princip umožňuje vyvinout velký točivý moment (až 8000 Nm). Rozsah pohybu může být teoreticky neomezený, ale běžně používané jsou do 360° [14], [15].



Obr.10 Princip rotačního pneumatického pohonu. Vlevo typ s přepážkou, vpravo typ s hřebenem a pastorkem. [zdroj:Festo]



Obr.11 Ukázka pneumatických pohonů pro rotační pohyb. [zdroj:Norgren, Festo]

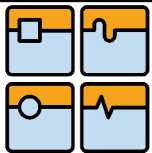
Další zařízení používané v automatizaci jsou otočné stoly s pneumatickým pohonem. Umožňuje otáčení a zastavení v předem určených polohách s rotací v obou směrech či kyvadlový provoz [15].



Obr.12 Pneumatický indexační stůl. [zdroj:Festo]

1.3.3 PNEUMATICKÉ VENTILY A VENILOVÉ TERMINÁLY

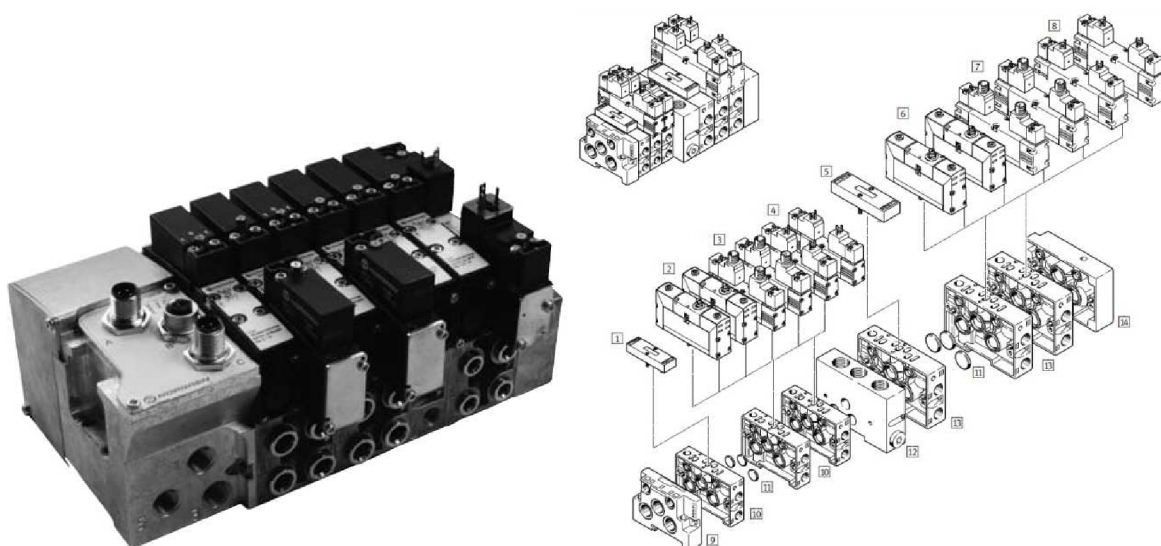
Pro ovládání pneumatických pohonů se používají ventily. V automatizaci se nejběžněji používají 2/2, 3/2, 5/2 nebo 5/3 elektromagneticky ovládané (počet vstupů - výstupů/počet poloh). Nejběžnější jsou šoupátkové, ale v případě 2/2 ventilu existují i membránové. Dalším používaným typem mohou být proporcionální ventily, kde je možno řídit průtok. Ovládací síla je vytvářena elektromagnetem. Napájecí napětí je 12V DC



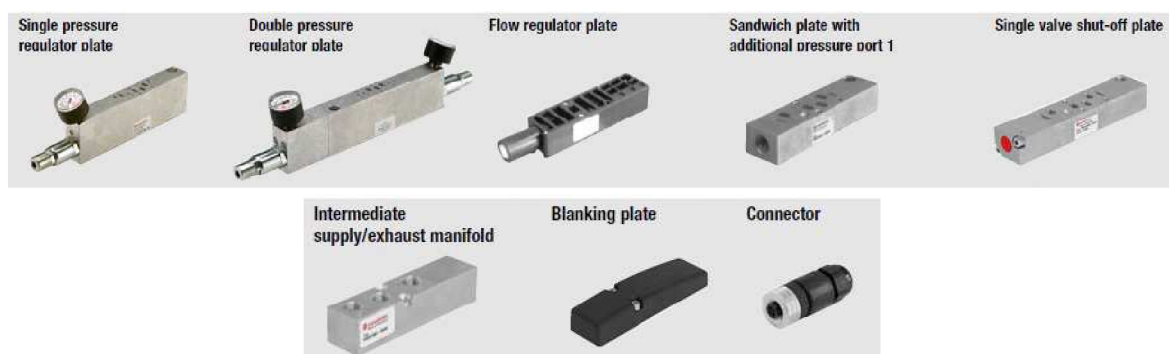
DIPLOMOVÁ PRÁCE

(stejnoseměrný proud) až 230V AC (střídavý proud). Průtoky ventilů se liší v závislosti na použití, hodnoty bývají pro nejmenší ventily 250 l/min až 2500 l/min. V případě řízení více pohonů na jednom celku se místo jednotlivých ventilů používají ventilové terminály nebo ventilové ostrovy. V těchto celcích lze kombinovat různé ventily (3/2, 5/2, 5/3) v závislosti na potřebě. Terminály lze vybavit i regulátory tlaku a škrťacími ventily pro řízení síly a rychlosti pohybu.

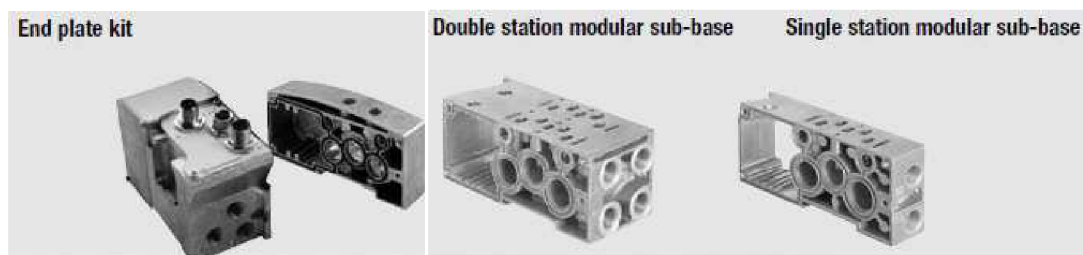
Ventilové terminály jsou v podstatě spojení klasických ventilů pomocí bloku s předvrtanými otvory pro vstupy a výstupy. Tyto bloky se skládají vedle sebe dle potřeby a spojí se s koncovými díly, kde se připojí centrální vstup, výstup a silové a řídicí kabely.



Obr.13 Ventilový terminál. [zdroj:Norgren]



Obr.14 Prvky pro ventilové terminály. [zdroj:Norgren]



Obr.15 Bloky pro ventilové terminály. [zdroj:Norgren]



V případě ventilových ostrovů se jedná o kompaktní blok, kde je možné sestavit z bloků ventilů libovolný počet připojení. Takto sestavené terminály mohou obsahovat až 16 ventilů. Výhodou je velice malý zástavbový prostor a zjednodušení celého zařízení zvláště z pohledu ovládání jednotlivých ventilů (snížení počtu vodičů pro ovládání ventilů v jeden kabel) [14], [15].



Obr.16 Vlevo bloky ventilových ostrovů, vpravo ukázka ventilových ostrovů.
[zdroj:Norgren]

1.3.4 ZAŘÍZENÍ PRO ÚPRAVU VZDUCHU

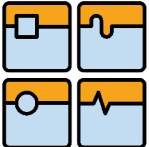
Nepostradatelnou funkci mají v pneumatických obvodech jednotky pro úpravu stačeného vzduchu. Jednotky obsahují uzavírací ventil, odvlhčovač, redukční ventil a maznici. Od výrobců jsou k dispozici buď jako celek nebo jako jednotlivé prvky. V některých případech může být mazání nežádoucí nebo naopak pro některé prvky nutné. Filtry zabraňují vniknutí nečistot do obvodu a zajišťují životnost a spolehlivost. Filtrované částice jsou do velikost 40 μ m případně 5 μ m, pro speciální aplikace mohou být i jemnější, ty však silně omezují průtok. Běžně se vyrábí do tlaků od 0,3 MPa do 1,7 MPa a průtok až do 120 l/min [14], [15].



Obr.17 Modulární jednotky pro úpravu vzduchu. [zdroj:Norgren, Festo]

1.4 NUMERICKY ŘÍZENÉ AKTUÁTORY

NC osy se používají tam, kde je nutné pro funkci polohování ve více bodech, je třeba řídit rychlost a zrychlení pohybu, je nutné zajistit přeprogramování poloh, nebo při kombinaci několika os, interpolovat křivky, atd. Na trhu je dnes spousta výrobců jak přímočarých, tak točivých os. Produkty nabízené výrobcem obsahují vedení, které zachycuje silové účinky vzniklé jak od pohonu, tak od externích sil, servomotor případně odměřování polohy a převod (neplatí u lineárních motorů nebo přímých náhonů u rotačních os). Jako pohony se používají AC a DC servomotory, krokové motory a lineární motory. Lineární

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 21
	DIPLOMOVÁ PRÁCE	

pohony se používají pro nižší nároky na tuhost a menší zatížení, umožňují však dosažení vysokých posuvových rychlostí a zrychlení.

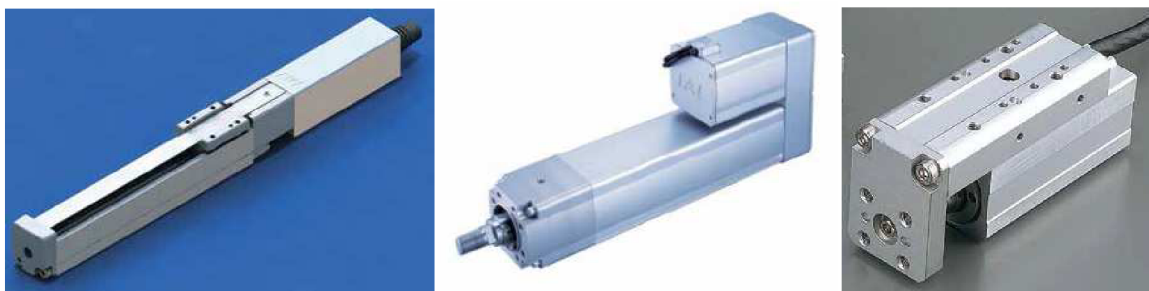
1.4.1 PŘÍMOČARÉ

Přímočaré pohony existují v různých modifikacích, základní jsou přímočaré pohony s jezdcem, s pístnicí, stolový a výsuvný. Jako převod je nejčastěji používán kuličkový šroub s pohyblivou maticí. Rychlost pohybu je při použití kuličkového šroubu přibližně do 2,5 m/s při použití lineárního motoru 20 m/s i více.

Pohon s jezdcem má přímočaré vedení po kterém se pohybuje jezdec (menší délka než zdvih), který je poháněn kuličkovým šroubem. Jako pohon se používá krokový motor nebo DC případně AC servopohon. Ten je s kuličkovým šroubem spojen přímo, nebo přes převod. Převod může být realizován ozubeným řemenem, ozubenými koly případně pro získání větších převodových poměrů převodovkami (planetová, harmonická, atd.). Při použití lineárního pohonu osa nemá žádné převody. Odměřování polohy může být nepřímé (přímo z enkodéru servopohonu nebo enkodérem připevněným kuličkovým šroubu) nebo přímé (pravítko s odměřovacím čidlem umístěné na jezdcí) Konstrukce se vyznačuje neměnnými celkovými rozměry a konstantní tuhostí v celém rozsahu zdvihu.

Pohon s pístnicí lze vlastnostmi přirovnat k hydraulickým přímočarým pohonům. Konstrukce obsahuje veškeré prvky uvedené v předchozím případě s rozdílným vedením přizpůsobeným pro pístnici. Kombinují výhody hydraulickým přímočarých pohonů a NC řízení.

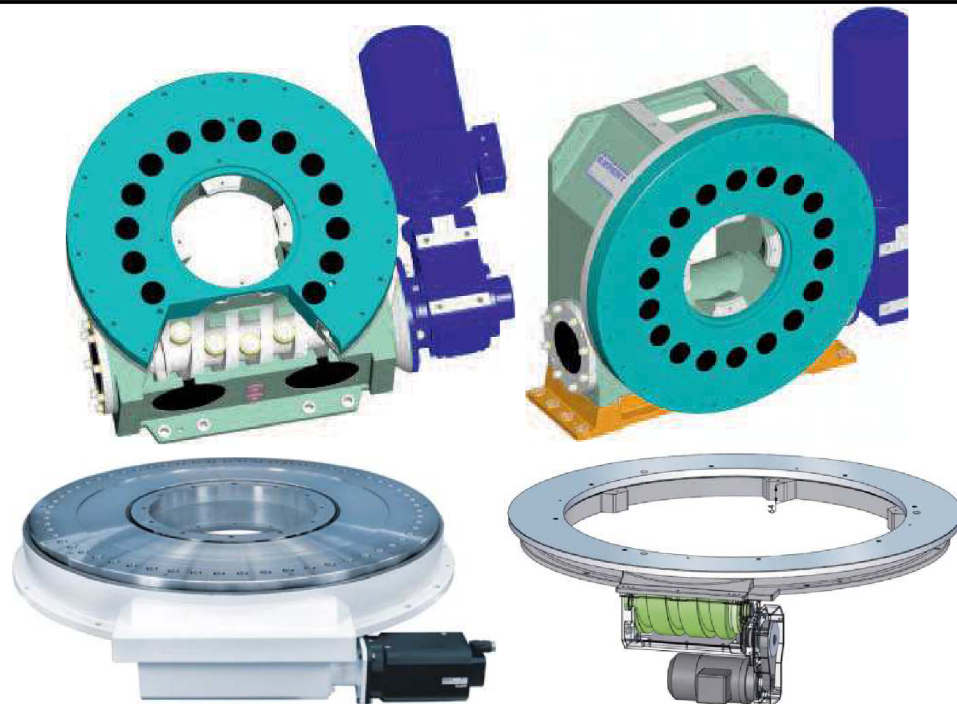
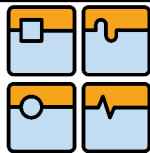
Další typy jsou v podstatě kombinací předchozích variant. Stolové se vyznačují posuvným stolem, který je delší než zdvih. Typ ruka má výsuvné rameno [16].



Obr.18 Různé druhy NC aktuátorů. [zdroj:IAI]

1.4.2 ROTAČNÍ

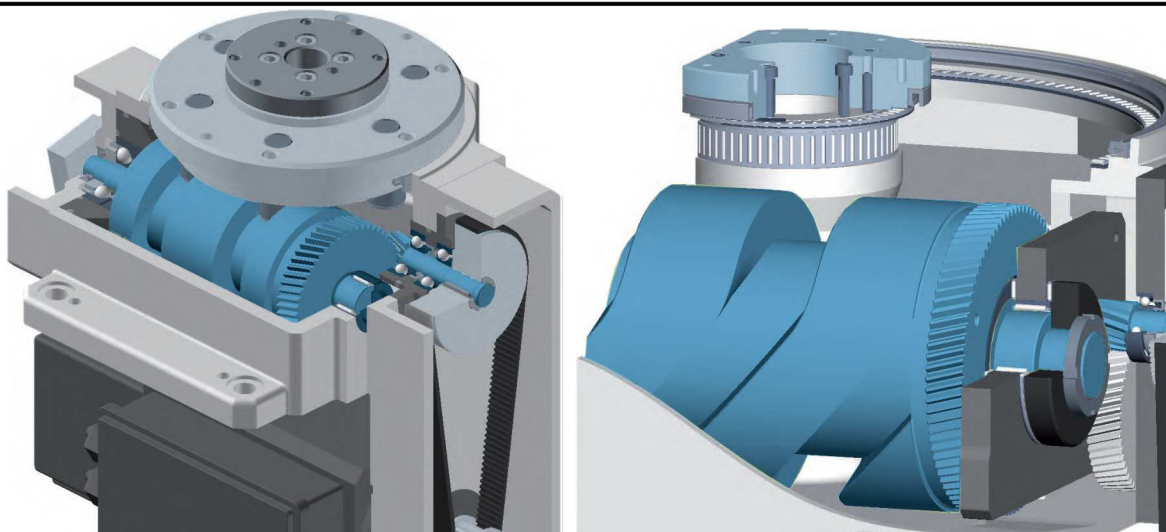
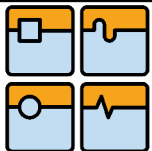
Rotační NC osy jsou využívány jako další osy pro n-osé obrábění, při automatické výměně obrobků či nástrojů a pod. V automatizaci je jejich uplatnění hlavně při orientaci dílů nebo při polohování dílů do stanovišť při montáži. Otočné stoly obsahují valivé vedení, které pohlcuje radiální i axiální síly, převod (nejčastěji šnekový, kluzný nebo valivý), pohon (AC, DC servomotor) a odměřování polohy. Stoly s přímým pohonem nemají převod, rotor (stator) je součástí stolu. Stoly se vyrábí v různých modifikacích podle aplikace, např. prstencové, s horizontální osou apod. Přesnost polohování je až 20 úhlových sekund, jmenovitá rychlost otáčení až 50 ot/min. Parametry jsou pro nepřímý pohon s převodem. Pro přímý pohon jsou hodnoty mnohonásobně vyšší, osa má však daleko menší torzní tuhost [17], [18].



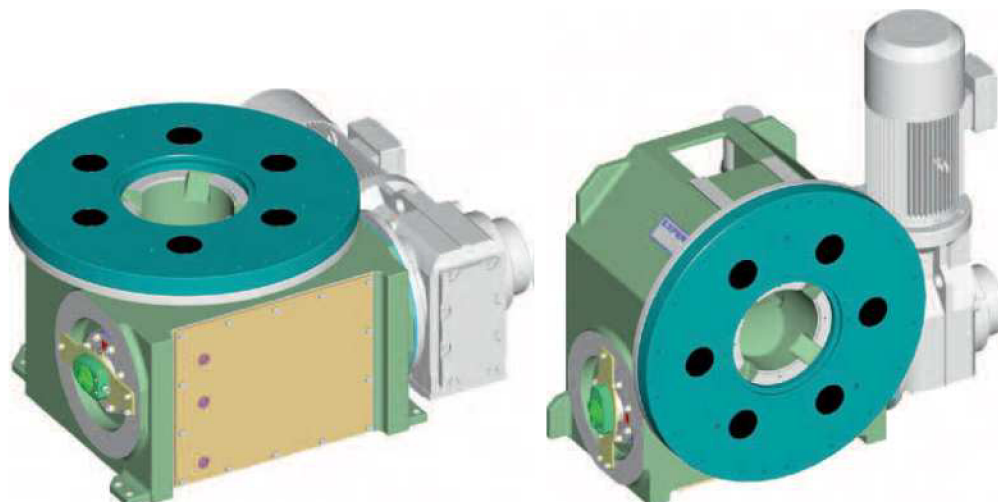
Obr.19 Ukázka rotačních NC os. [zdroj:Stasto]

1.4.3 INDEXAČNÍ STOLY

Jiným typem otočných "os" jsou indexační stoly. Nejedná se o programovatelné osy jako v předchozím případě, ale o vačkový mechanismus, který má pevně předem nastavený libovolný počet poloh. Zařízení obsahuje vedení, řemenový převod, vačkový systém a pohon, případně ještě brzdou se snímačem polohy. Vačka je vytvarovaná tak, že během konstantní rychlosti otáčení vačky se za jednu otáčku stolu rozběhne, zastaví a setrvá v klidu za dobu, která je závislá na tvaru vačky otáčkách motoru a momentu setrvačnosti otáčejícího se prvku. V některých případech však doba klidu daná vačkou nestačí. V tomto případě je motor vybaven brzdou a snímačem polohy (mechanický, indukční), ten je nastaven tak, aby motor resp. vačka zastavila v klidové poloze. Tím je dosažen libovolně dlouhý čas setrvání v klidové poloze. Brzda je konstruována jako zabrzděná a elektromagneticky odbrzděvaná. Na obrázku 20 je vidět tvar vačky s klidovou polohou. Přesnost polohování je až 5 úhlových sekund běžně 40 sekund, rychlosti otáčení jsou závislé na momentu setrvačnosti otáčených předmětů a použité výkonnosti řady [18].



Obr.20 Vačkový mechanismus indexačního stolu. [zdroj:Stasto]



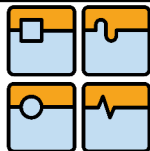
Obr.21 Indexační stůl. [zdroj:Stasto]

1.5 DOPRAVNÍKY

Dopravníky jsou důležitým činitelem v oblasti dopravy dílů, sestav, nástrojů, odpadu, kusových nebo i sypkých materiál, apod. Nejpoužívanější dopravníky jsou pásové, článkové, podvěsné, vibrační a válečkové [4].

1.5.1 PÁSOVÉ DOPRAVNÍKY

Často používaný typ dopravníku, především pro sypké materiály, ale i pro kusové předměty. Dopravní umožňuje dopravu jak ve vodorovném, tak v nakloněném směru. Úhel naklonění závisí na druhu dopravovaného materiálu a na materiálu pásu. Jako materiál pásu se používá kompozit pryže a tkaniny, lze však použít i ocel. Konstrukce dopravníku se liší v závislosti na aplikaci. Každý dopravník má hnací a hnaný buben, pomocí kterých je napínán pás, válečky, které podírají pás, rám a pohon. Pro dopravu sypkých i kusových materiálů (dílů) se používá rovný pás. Pro zvýšení přepravní kapacity se tvar pásu v příčném průřezu ohýbá pomocí válečku do tvaru písmene V nebo U [4], [19], [20].



Obr.22 Pásové dopravníky. [zdroj:Haberkorn, Verva-tech]

1.5.2 PODVĚSNÉ DOPRAVNÍKY

Jsou určeny především pro kusový materiál, ale lze ho použít i pro dopravu sypkých nebo i kapalných materiálů. Dopravník se skládá z rámu na kterých je připevněno vedení, po kterém jezdí vozíky se závěsem, spojené řetězem. Dráha je spojena do nekonečné smyčky. Rozdělují se na jednodráhové a dvoudráhové. Velmi často se používají v lakovacích linkách [4], [21].



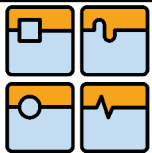
Obr.23 Podvěsné dopravníky. [zdroj:TMT]

1.5.3 VÁLEČKOVÉ TRATĚ

Slouží pro dopravu dílů jednoduchých tvarů (kvádr). Rozdělují se na poháněné a gravitační. Konstrukce je v podstatě stejná jako u pásových dopravníků [4], [19].



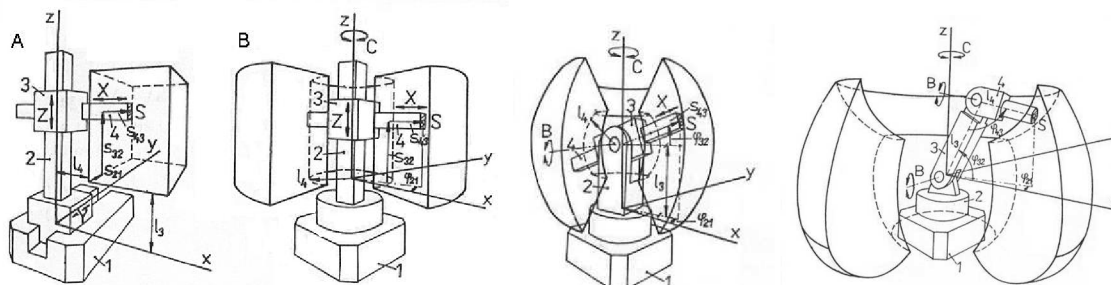
Obr.24 Válečkové tratě, vpravo křižovatka s otočným segmentem. [zdroj:Haberkorn]



1.6 PRŮMYSLOVÉ ROBOTY

Průmyslové roboty jsou mechatronická zařízení, která slouží jako náhrada za lidskou obsluhu do činností nebezpečných zdraví, do míst kde by člověk nedokázal vůbec přežít nebo tam, kde je činnost vykonávaná lidmi velice fyzicky náročná, monotónní nebo neekonomická. Dále se roboty uplatňují tam, kde je třeba přesných a rovnoměrných pohybů. Používají se pro montáž, svařování, manipulaci, paletizaci, apod. Roboty se skládají z mechanické části, elektronické části, programového vybavení a případně vnímavého vybavení.

Mechanická část jsou části robotu, které spojují vazby (kinematické dvojce - KD) a v některých případech slouží pro uložení kabelů k pohonům nebo pro transmisní hřídele, které pohání vazby vzdálené od pohonů. Vazby mohou být rotační nebo translační a ve většině případů mají 1° volnosti. Mechanické části tvoří kinematickou strukturu robotu. Existují 2 druhy kinematických struktur a to sériová a paralelní. Zde bude uvažována jen struktura sériová, protože je častější. V prostoru je 6 stupňů volnosti. Robot, který má přemístit objekt libovolně v prostoru, musí mít 3° volnosti, které zajišťuje polohovací ústrojí. Zbylé 3° volnosti představují orientaci v prostoru, kterou zajišťuje orientační ústrojí. Vhodným uspořádáním KD, translačního a rotačního typu, polohovacího ústrojí je dosaženo 4 základních typů. První je spojení 3 translací (TTT). Vzniklý pracovní prostor je pravouhlý kartézský. Další typy vznikají postupným nahrazováním translačních vazeb vazbami rotačními. Uspořádání se změní na (RTT) to znamená, že první vazba je rotační a za ní následují 2 translační vazby. Pracovní prostor RTT je válcový. Nahrazením další vazby (RRT) vznikne kinematická struktura se sférickým pracovním prostorem. Poslední základní struktura typu RRR vytváří torusový pracovní prostor. Z základních kinematických struktur lze vytvořit další 4 odvozené kinematické struktury, které vzniknou změnou pořadí kin. dvojic v řetězci. V každé z osmi uvedených kinematických struktur existuje $27 (= 3^3)$ uspořádání podle polohy osy rotačních a translačních KD. Z toho však 87 realizuje pouze rovinný pohyb. Celkem tedy existuje $129 (= 8 \times 27 - 87)$ teoretických variant polohovacího ústrojí se 3mi stupni volnosti. Orientační ústrojí tvoří 3 rotační vazby a je sériově spojeno s polohovacím ústrojím.

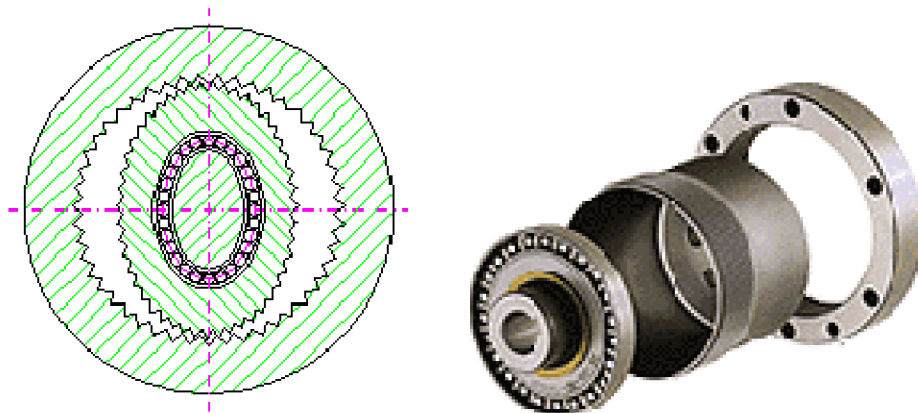


Obr.25 Pracovní prostory základních kinematik polohovacího ústrojí [3].

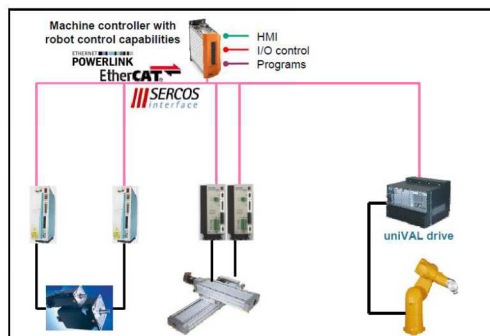
Elektronická část zahrnuje pohony a hardwarové vybavení pro řízení. Ve stavbě robotů se používají AC a DC servopohony s harmonickými převodovkami. Harmonické převodovky se vyznačují velmi vysokým převodovým poměrem při malých rozměrech, proto jsou vhodné pro stavbu robotů, kde bývají pohony s převodovkou integrovány do rotačních vazeb. Osy bývají doplněny odměřováním pro dosažení vysokých přesností. Hardwarové vybavení řízení robotu se skládá z klasických driverů (ovladačů) pro řízení jednotlivých os, které jsou synchronizovány počítačem (PLC, průmyslové PC) a vytváří tak samostatnou jednotku, která v případě složitějších robotických pracovišť umožňuje



komunikaci s dalším PLC. Takto zvolená struktura řízení, kdy je řídicí systém robotu na stejné úrovni jako PLC pro jiná zařízení, přináší nevýhody v nutnosti programovat na 2 místech ve 2 programovacích jazycích, nutnosti nastavování komunikace, limit velikosti přenášených dat, není ideální pro synchronizaci ostatních zařízení s robotem. Robot je ve své podstatě autonomní systém. Dnes již existuje řídicí systém robotu, který je PLC podřízený a programování probíhá v PLC a řídicí systém robotu řídí pouze pohony, při zachování případných kompenzací, které zvyšují přesnost robotu, tím se odstraňují zmíněné nevýhody. Další hardwarové vybavení je v podobě panelů sloužících pro on-line programování a nastavování. Obsahují vstupní prvky pro manuální ovládání pohybu robotu v ručním režimu. Některé bývají vybaveny 3 nebo 6 DOF (degrees of freedom - stupně volnosti) joystick.

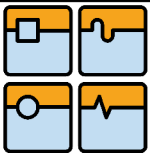


Obr.26 Harmonická převodovka. [zdroj: CMSA]



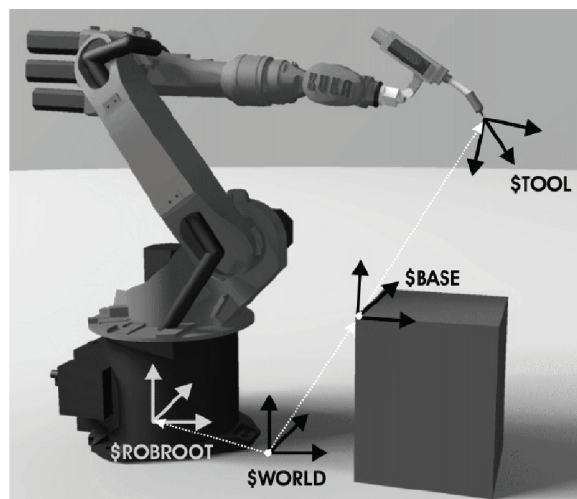
Obr.27 Vlevo schéma řízení robotu, vpravo ovládací panely pro obsluhu robotu [32].

Programové vybavení robotu definuje naprogramováním trajektorii pohybu a rychlost po této trajektorii. Existují dva způsoby programování. Off-line a on-line. Off-line programování se provádí na PC mimo řídicí systém robotu ručním zadáváním bodů a tvarem trajektorie. Tento způsob je vhodný pro přípravu složitějších programů, kdy by mohla odstavka robotu kvůli programování narušit výrobu. Takto připravený program se jen nahraje do řídicího systému a odladí. Nevýhodou je, že se v programu může vyskytnout více chyb. Dnes již existují simulační programy kde je možné robot s robotickým pracovištěm vymodelovat a kontrolovat trajektorie a eliminovat případné kolize před spuštěním na samotném robotu. On-line programování se provádí přímo na robotu pomocí panelu. On-line programování je výhodné, protože se trajektorie definuje na reálném zařízení, tím se snižuje riziko vzniku kolizí a program je odladěn "napoprvé".



Obr.28 Vlevo simulace robotizovaného pracoviště, vpravo on-line programování robotu. [zdroj: Axiomtech]

Při programování robotů se využívá kartézský souřadný systém (x, y, z) a to pro jednoduchost. Robot pracuje s několika vzájemně propojenými kartézskými souřadnými systémy. Defaultním (základním) souřadným systémem je světový souřadný systém, který souvisí se souřadným systémem v patě robotu. Tyto souřadné systémy slouží pro definování pracovního prostoru robotu a definování poloh ostatních souřadných systémů jako je souřadný systém báze (base), který definuje polohu součásti vzhledem k světovému souřadnému systému. Souřadný systém nástroje (tool coordinate system - TCP) je definovaný na nástroji a je relativní vzhledem k base.

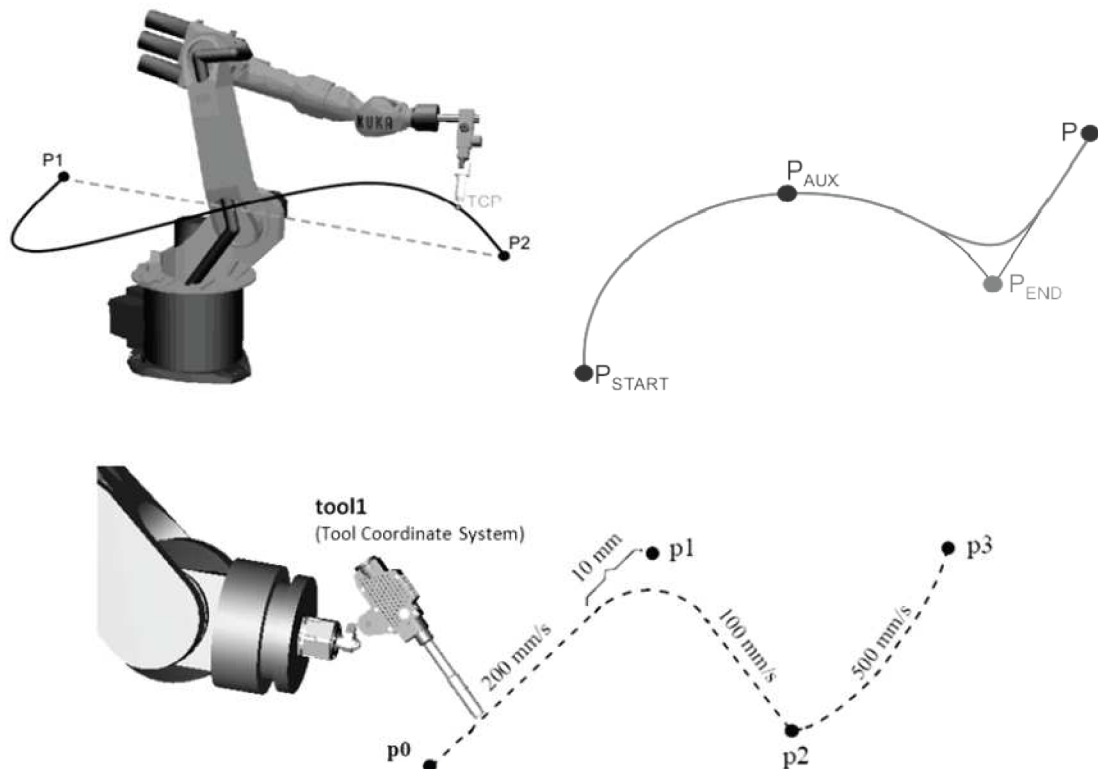


Obr.29 Souřadnicové systémy robotu [32].

Pro ovládání v ručním režimu lze robot ovládat dvěma režimy. Osově specifický pohyb umožňuje pohybovat individuálně každou osou v obou směrech pohybu. Druhá možnost je pohyb v kartézských souřadných systémech tj. světový, báze a souřadný systém nástroje. Zde je možné rozlišit několik druhů pohybů. Obecný pohyb je přesun z bodu P1 do P2 po co nejrychlejší trajektorii. V tomto případě neplatí, že nejkratší dráha je ta nejrychlejší, obecně se tedy nejedná o přímku. Dále je nutné podotknout, že dráha není předem známa, proto se používá jen pro pomocné polohování a tam kde nehrozí žádná kolize. Nejkratším pohybem z bodu do bodu je pohyb po přímce. Ten je definován dvěma



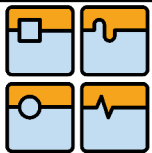
body a rychlostí pohybu. Kruhový pohyb je definován počátečním bodem, koncovým bodem a bodem definujícím oblouk. Složením těchto pohybů lze vytvořit program pro automatický režim, nevýhodou je, že při přibližování se do koncových bodů hodnota rychlosti a zrychlení klesá k nule. To způsobuje zastavování ve všech bodech a způsobuje zvyšování doby přesunu. Proto se používá aproximace pohybu. Aproximace způsobuje, že bodu není dosaženo, ale dojde jen k přiblížení, což nezpůsobuje zastavování v bodech, kde to není nutné a pozitivně ovlivní časy přesunu.



Obr.30 Různé trajektorie TCP [32].

Kartézské souřadné systémy se používají pro usnadnění programování. Použití osově specifického pohybu bylo nepraktické. Proto řídicí systém provádí transformaci souřadnic. V případě, kdy převádíme hodnoty jednotlivých os na kartézské, mluvíme o přímé transformaci v opačném případě se jedná o inverzní transformaci. Během přímé transformace může docházet k chybám. Chyby jsou způsobené některými body v pracovním prostoru, kterých lze dosáhnout několika konfiguracemi robotu (při různých hodnotách úhlu natočení na jednotlivých osách je dosaženo stejného bodu v prostoru).

Z velkého množství různých uspořádání polohovacího ústrojí se v dnešní době nejvíce uplatňují 2 druhy kinematiky. První je kinematika RRR s orientačním ústrojím typu RR nebo RRR. Jsou to tzv. antropomorfní 5-ti resp. 6-tiosé roboty. Tento typ má velmi širokou škálu aplikací, lze s ním provádět prakticky jakákoliv činnost v oblasti robotizace. Druhá je kinematika typu RRT typu SCARA kdy osy rotace a osa translace jsou navzájem rovnoběžné. Tento typ kinematiky bývá vybaven čtvrtou rotační osou, jejíž osa rotace je totožná nebo rovnoběžná s osou translačního pohybu. Čtvrtá osa slouží jako orientační ústrojí. Fyzicky je často translační pohyb realizován kuličkovým šroubem nebo je translační pohyb přesunut na "začátek" kinematického řetězce. To znamená, že ve svislém směru se pohybují obě ramena (TRR). Tento typ kinematiky je vhodný především pro pick



and place aplikace. Existuje i v upravené verzi s dvěma rameny. Tato verze umožňuje dosáhnout velmi vysokých rychlostí a zrychlení při zachování přesnosti [3], [4], [32].



Obr.31 Ukázka průmyslových robotů, zleva upravená SCARA verze, antropomorfní robot pro velká zatížení, antropomorfní robot pro střední zatížení, SCARA robot. [zdroj: ABB, Kuka, Stäubli]

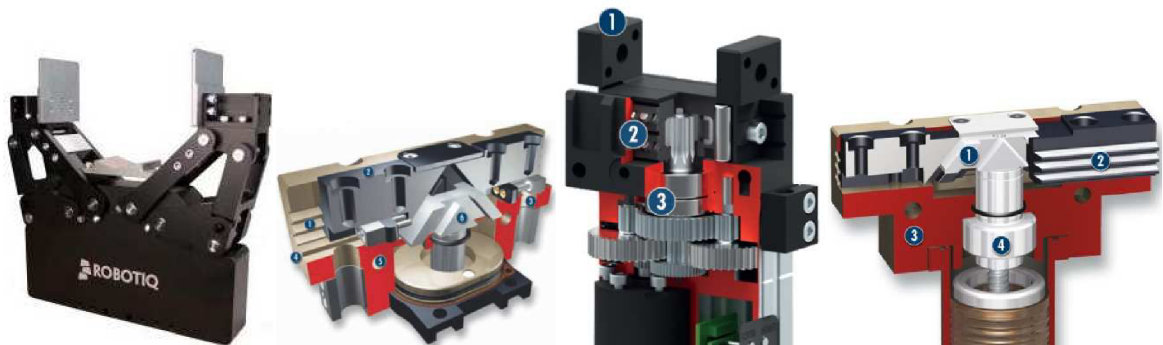
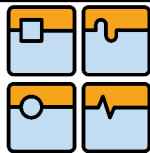
1.7 KONCOVÉ EFEKTORY

Koncový efektor je zařízení pro roboty, které zprostředkovává vazbu mezi robotem a uchopovaným objektem a tím umožňuje uchopení a manipulaci. Chapadla lze rozdělit podle principu funkce na mechanická, podtlaková, magnetická a speciální. Tyto kategorie lze rozdělit na pasivní, kdy nelze ovládat uchopovací síly a aktivní, které obsahují aktivní člen (motor), kterým lze měnit velikost uchopovací síly. Další rozdělení lze provést podle použití na úchopové, technologické, kombinované, měřicí a speciální hlavice. Dále budou rozebrána pouze úchopová chapadla.

1.7.1 MECHANICKÉ

Jsou nejpoužívanější koncové efektor pro manipulaci. Kontakt s manipulovaným předmětem zajišťují čelisti, které vytváří tvarovou nebo silovou vazbu. Čelisti jsou poháněny aktivním prvkem, kterým může být elektromotor, hydraulický nebo pneumatický přímočarý motor. Další dělení lze provést podle konstrukce na 2-čelist'ová, 3-čelist'ová, více-čelist'ová a úhlová.

2-čelist'ová chapadla jsou nejpoužívanější, protože jsou jednoduchá, levná a charakter ohybu čelistí je vhodný pro mnoho aplikací. Chapadlo se skládá z těla, pohonu, převodu vedení a jezdců, které se pohybují po vedení ve stejném směru, ale v opačném smyslu, tím je dosaženo pouze změny vzdálenosti mezi jezdcí. Jezdec je přizpůsoben pro snadnou montáž čelistí tvaru přizpůsobeného dané aplikaci. Jako pohon je nejpoužívanější pneumatický přímočarý motor. Převod slouží pro změnu směru pohybu a získání převodového poměru. Druh převodu je závislý na použitém pohonu. Klínový a pákový převod je vybaven pneumatickým nebo hydraulickým přímočarým pohonem, šroubový nebo převod s ozubenými koly je vybavený elektromotorem.



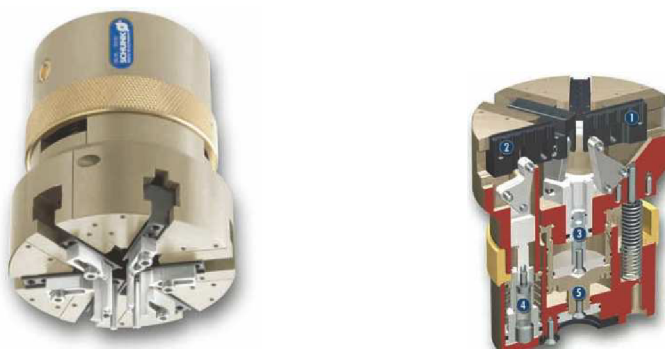
Obr.32 Ukázky mechanismů mechanických 2-čelistových koncových efektorů, zleva pákový, klínový, s ozubenými koly a šroubový. [zdroj: Schunk]

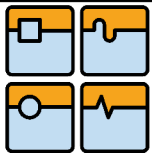
3-čelistová chapadla jsou konstrukčně velmi podobná 2-čelistovým, ale mají, jak napovídá název, 3 jezdcy pro připevnění čelistí, které jsou rozmístěny po 120°, což zlepšuje středící schopnosti oproti 2-čelistovým chapadlům. Zdvih chapadel bývá do 35mm a uchopovací síly až 38 kN.



Obr.33 Ukázky 3-čelistových koncových efektorů. [zdroj: Schunk]

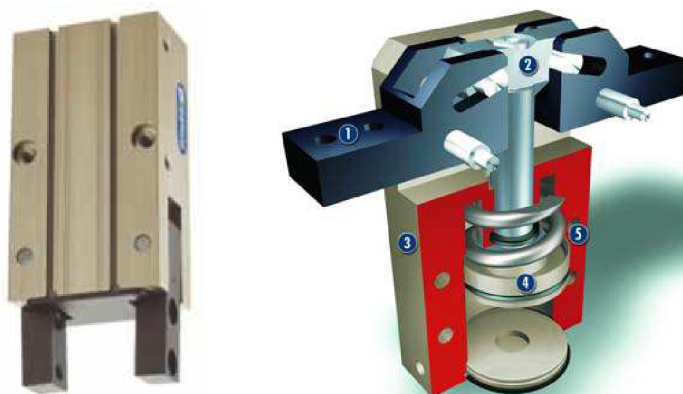
Více-čelistová chapadla se často nevyskytují, jedná se o speciální aplikace jak manipulační, tak technologické. Jako představitel této kategorie lze uvést 6-čelistové chapadlo pro montáž o-kroužků. Chapadlo má 2 trojce jezdců, které se mohou pohybovat nezávisle v axiálním směru. Funkce je naznačena na obrázku 34. Chapadlo nejprve o-kroužek uchopí a roztáhne na potřebnou hodnotu, pak se přesune do osy navlékané součásti a srovná rovinu o-kroužku a drážky tak, že splynou v jednu. Poté dojde k posunutí jedné trojce čelisti axiálním směrem, tím o-kroužek zapadne ve 3 místech do drážky. Pak se v axiálním směru odsunou i zbylé 3 čelisti a o-kroužek zapadne do drážky. S použitím speciálního trnu se montují i o-kroužky do vnitřních děr. Chapadlo umožňuje montáž kroužků velikostí 5 - 150 mm.





Obr.34 Koncový efektor pro montáž O-kroužků. [zdroj: Schunk]

Úhlová chapadla jsou charakteristická křivočarou dráhou čelistí. Parametr charakterizující chapadlo je úhel rozevření čelisti, které může být až 180° . Konstrukce obsahuje tělo, motor, převod (mechanismus) a čelisti. Převod bývá pákový nebo vačkový. Uchopovací moment dosahuje až 1 kNm [6], [23].



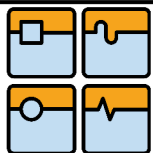
Obr.35 2-čelistové úhlové koncové efekторы. [zdroj: Schunk]

1.7.2 PODTLAKOVÉ

Podtlaková chapadla slouží pro uchopování plochých předmětů jako jsou plechy, desky, části karoserie, skla, apod. Konstrukce je velice jednoduchá, skládá se z těla a z pryžové přísavky. Uchopovací síla je dána plochou přísavky a rozdílem tlaku uvnitř přísavky a tlaku v okolí. Pasivní podtlaková přísavka si podtlak vytváří sama během kontaktu přísavky a manipulovaného předmětu. Uvolnění probíhá buď posunem přísavky ve směru kolmém na uchopovací sílu, to však může snižovat životnost přísavky nebo ventilu. Aktivní podtlaková přísavka pro svoji funkci potřebuje vývěvu, která vytváří podtlak v přísavce. Zatížitelnost může být až 1 kN [6], [23].

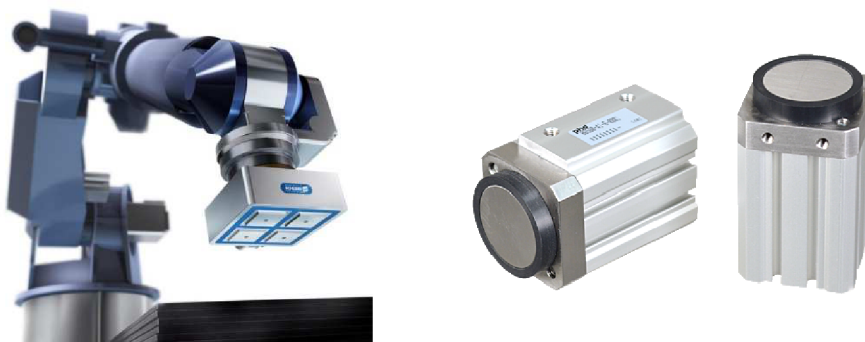


Obr.36 Podtlakové koncové efekторы. [zdroj: Schunk]



1.7.3 MAGNETICKÉ

Magnetická chapadla slouží pro uchopování magnetických dílů, což významně zužuje možnosti použití. Výhodou je jednoduchá konstrukce, která se skládá jen z magnetu a těla. Pasivní magnetická chapadla jsou osazena permanentními magnety. To způsobuje stejné problémy při uvolnění dílů jako u pasivních podtlakových chapadel. Uvolnění je provedeno strhnutím pohybem kolmým na uchopovací sílu. Zde může docházet k poškrábání manipulovaného předmětu nebo opotřebení chapadla. Aktivní magnetické chapadlo je vybaveno elektromagnetem, který je napájen dle potřeby a sílu lze regulovat proudem procházejícím smyčkou. Ale i u aktivních magnetických chapadel může docházet k problému s uvolněním dílu vlivem zmagnetování součásti, to lze řešit odmagnetováním [6], [23].



Obr.37 Magnetické koncové efekторы. [zdroj: Schunk]

1.8 SENZORY

Senzorika slouží jako vnímací systém automatických zařízení, podobně jako zrak, hmat, sluch, čich a chuť umožňuje člověku vnímat a rozpoznávat své okolí. Avšak v praxi je snaha sledovat činnost co nejjednodušším, ale plně funkčním způsobem. K tomu slouží snímače, které lze rozlišit několika způsoby. Nejčastější rozdělení je podle fyzikální podstaty funkce. Dále je lze rozdělit na dotykové a bezdotykové, pasivní a aktivní, atd. Snímače se napojují přímo do vstupů v PLC, které signál zpracuje.

1.8.1 INDUKČNÍ SNÍMAČE

Indukční snímače jsou bezdotykové a velmi často používané. Vyznačují se vysokou životností a spolehlivostí. Slouží pro detekci pouze kovových předmětů. Fungují tak, že snímač vytváří vysokofrekvenční elektromagnetické pole, které představuje aktivní zónu snímače. Je-li do aktivní zóny vložen kovový předmět, projeví se to poklesem energie pole, tím dojde k poklesu amplitudy kmitů což snímač zaznamená. Snímače mohou být s digitálním výstupem (hodnota výstupu je 0 nebo 1, což znamená jen přítomnost signálu nebo jeho absenci) anebo analogovým výstupem (změna napětí nebo proudu), což umožňuje například měření rozměru. Snímače se vyrábí v různých velikostech. Charakteristická veličina je jmenovitá spínací vzdálenost, která dosahuje až 120 mm běžně je to však kolem 2 mm. Tato vzdálenost je dosažena na vzorku definovaného materiálu za definovaných podmínek, reálná se proto může lišit. Dále také záleží na materiálu kovů. Snímač bývá válcového tvaru, kdy povrch je hladký nebo se závitem. Dále existují i v kvádrovém, kruhovém, hadicovém nebo štěrbinovém provedení. Dále existují jako vestavné nebo nevestavné. Při montáži vestavných snímačů musí být aktivní čelní plocha snímače zarovnána s rovinou montovaného místa. Dále je nutné dodržet vzdálenost mezi

snímačem a stěnou, kterou udává výrobce nebo při použití více snímačů dodržet vzdálenost danou výrobcem mezi snímači. Snímač umožňuje snímání předmětů s překážkou. To znamená, že lze mezi snímač a snímáný předmět vložit nekovový předmět [24], [25].



Obr.38 Různé druhy indukčních snímačů. [zdroj: IFM, Balluff]

1.8.2 KAPACITNÍ SNÍMAČE

Kapacitní snímače jsou bezdotykové snímače pro detekci kovových i nekovových předmětů. Jejich životnost je vysoká, ale spolehlivost je závislá na stálosti prostředí. Funkce je podobná jako u indukčních snímačů, ale snímač nevytváří magnetické pole, ale pole elektrické, které je ovlivňováno detekovaným předmětem, což snímač zaznamená. Spínací vzdálenost je rozmanitá, závisí na snímaném materiálu a snímači. Spínací vzdálenost u nevodivých materiálů závisí na dielektrických konstantách. Hodnota výstupu může být rovněž digitální nebo analogická. Pro spolehlivé snímání je nutné snímač pečlivě nastavit a zajistit neměnné okolní podmínky, protože i změna vlhkosti může ovlivnit detekci. Spínače mohou obsahovat různé funkce jako např. zvýšená odolnost proti rušení, rozšířený teplotní rozsah, nastavitelné zpoždění, apod. Snímače se vyrábí jako válcové provedení, se závitem, kvádrový, apod., podobně jako indukční jsou vestavné i nevstavné, umožňuje detekci s překážkou [24], [25].



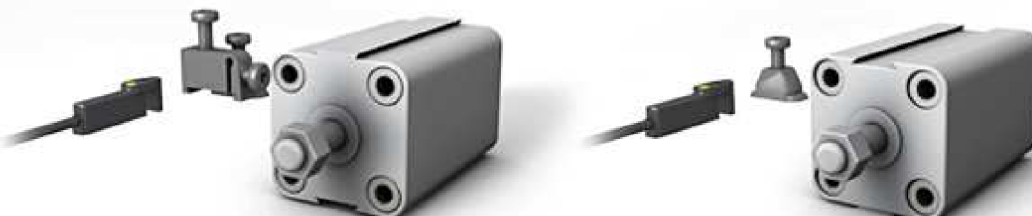
Obr.39 Ukázky kapacitních snímačů. [zdroj: IFM, Balluff]

1.8.3 MAGNETICKÉ SNÍMAČE

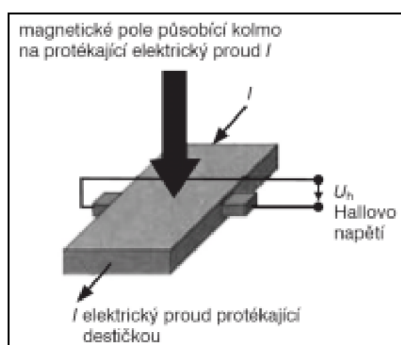
Magnetické snímače pracují na principu Hallova jevu, který popisuje vliv magnetického pole na směr toku elektrického proudu. Jedná se o rozdíl napětí na krajích vodiče, kterým protéká proud a je ovlivňován magnetickým tokem, který je kolmý na směr proudu viz obrázek 41 Snímač je opět bezdotykový a reaguje pouze na magnetické pole, proto snímáný objekt musí generovat magnetické pole. Výstupní hodnota může být digitální nebo analogická. Tvar může být jak válcový, tak válcový se závitem nebo kvádrový. Dosah až 100 mm. Vyznačují se vysokou spolehlivostí tam, kde nedochází k generování magnetického pole, nevhodné je použití v blízkosti elektrických motorů apod. Nejčastější



aplikace je pro snímání polohy pneumatických případně hydraulických pohonů. Tělo pohonu je buď z hliníkové slitiny nebo z austenitické nerez (magnetické). Magnetické pole, které snímač zachytí je vytvořeno zmagnetizováním pístitice nebo permanentním magnetem. Proto existují snímače přizpůsobené tvaru těla pohonu [24], [25].



Obr.40 Magnetické snímače pro pneumatické pohony [zdroj: Balluff]



Obr.41 Princip Hallova jevu [zdroj: Balluff]

1.8.4 OPTICKÉ SNÍMAČE

Optické senzory se oproti snímačům uvedeným v předchozím textu vyznačují velkými spínacími vzdálenostmi. Snímače mají 2 části. Jedna pracuje jak zdroj světla a druhá jako detektor. Zdroj vytváří paprsek světla o definované vlnové délce, na který reaguje detektor, ten funguje na principu fotodiody. Fotodioda je polovodič, který vede nebo nevede elektrický proud v závislosti na intenzitě dopadeného světla. Optické senzory jsou velmi citlivé na čistotu prostředí (prach, vlhkost, mlha, apod.) a na světelném spektru procházející prostředím. V podstatě je zle rozdělit do 3 skupin, které lze dále dělit podle dalších kritérií.

První ze skupiny jsou snímače, které mají oddělený zdroj od detektoru, tzv. jednocestná světelná závora. Tyto snímače mají dosah až 80 m. U těchto snímačů je nutné dodržet aby osa zdroje a detektoru byly shodné.

Další skupinou jsou snímače, které mají pracují jako zdroj i detektor a pro nasměrování světla zpět do detektoru je použito různých odražečů. Odražeče jsou navrženy tak, aby byly schopny paprsek odrazit do detektoru i pokud normála odražeče není totožná s osou zdroje. Snímače umožňují měření vzdálenosti a dosah bývá až 80 m.

Posledním typem jsou tzv. difuzní snímače. Tyto snímače jsou konstrukcí podobné předchozí skupině, ale nepotřebují odražeče, ale stačí jim světlo odražené od detekovaného předmětu. Tato skupina snímačů je velice citlivá na úhlu ploch sloužící k odražení. Snímače rovněž umožňují měření vzdálenosti s dosahem až 80 m [24], [25].



Obr.42 Optické snímače. [zdroj: IFM, Balluff]

1.8.5 MECHANICKÉ SPÍNAČE

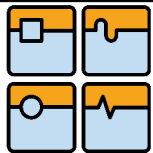
Mechanické spínače pracují fungují na mechanickém principu a to spojením 2 kontaktů pomocí síly. Tímto se uzavře obvod a začne procházet proud. To je jejich nevýhoda, protože kontakty se opotřebovávají a určují tím životnost spínače, ta je u mechanických spínačů obecně menší než u bezdotykových. Z principu funkce vyplývá, že jsou méně odolné proti kapalinám, prachu, případně otřesům, apod. a jsou rozměrnější. Jejich výhody jsou v prakticky nulovém odporu v sepnutém stavu, nekonečném odporu v stavu rozepnutém, možnost spínání vyšších proudů, apod. Mechanické spínače lze rozdělit na spínací, rozpínací, přepínací a mžikové (rychlost sepnutí nezávisí na rychlosti síly). Mechanické snímače se nejčastěji používají jako koncové [24], [25].



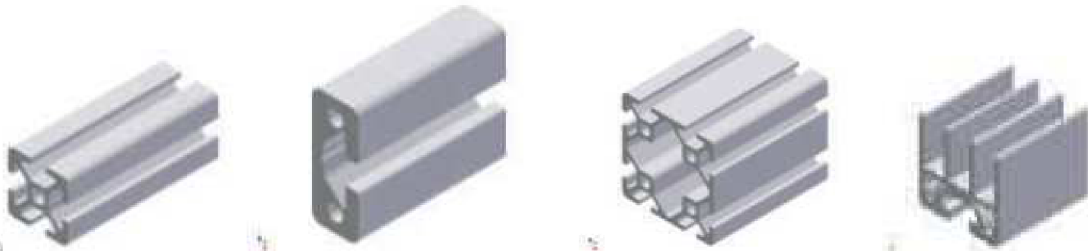
Obr.43 Mechanické polohové spínače. [zdroj: IFM, Balluff]

1.9 STAVEBNÍ PRVKY RÁMŮ

Profily z hliníkové slitiny jsou používány především pro méně náročné aplikace jako jsou regály, vozíky nebo pro stavbu lehké manipulační techniky. Společně s různými druhy spojovacích prvků tvoří stavebnici. Profily mají různé tvary podle druhu aplikace. Některé druhy jsou na obrázku 44 [25].



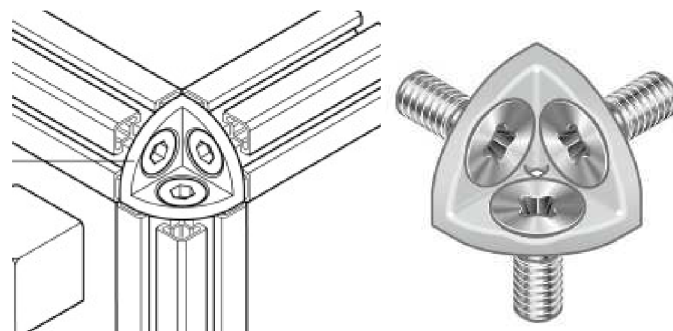
DIPLOMOVÁ PRÁCE



Obr.44 Různé druhy Al-profilů. [zdroj: Bosch Rexroth]

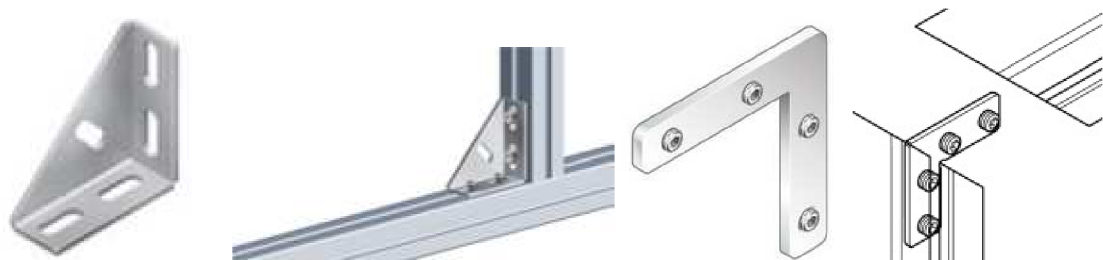
Z obrázku jsou patrné drážky, které slouží k připojování spojovacích prvků nebo jiných zařízení. Profily jsou navrženy tak, aby měly co největší moment setrvačnosti ale zároveň co nejmenší hmotnost.

Spojování je možno provádět několika způsoby v závislosti na zatížení nebo tuhosti. První způsob je ten, kdy je v kraji profilu vyvrtána díra pro šroub, který je zašroubován do čela dalšího profilu kdy je v ose profilu vytvořen závit. Další možností je rohový držák. Rohový držák je pomocí šroubu přišroubován k středu profilu. Spojení je výhodné z prostorového hlediska, ale pevnost a tuhost spojení je nízká.



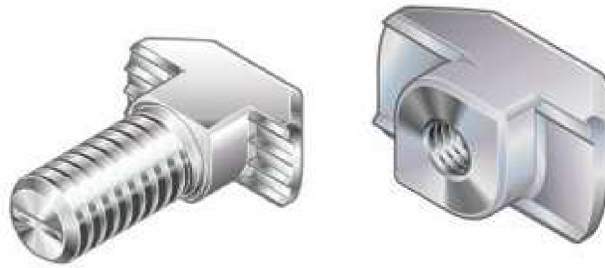
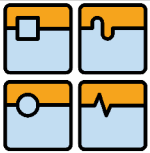
Obr.45 Rohové spojení profilů. [zdroj: Bosch Rexroth]

Úhelník je spojen pomocí šroubu a matice s drážkou profilu. V některých případech může být spojení nevhodné (regály), kdy by úhelník mohl způsobit omezený přístup. Nebo je možno použít úhelník, který je přišroubován k profilu z boční strany. V tomto případě je však nutná úprava profilů. Výhoda spojení úhelníkem je přenos velkých sil a velká tuhost v porovnání s rohovým držákem.



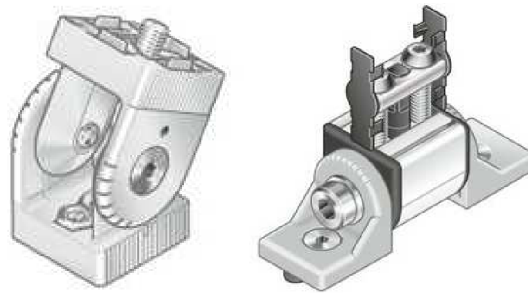
Obr.46 Úhelníky pro spojení profilů. [zdroj: Bosch Rexroth]

T-matice, T-šrouby jsou spojovací prvky přizpůsobené pro drážky v profilech.

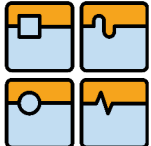


Obr.47 Šroubek a matice pro drážku profilu [zdroj: Bosch Rexroth]

Pohyblivé spojení pomocí kloubů, které jsou k profilům připevněny stejně jako úhelníky a to pomocí T-šroubů nebo T-matic [27].



Obr.48 Čelní kloubové spojení profilů [zdroj: Bosch Rexroth]

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 38
	DIPLOMOVÁ PRÁCE	

POUŽITÉ INFORMAČNÍ ZDROJE

- [1] CHVÁLA, Břetislav. *Mechanizace a automatizace obráběcích strojů: vysokoškolská učebnice pro strojní fakulty*. 1. vyd. Praha: Nakladatelství technické literatury, 1970, 310 s.
- [2] JACHIMOVIČ, Vladimír Aleksandrovič. *Orientační mechanismy montážních automatů a robotů*. 1. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1980, 129 s.
- [3] KOLÍBAL, Zdeněk. *Průmyslové roboty I. Konstrukce průmyslových robotů a manipulátorů. PRaM*. 1. vyd. Brno: VUT Brno, 1993, 189 s. ISBN 80-214-0526-0.
- [4] KNOFLÍČEK, Radek. VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ, Fakulta strojního inženýrství, Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky. *Roboty a pružné výrobní systémy: Studijní opora*. Brno, 2004.
- [5] ŠVARCOVÁ, Jena. *Ekonomie: stručný přehled : teorie a praxe aktuálně a v souvislostech*. Vyd. pro rok 2004/2005. Zlín: CEED, 2004, 295 s. ISBN 80-902552-9-9.
- [6] ČERNÝ, J. *Manipulační operace s průmyslovými roboty*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2013. 56 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Aleš Pochylý.
- [7] Rox [on-line]. [citováno 2015-03-8]. Dostupné z: <http://www.rox.cz/vyrobky0210-kruhove_vibracni_zasobniky.php>.
- [8] Liborkriz [on-line]. [citováno 2015-03-8]. Dostupné z: <<http://liborkriz.eu/cz/produkt/vibracni-kruhove-zasobniky.html>>.
- [9] Vondra-vondra [on-line]. [citováno 2015-03-8]. Dostupné z: <<http://www.vondra-vondra.cz/cz/katalog/98-predzasobniky/383-vibracni-predzasobniky-vp/>>.
- [10] Hiwin [on-line]. [citováno 2015-03-10]. Dostupné z: <<http://www.hiwin.cz/cz/produkty/linearni-vedeni>>.
- [11] THK [on-line]. [citováno 2015-03-10]. Dostupné z: <https://tech.thk.com/index_en.php>.
- [12] SKF [on-line]. [citováno 2015-03-11]. Dostupné z: <<http://www.skf.com/group/products/linear-motion/linear-guides-and-tables/profile-rail-guides/profile-rail-guide-llt/index.html>>.
- [13] Matis [on-line]. [citováno 2015-03-12]. Dostupné z: <<http://www.matis.cz/cs/kategorie/kulickova-pouzdra>>.
- [14] Norgren [on-line]. [citováno 2015-03-12]. Dostupné z: <<http://store.norgren.com/cz/cs/Default.aspx>>.

[15]	Festo [on-line]. [citováno 2015-03-12]. Dostupné z: < https://www.festo.com/cms/cs_cz/9457.htm >.	<
[16]	IAI [on-line]. [citováno 2015-03-20]. Dostupné z: < http://www.intelligentactuator.com/product-overview-new/ >.	<
[17]	Expert-tuenkers [on-line]. [citováno 2015-03-20]. Dostupné z: < http://www.expert-tuenkers.com/products/rotary-tables-trunnion-drives/mn_44497 >.	<
[18]	Stasto [on-line]. [citováno 2015-03-20]. Dostupné z: < http://www.stasto.cz/katalog/komponenty-pro-automatizaci-polohovaci-a-montazni-zarizeni-hlinikovy-profilovy-system-p08.aspx >.	<
[19]	Haberkorn [on-line]. [citováno 2015-03-20]. Dostupné z: < http://www.haberkorn.cz/standardni-pasove-dopravniky/ >.	<
[20]	Verva-tech [on-line]. [citováno 2015-03-22]. Dostupné z: < http://www.verva-tech.cz/produkty/pasove-dopravniky >.	<
[21]	TMT [on-line]. [citováno 2015-03-22]. Dostupné z: < http://www.verva-tech.cz/produkty/pasove-dopravnik >.	<
[22]	CMSA [on-line]. [citováno 2015-03-22]. Dostupné z: < http://www.cmsa.cz >.	<
[23]	Schunk [on-line]. [citováno 2015-04-1]. Dostupné z: < http://www.cz.schunk.com/schunk/index.html?country=CZE >.	<
[24]	Ifm [on-line]. [citováno 2015-04-1]. Dostupné z: < https://www.ifm.com/ifmcz/web/pmain/010.html >.	<
[25]	Balluff [on-line]. [citováno 2015-04-2]. Dostupné z: < http://www.balluff.com/balluff/MCZ/cs/products/1629.jsp >.	<
[26]	Odbornecasopisy [on-line]. [citováno 2015-04-2]. Dostupné z: < http://www.odbornecasopisy.cz/elektro/casopis/tema/objev-spinoveho-hallovajeju-v-polovodicovem-cipu--13593 >.	<
[27]	Bosch Rexroth [on-line]. [citováno 2015-04-15]. Dostupné z: < https://www.boschrexroth.com/irj/portal/anonymou?NavigationTarget=navurl://4a6b250cb9ab9f481719970fe503bf70&InitialNodeFirstLevel=true >.	<
[28]	Stasto [on-line]. [citováno 2015-04-15]. Dostupné z: < http://www.stasto.cz/data.aspx?data=181d50d5-cf4d-41b0-9fcd-fb2401891af6 >.	<
[29]	Norgren [on-line]. [citováno 2015-04-15]. Dostupné z: < http://cdn.norgren.com/pdf/N_en_1_5_021_RM_8000_M.pdf >.	<
[30]	Eppplasty [on-line]. [citováno 2015-04-20]. Dostupné z: < http://www.eppplasty.cz/pdf/PA6.pdf >.	<
[31]	Mitsubishi [on-line]. [citováno 2015-04-20]. Dostupné z < http://www.koninghartman.nl/UserFiles/Mitsubishirobotcatalogus2010.pdf >.	<

- [32] BLECHA, Petr, Zdeněk KOLÍBAL, Radek KNOFLÍČEK, Aleš POCHYLÝ, Tomáš KUBELA, Radim BLECHA a Tomáš BŘEZINA. *Mechatronika: Modul 10: Robotika* [online]. 2011 [cit. 2015-02-25]. Dostupné z: <<https://www.tu-chemnitz.de/mb/WerkzMasch/forschung/verbundprojekte/minos/cz/download/Webseite/Modul%2010/uebungsbuch.pdf>>
- [33] Norgren [on-line]. [citováno 2015-05-20]. Dostupné z <<http://cdn.norgren.com/pdf/8.240.300.pdf>>.
- [34] *Norgren* [on-line]. [citováno 2015-05-20]. Dostupné z <<http://cdn.norgren.com/pdf/8.160.400.pdf>>.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr.1	Typy nádob kruhových vibračních podavačů z leva válcový, kuželový a stupňovitý.....	12
Obr.2	Vlevo pohon vibračního podavače, vpravo orientace levé a pravé nádoby.....	13
Obr.3	Typy přímočarých vibračních podavačů.....	13
Obr.4	Vlevo předzásobník, vpravo ukázka předzásobníků a podavačů na reálné aplikaci.....	14
Obr.5	Válečkové valivé vedení.....	15
Obr.6	Ukázky kuličkových vedení, vlevo miniaturní vedení, vpravo různé úhly styku vozíku a vedení prostřednictvím kuliček.....	15
Obr.7	Různé druhy kuličkových pouzder.....	16
Obr.8	Pneumatický přímočarý pohon s příslušenstvím pro upevnění.....	17
Obr.9	Zleva kruhový přímočarý pohon, pohon pro malé zdvihy a bez pístnicový pohon.....	17
Obr.10	Princip rotačního pneumatického pohonu. Vlevo typ s přepážkou, vpravo typ s hřebenem a pastorkem.....	18
Obr.11	Ukázka pneumatických pohonů pro rotační pohyb.....	18
Obr.12	Pneumatický indexační stůl.....	18
Obr.13	Ventilový terminál.....	19
Obr.14	Prvky pro ventilové terminály.....	19
Obr.15	Bloky pro ventilové terminály.....	19
Obr.16	Vlevo bloky ventilových ostrovů, vpravo ukázka ventilových ostrovů.....	20
Obr.17	Modulární jednotky pro úpravu vzduchu.....	20
Obr.18	Různé druhy NC aktuátorů.....	21
Obr.19	Ukázka rotačních NC os.....	22
Obr.20	Vačkový mechanismus indexačního stolu.....	23
Obr.21	Indexační stůl.....	23
Obr.22	Pásové dopravníky.....	24
Obr.23	Podvěsné dopravníky.....	24
Obr.24	Válečkové tratě, vpravo křižovatka s otočným segmentem.....	24
Obr.25	Pracovní prostory základních kinematik polohovacího ústrojí.....	25
Obr.26	Harmonická převodovka.....	26
Obr.27	Vlevo schéma řízení robotu, vpravo ovládací panely pro obsluhu robotu...26	
Obr.28	Vlevo simulace robotizovaného pracoviště, vpravo on-line programování robotu.....	27
Obr.29	Souřadnicové systémy robotu.....	27
Obr.30	Různé trajektorie TCP.....	28
Obr.31	Ukázka průmyslových robotů, zleva upravená SCARA verze, antropomorfní robot pro velká zatížení, antropomorfní robot pro střední zatížení, SCARA robot.....	29

Obr.32	Ukázky mechanismů mechanických 2-čelistových koncových efektorů, zleva pákový, klínový, s ozubenými koly a šroubový.....	30
Obr.33	Ukázky 3-čelistových koncových efektorů.....	30
Obr.34	Koncový efektor pro montáž O-kroužků.....	31
Obr.35	2-čelistové úhlové koncové efektor.....	31
Obr.36	Podtlakové koncové efektor.....	31
Obr.37	Magnetické koncové efektor.....	32
Obr.38	Různé druhy indukčních snímačů.....	33
Obr.39	Ukázky kapacitních snímačů.....	33
Obr.40	Magnetické snímače pro pneumatické pohony.....	34
Obr.41	Princip Hallova jevu.....	34
Obr.42	Optické snímače.....	35
Obr.43	Mechanické polohové spínače.....	35
Obr.44	Různé druhy Al-profilů.....	36
Obr.45	Rohové spojení profilů.....	36
Obr.46	Úhelníky pro spojení profilů.....	36
Obr.47	Šroubek a matice pro drážku profilu.....	37
Obr.48	Čelní kloubové spojení profilů.....	37