

Stredná odborná škola – Szakközépiskola Ul. 1. mája 1, Hurbanovo

Automatizácia strojárskej výroby

Študijný materiál pre študentov nastavbového štúdia

Odbor : **strojárstvo**



Zostavil : Ing. Benjamín Papp

Čo je automatizácia?

Rastúca cena ľudskej práce, zvyšujú sa požiadavky na kvalitu a spoľahlivosť výrobkov a ručná práca už nestačí na udržanie vysokého stupňa kvality. Výroba musí pružne reagovať na tieto faktory.

Manuálna práca – *človek ťažko pracuje, riadi činnosť, kontroluje činnosť.*

Mechanizácia – *mechanizmy vykonávajú za človeka obťažnú prácu, človek riadi a kontroluje prácu.* Mechanizácia činností výrobného procesu je predstupňom automatizácie.

Automatizácia - *„múdre“ stroje pracujú, riadia a kontrolujú činnosť podľa pokynov človeka.* Neustále zlepšenie mechanizácie viedlo k položeniu základov **pevnej automatizácie**. Automatizácia nižšieho stupňa (automatizovali len jednotlivé časti výroby bez ich komplexného riešenia a integrácie), používali mechanické - vačkové, náražkové riadenie. Na začiatku boli mechanické automaty ako napr. revolverový sústruh.

Éra **pružnej automatizácie** (1957) bola zahájená zavedením číslicovo riadených obrábacích strojov (**NC** – Numerical Control) pri ktorých všetky údaje na obrábanie kódovali na diernu pásku, mg pásku.

Rozvojom výpočtovej techniky (1970) vzniklo počítačové číslicové riadenie - **CNC** systémy (Computer Numerical Control), kde signály sú spracované číslicovými počítačmi, majú širší rozsah v programovaní, rýchlejšia príprava stroja na výrobu iného výrobku.

Vyšší stupeň automatizácie predstavujú **Pružné výrobné systémy - pružné výrobné bunky** s prepojením zásobníkov z transportných systémov, **pružné výrobné linky**.

Najvyšší stupeň automatizácie výrobného procesu predstavuje **počítačom integrovaná výroba (CIM)** s prepojením toku dát a s digitalizovanou dokumentáciou.

Automatizácia predstavuje najvyšší vývojový stupeň techniky. Cieľom je vyčleniť človeka z výrobného procesu prenesením riadiacich a regulačných funkcií na samotné výrobné zariadenia.

Vplyvy a efekty automatizácie:

- zvýšenie produktivity práce (nepretržitá práca, väčšia produkcia)
- zvýšenie akosti výroby (neúnavne pracujú, rovnakou presnosťou)
- úspora pracovníkov (vo výrobe je potrebné menej pracovníkov)

- flexibilita (pružné reagovanie na zmeny)
- humanizácia práce (človek nemusí robiť monotónne činnosti, pracovať v nebezpečnom prostredí)

Čo môžeme automatizovať ?

V bežnom živote často sa stretujeme s prvkami automatizácie - ako sa otvárajú dvere v supermarketoch, dopravný pás pri pokladni, závory pri železničných prejazdoch, kúrenie plynovým kotlom atď.

V strojárskkej výrobe môžeme automatizovať:

Predvýrobné etapy – návrh konštrukčnej dokumentácie (CAD systémy)

– návrh technologickej dokumentácie, technická príprava
(CAPP systémy) (CAPP – Computer Aided Process Planning)

Výrobné etapy – technologické procesy (obrábanie, zváranie, tvárnenie)

Technologický proces sa uskutočňuje na výrobných zariadeniach (*obrábacie stroje, tvárniace stroje a pod.*), pomocou nástrojov (*rezné nástroje, tvárniace nástroje a pod.*) a iných pomocných zariadení (*prípravky*) s vhodne volenými technologickými podmienkami (*posuv, otáčky, hĺbka rezu, geometria rezného nástroja, použitie reznej kvapaliny a pod.*)

– medzioperačnú dopravu, manipuláciu a skladovanie

(prísun a odsun polotovarov, súčiastok a nástrojov)

– monitorizáciu a diagnostiku zariadení a výrobného procesu

(snímače, blokovacie prvky)

Povýrobné etapy – kontrolný subsystém (napr. bezdotykové meranie)

– dopravné subsystémy (tok materiálu, napr. indukčným vozíkom)

– skladový systém (výstupné sklady)

Automatizácia strojárskkej výroby (ASV)

Automatizácia strojárskkej výroby obsahuje komplex otázok, ktorému musí predchádzať zvládnutie poznatkov zo strojárskych technológií, výrobných prostriedkov, organizácie a riadenia výroby ako i automatizačnej, regulačnej a počítačovej techniky.

Pri zavádzaní automatizácie do výrobného procesu je nutné splniť nasledujúce **predpoklady**:

- vysoká úroveň mechanizácie
- dokonalé poznanie výrobného procesu
- dokonalá meracia technika vhodná pre automatizovanú prevádzku
- dostupnosť automatizačných prostriedkov s vyhovujúcou presnosťou a spoľahlivosťou

a vyriešiť nasledovné úlohy :

- voľba technológie výroby
- voľba výrobného postupu
- výber výrobných a pomocných zariadení
- automatizácia materiálového toku
- automatizácia nástrojového toku
- riadenie výrobného procesu

Výrobu je možné na základe vyrábaného sortimentu, počtu vyrábaných súčiastok rozdeliť na:

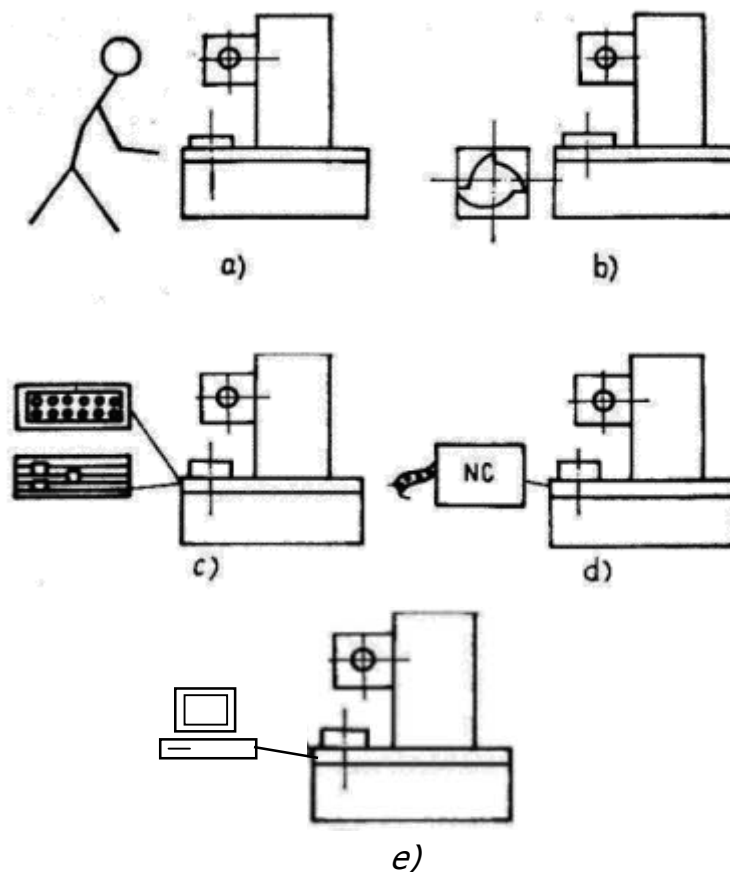
- kusovú
- malosériovú
- veľkosériovú
- hromadnú

Hromadná výroba sa vyznačuje ustáleným výrobným programom a jednoúčelovými strojmi, výroba sa nemusí často prestavovať na iný sortiment. Linky majú vysokú stabilitu výroby. Prechod na iný sortiment len s vysokými nákladmi. Jedná sa o lacnú metódu presnej výroby súčiastok. Používané automatizované prostriedky : *automaty riadené vačkami, náražkový systém riadenia, automatické výrobné linky.* -> **Tvrdá automatizácia.**

Naopak v malosériovej výrobe sa často mení výrobný sortiment. Je vhodné použiť také prostriedky automatizácie, ktoré umožňujú pružne reagovať na zmeny výroby: *prestavitel'né viacúčelové výrobné stroje, číslicovo riadené stroje (NC), obrábacie centrá.* -> **Pružná automatizácia**

Spôsoby riadenia výrobného stroja:

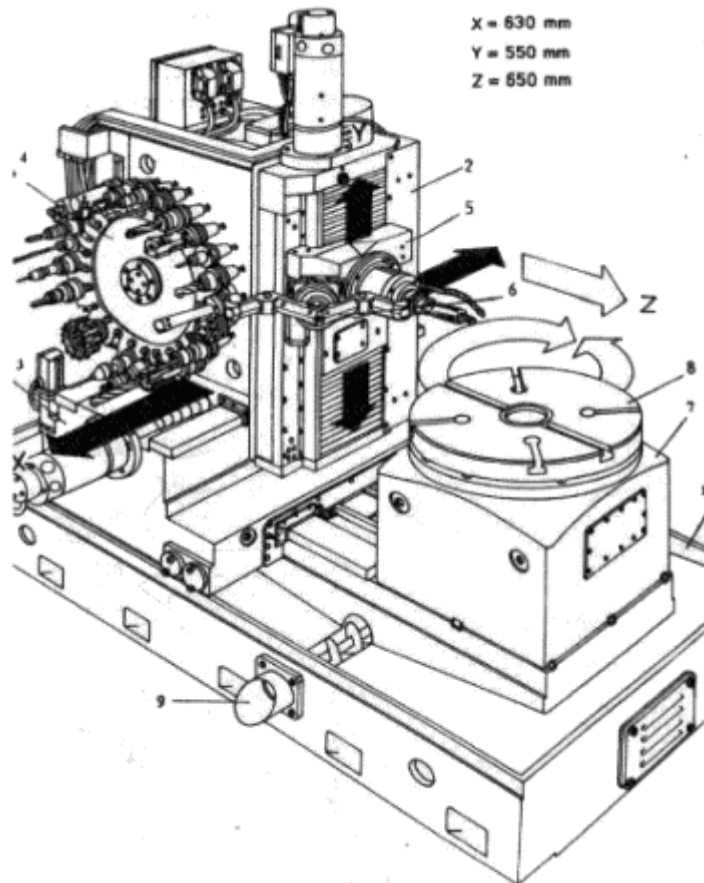
- človekom (Obr.5.a),
- pomocou pevných pamätí (vačky, šablony, vačkové bubny) (Obr.5.b),
- pomocou pružných pamätí (nastaviteľné náražky, krížové voliče a pod.) (Obr.5.c),
- pomocou pružných pamäťových médií (dierne a magnetické pásky) (Obr.5.d).
- počítačové číslicové riadenie (CD, DVD) (Obr.5.e).



Obr.5 Spôsoby riadenia výrobného zariadenia (obrábacieho stroja)

Obrábacie centrá

Obrábacie centrá sú predurčené na obrábanie skriňových súčiastok. Vyznačujú sa veľkou koncentráciou operácií. Obrábanie sa uskutočňuje pri jednom upnutí súčiastky. Sú vybavené kruhovými alebo reťazovými zásobníkmi nástrojov, ktoré sa podľa potreby automaticky vymieňajú.

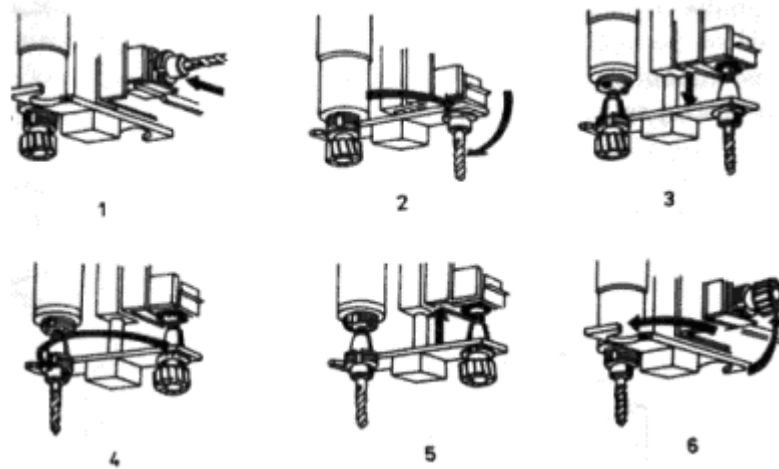


Obr.7 Obrábacie centrum TC-1 Burr

Hlavné časti obrábacieho centra sú:

1. *stojan,*
2. *stojan,*
3. *lôžko stojana,*
4. *zásobník rezných nástrojov,*
5. *priečnik s vretenom,*
6. *manipulátor na výmenu nástrojov medzi vretenníkom a zásobníkom,*
7. *stojan stola,*
8. *kruhový stôl.*

Dôležitá činnosť u obrábacích strojov je *automatická výmena nástrojov*. Je riadená riadiacim systémom stroja. K najefektívnejším a najznámejším patrí výmena zobrazená na obr.



Obr. Výmena nástroja medzi zásobníkom a vretenom na obrábacom centre

Vertikálne obrábacie centrá



Horizontálne obrábacie centrá



Portálové obrábacie centrá

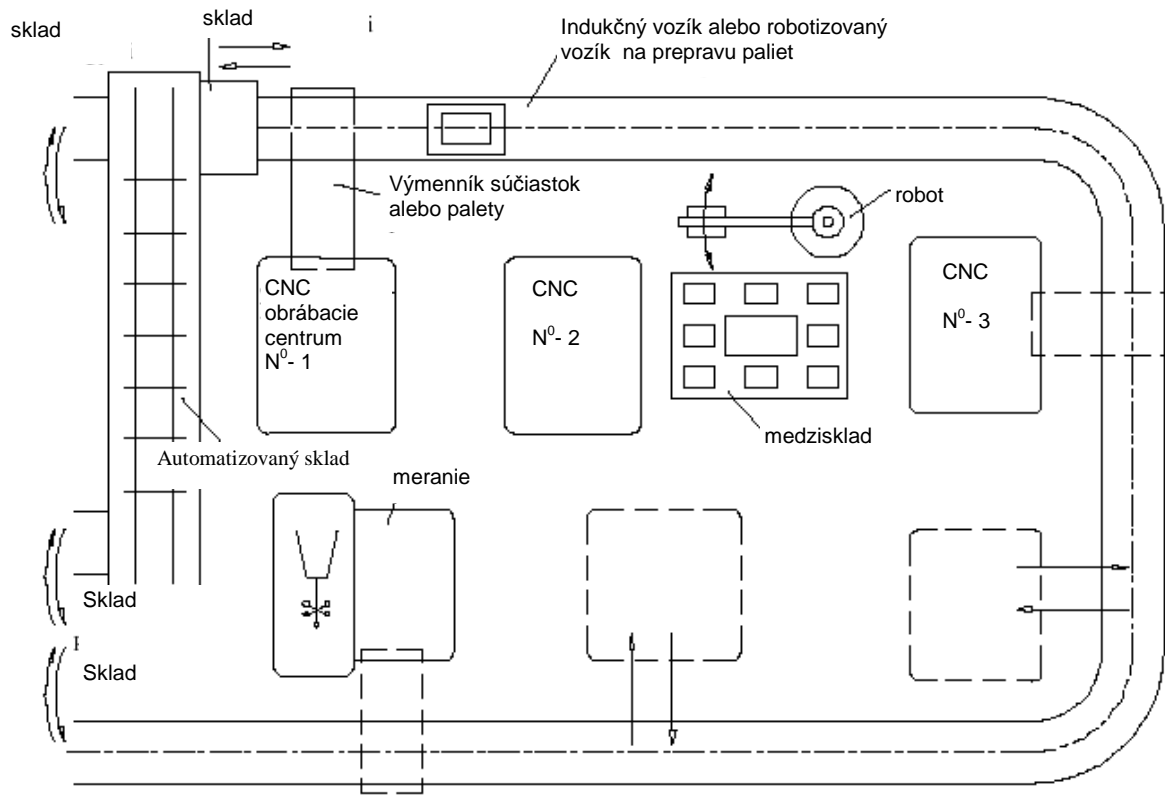


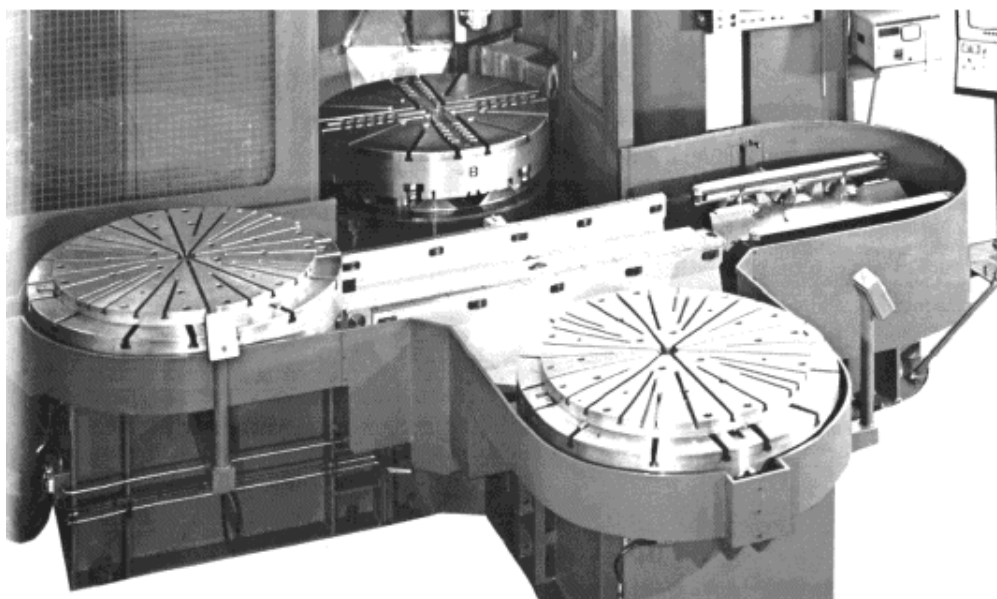
Vysokorychlostné obrábacie centrá pre kompletne obrábanie lisovacích nástrojov, foriem a zápustiek pre prevádzky nástrojární (tj. automobilový, letecký, počítačový priemysel a plastikársky priemysel).

Pružný výrobný systém (PVS) je jedno alebo viacero technologických zariadení (CNC stroje) sú stavané modulárne preto sa dajú doplňovať, či meniť. Tento systém dokáže pružne reagovať na zmenu sortimentu v rámci určitých hodnôt. Po zmene riadiacich informácií (dátovej základne programu) je schopný vyrábať iný typ súčiastok. Pokiaľ dôjde k zastavení jednej fázy výroby, ďalšie časti PVS môžu ďalej produkovať.

K PVS patrí automatizovaný dopravno – skladovací systém (dopravné, skladovacie zariadenia, zariadenia na ukladanie, ochranu a dočasné uloženie hotových a rozpracovaných súčiastok (technologické palety).

CNC stroje





Obr. Posuvný a otočný stôl na upnutie technologických paliet v rámci CNC vertikálneho sústruhu

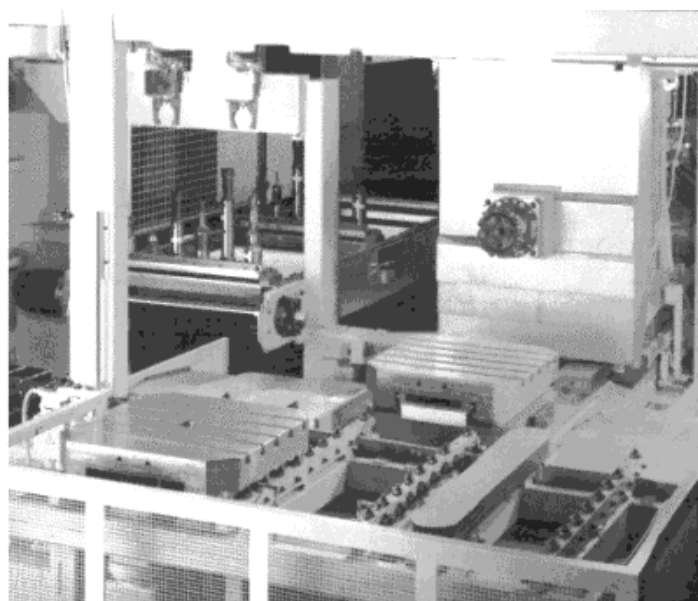


Obr. Mobilný robotizovaný skladovací systém

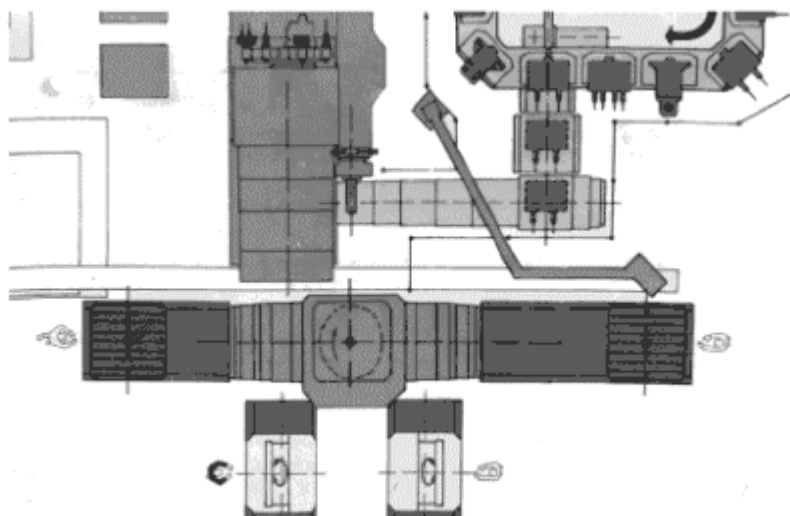
Pružné výrobné systémy sa delia na:

Pružné výrobné bunky

Pružná výrobná bunka sa skladá z technologického zariadenia s programovým riadením s prostriedkami automatizácie technologického procesu, ktorý pracuje autonómne. Realizujú sa rozličné cykly s možnosťou napojenia na systém vyššej úrovne. Prostriedkami automatizácie sú zásobníky obrobkov s technologickými paletami, upínacie zariadenia, zariadenia na výmenu nástrojov odstraňovanie odpadu a diagnostiku. Pružná výrobná bunka sa často spája s priemyselným robotom, čím vzniká robotizovaný technologický komplex.



Obr. Pružná výrobná bunka



Obr. Pružná výrobná bunka

Pružná automatická linka

Pružná automatická linka je pružný výrobný systém. Obsahuje niekoľko výrobných buniek, ktoré sú usporiadané v technologickom slede (t.j. podľa sledu technologických operácií v technologickom postupe.) Linka obsahuje niekoľko výrobných buniek, ktoré sú riadené jedným riadiacim systémom

Počítačom integrovaná výroba (CIM)

Je to spojenie automatizovaných strojov a buniek so systémami na automatizáciu inžinierskych prác t.j. jednotlivé dielčie úseky výrobného procesu sa navzájom prepojujú tokom dát a tradičná písomná výrobná dokumentácia je nahradzovaná digitalizovanou dokumentáciou (bezdokumentačný styk).

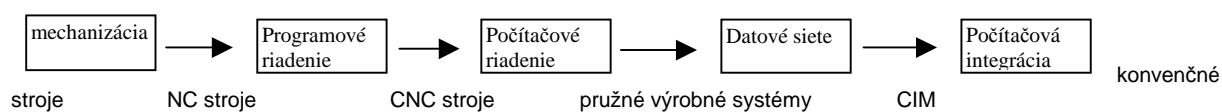




Porovnanie spôsobov uskutočnenia výrobných úkonov

Výrobný úkon	Výrobné zariadenie			
	Neautomatizované stroje	NC stroje	Obrábacie centrum	PVS
Premiestnenie súčiastky k stroju	ručne	ručne	ručne	automaticky
Upnutie súčiastky na stroj	ručne	ručne	ručne	automaticky
Výber a nastavenie nástroja	ručne	ručne	automaticky	automaticky
Výber a nastavenie rýchlosti	ručne	automaticky	automaticky	automaticky
Riadenie posuvu	ručne	automaticky	automaticky	automaticky
Riadenie pohybu nástroja	ručne	automaticky	automaticky	automaticky
Odoberanie súčiastky zo stroja	ručne	ručne	ručne	automaticky

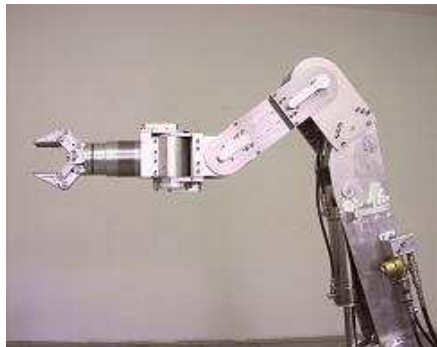
Zhrnutie vývoja automatizácie



Manipulátory a roboty

V etape intenzívnej realizácie komplexnej automatizácie výroby majú významné postavenie aj prostriedky pre automatizovanú operačnú manipuláciu – **priemyselné manipulátory a roboty**.

Manipulátory - človekom riadený mechanický systém ramien, vykoná priestorovú transformáciu ľudskej ruky. Samostatne nie je schopný opakovať pohyby. (*používajú ich napr. pri manipulácii s rádioaktívnymi a jedovatými látkami.*)



Roboty – automatické zariadenie, počítačom riadený integrovaný systém, schopné reagovať na podnety okolia a na toto okolie spätne pôsobiť podľa inštrukcií človeka. Jednotlivé **generácie** sa značne odlišujú svojimi pracovnými schopnosťami.

Roboty 1. generácie – programom riadený, bez spätnej väzby (nemá senzory)

Roboty 2. generácie – vybavený senzormi, pohyby sú riadené v súvislosti momentálnej situácie

Roboty 3. generácie – s umelou inteligenciou, komplexná senzorika, spoznanie tvaru a prostredia, samostatné rozhodovanie, rieši zložitejšie úlohy



Roboty majú 3 **subsystémy** (podsystémy):

- Senzorický subsystém (služi na získavanie informácií)
- Riadiaci a rozhodovací subsystém (funguje podľa programu a podľa analýzy informácií senzorického subsystému)
- Motorický subsystém (zodpovedný za pohyb)

Typy robotov :

Stacionárne – napevno sú pripojené ku konštrukcií.

Mobilné – kolesové, pásové, chodiace, kombinované, lietajúce

Navigácia :

Vodiacími čiarami, ultrazvukom, laserom, pomocou rádiového signálu, umelým zrakom. V exteriéri GPS, radarové riadenie, družica.

Použitie robotov a manipulátorov:

V priemysle - náhrada živých pracovníkov (nebezpečné prostredie)

- podávače
- nástrekové roboty
- na montáž
- zvaracie roboty
- pre technologické operácie, ktoré živý človek prakticky nezvládne.
 - mikromontáž
 - obrábanie pri výrobe prototypov (roboty majú viac stupňov voľnosti ako CNC)
 - zvaranie
 - nástrojárske (komplexné vybrusy nástrojov)



Pohony priemyselných robotov a manipulátorov :

Mechanické

Pneumatické (pre ľahké montážne práce)

Hydraulické (kde je potrebná veľká sila vo výkone)

Elektrické (kde je potrebná vysoká presnosť)

Kombinované (napr. spodok pneumatikový, koncový je elektrický (motorček))

Priemyselné testovacie roboty (napr. výstupná kontrola)

Výskumné roboty - laboratórne (pre dlhé a veľké množstvo pokusov)

- sondy (pre extrémne nebezpečné prostredie a operácie)

Vojenské roboty – prieskumné, odmínovacie,

Konštrukcia robotov závisí od nosnosti, presnosti (sú masívnejšie), rýchlosti (sú ľahšie)

Senzorika – všetky zmysly človeka, plus niektoré navyše.

Zrak – kamery

Sluch – mikrofóny

Hmat – tenzometer (je to elektrický merací prvok, ktorý pri zaťažení zmení svoj elektrický odpor. Tenzometer je súčasťou vážiacej bunky, na ktorú je osadená doska váh. Tenzometer si možno predstaviť jako tenký drôt, cez ktorý preteká prúd. Zaťažením váh sa tento drôt naťahuje alebo stláča. Tým sa menia aj elektrické vlastnosti. Meracia elektronika spracuje túto zmenu a postúpi ju ďalej jako údaj o hmotnosti na digitálny ukazovateľ)

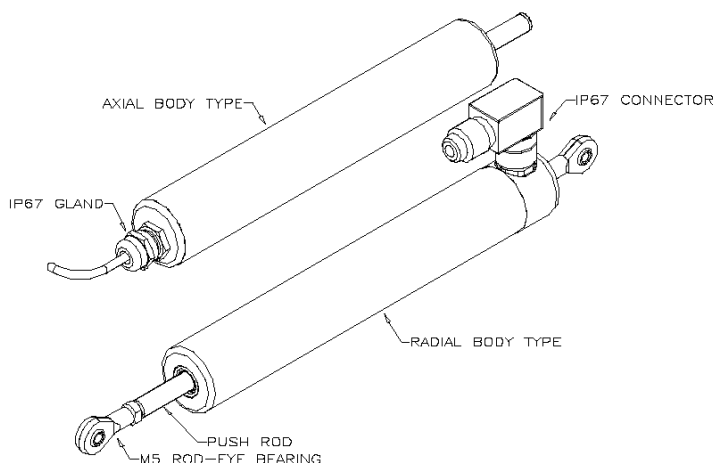
Čuch – plynové chromatografy, špeciálne tranzistory s organickou vrstvou.

Chuť – kvapalinový chromatograf

Interné senzory na meranie polohy, uhlu natočenia, polohu koncového bodu (optické senzory)

Linárne snímače polohy - lineárne senzory umožňujú lineárny výstup charakterizovaný

zmenou napätia. Ich analógový výstupný signál jednosmerného prúdu reprezentuje absolútnu pozíciu a je k dispozícii okamžite po zapnutí zariadenia. Senzory merajú pohyb bezdotykovo, indukčnou metódou. Sú trvanlivé, odolné voči mechanickému namáhaniu, ľahko pripojiteľné na meranú konštrukciu. Sú schopné odovzdať výsledky merania bezprostredne po zapnutí.



Snímače farby - prijímače signálov z optických vlákien. Majú vysokú citlivosť a rozsah od 0 do 25 MHz. Sú určené na priemyselné využitie - pre spracovávanie signálov z káblov optických vlákien (POF, HSC, sklo). Prijímač, vybavený štyrmi optickými ploškami, má široké využitie. RGB snímače farby sú určené na detekovanie alebo meranie vlastností farebných povrchov.



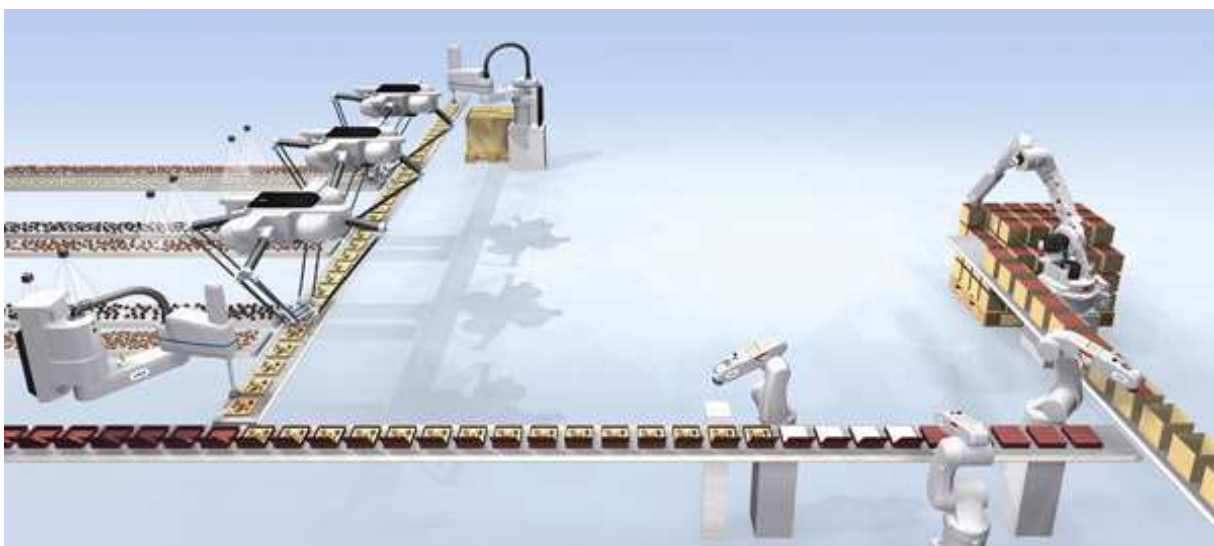
- Najmenšie "Tri-color" snímače na svete
- Ľahko sa prispôbia požiadavkam zákazníka
- Rýchle a kompaktné rozpoznávanie farieb založené na princípe silikónovej fotodiódy s interferenčnými filtermi integrovanými na čipe

Aplikácie :

- Detekcia zmeny farby
- Rozpoznávanie farebných objektov

Špeciálne zmysly (radar, merač vzdialenosti)

Ultrazvukový merač hrúbky



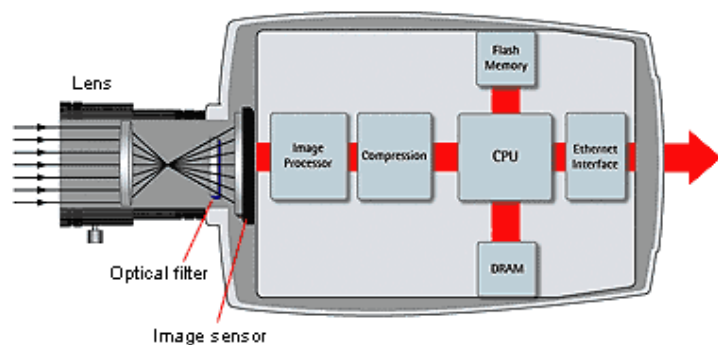
Riadenie robotov : vyššie programovacie jazyky slúžia na prípravu programov pre celý pohybový cyklus. Kritické pohyby vyskúšajú počítačovou simuláciou.

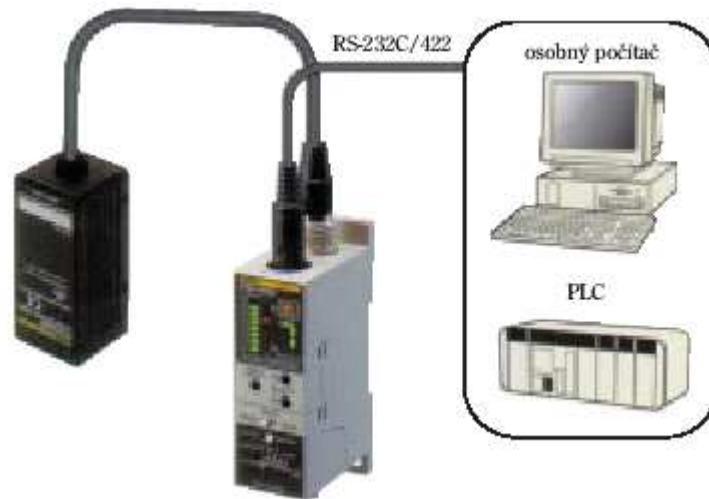
Ekonomika robotov :

- Výhody – nevyužitá roboty sa jednoducho spomalia alebo vypnú
- dokážu pracovať nepretržite, aj v nevykúrenej hale.
- Nevýhody – sú dosť drahé
- nevyplatia sa pre malé série výroby

Automatizácia kontroly a merania -

Bezdotykové meranie - Obsluha prechádza kamerou nad jednotlivými miestami meraného predmetu. Používa sa špeciálna CCD kamera (CCD – Charge Coupled Device – fotocitlivý prvok, kde v dôsledku intenzity svetla sa nahromadia náboje, vzniká úmerné napätie čo sa dá digitalizovať a následne spracovať počítačom) a dôjde k digitálnej analýze obrazu. V počítači sa snímok za zlomok sekundy matematicky spracuje a vyhodnotí. Výsledkom je informácia o tvaru a odchýlke. Software umožňuje automatickú korekciu súradnicového systému. Je možnosť pospájať s CAD výkresom a merať podľa výkresu.





Snímač zhodnosti vzoru

Vizuálny (kamerový) inšpekčný systém pozostáva z dvoch častí – snímacej hlavice (CCD kamera, optika, osvetlovacie LED) a vyhodnocovacej jednotky. Stačí nastaviť snímacu hlavicu na požadovaný objekt, stlačením tlačidla „naučiť“ snímač vzor. Počas kontroly systém porovnáva naučený vzor s predmetom v zornom poli kamery. Ak je úroveň zhody rovná zopne sa výstup. Rýchlosť merania je do 10 ms. Pripojenie k PC umožňuje počítaču načítať všetky nastavenia, riadiť snímanie.



Obr. Technologická paleta určená pre meranie

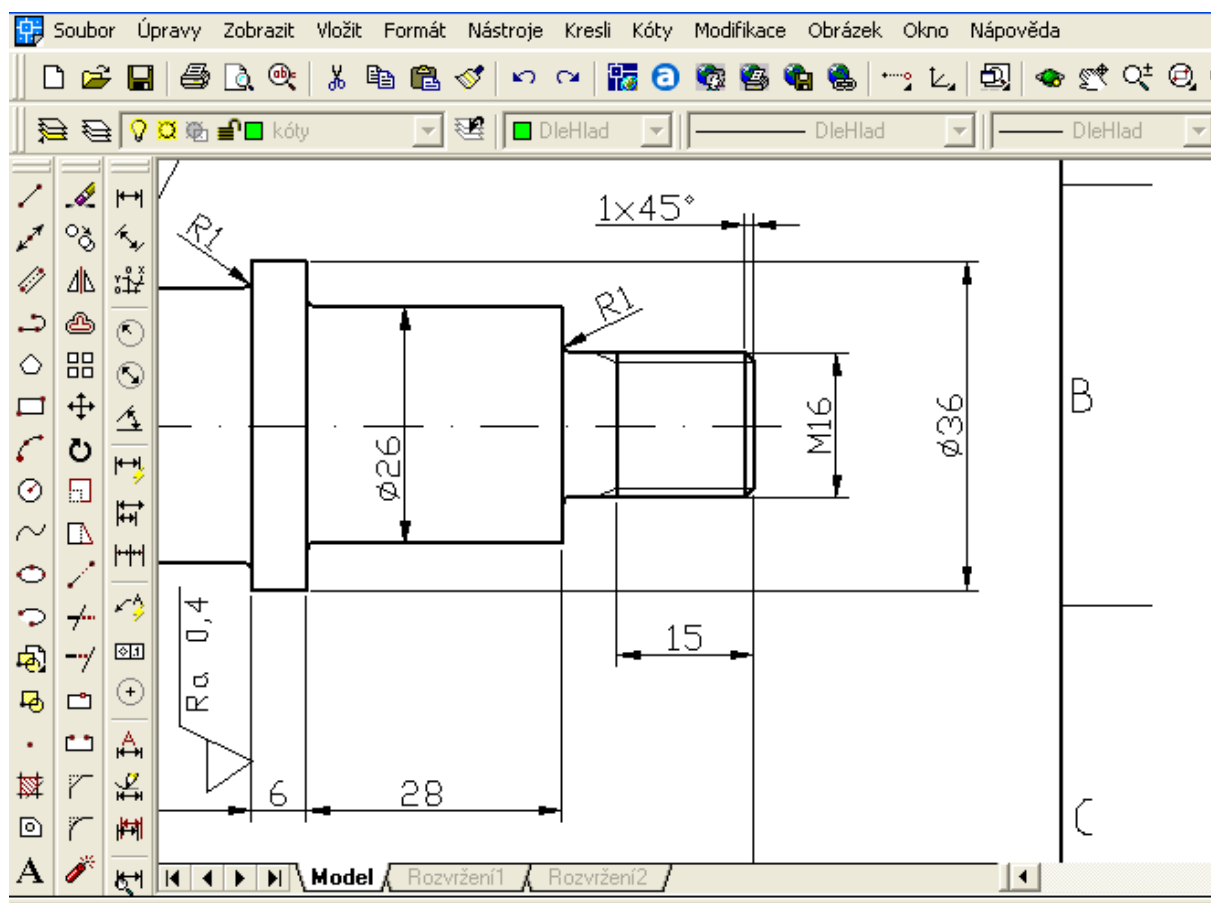
Automatizácia konštrukčnej práce – CAD systémy

CAD – Computer Aided Design (počítačom podporované konštruovanie)

Zobrazenie v 2D alebo 3D.

AutoCAD

- 2D (dvojrzmerné rovinné) zobrazovanie
- základné funkcie kreslenia a kótovania
- špeciálne funkcie (otáčanie, posúvanie, zrkadlenie, kopírovanie, zmeny mierky)
- rámčeky, titulný blok
- tlačiarenské funkcie



Autodesk -Inventor

- 3D (trojrozmerné priestorové) zobrazovanie
- virtuálne modelovanie súčiastky v priestore
- automatické zhotovenie 2D výkresu z modelu
- špeciálne možnosti : otáčanie v priestore, materiály (odrazové efekty), poskladanie zostavy, pohybové efekty

