

1. MECHATRONIKA	3
1.1 Úvod do mechatroniky	3
1.2 Priemyselné roboty.....	6
1.3 Úvod do automatizácie riadenia	8
1.4 Inteligentné stroje a akčné členy	9
1.5 Počítačové siete	12
1.6 Internet	16
2 SNÍMAČE A PREVODNÍKY	17
2.1 Úvod.....	17
2.2 Odporové snímače polohy.....	19
2.3 Odporové snímače teploty.....	21
2.4 Odporové snímače deformácie – tenzometre	26
2.5 Kapacitné snímače.....	31
2.6 Indukčné snímače.....	36
2.7 Magnetický binárny snímač	41
2.8 Optoelektronika.....	44
2.9 Čiarové kódy	45
2.10 Laser	48
2.11 Optické snímače	50
2.12 Počítačová myš.....	54
2.13 Ultrazvukové snímače	54
2.14 Snímače rýchlosti otáčania.....	57
2.15 Snímanie slnečného žiarenia	59
2.16 Mikrosenzory	61
3 PNEUMATIKA	62
3.1 Vývoj pneumatiky	62
3.2 Vlastnosti stlačeného vzduchu	62
3.3 Výroba a úprava stlačeného vzduchu.....	64
3.4 Pneumatické pracovné prvky (motory)	71
3.4.1 Pneumatické priamočiare motory.....	71
3.4.2 Pneumatické rotačné motory	73
3.5 Pneumatické rozvádzače	74
3.6 Vákuum.....	77
3.7 Základné zapojenia pneumatických motorov.....	79
4 ELEKTROPNEUMATIKA	86
5 HYDRAULIKA	89
5.1 Úvod.....	89
5.2 Časti hydraulických zariadení	91
5.2.1 Zdrojová časť	91
5.2.2 Tlaková kvapalina	93
5.2.3 Riadiace prvky	94
5.2.4 Hydromotory	95
5.3 Základné zapojenia hydraulických motorov	96
6 AUTOMATIZÁCIA	98
6.1 Úvod do automatizácie.....	98
6.2 Logické systémy.....	99
6.3 Binárna sústava	101
6.4 Boolova algebra	101

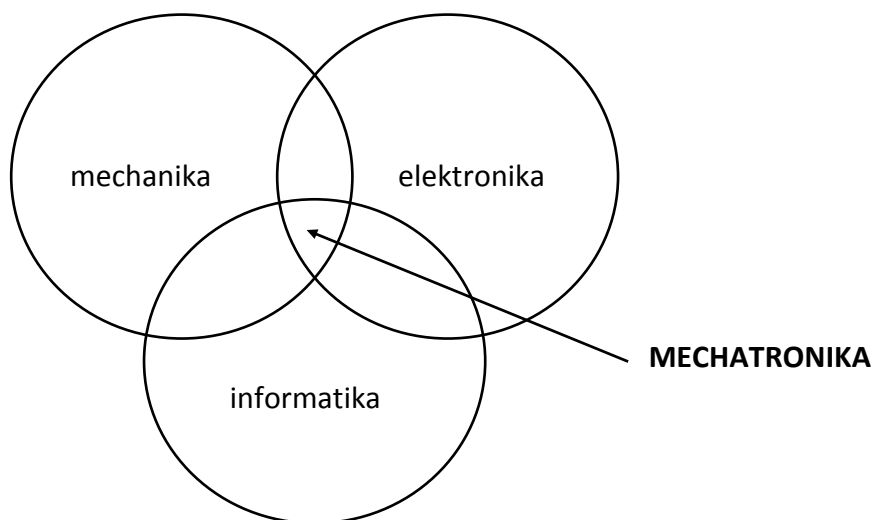
6.5 Základné logické obvody	104
6.6 Úplné normálové formy	105
6.6.1 Úplná normálová forma súčtová.....	105
6.6.2 Úplná normálová forma súčinová.....	105
6.7 Zjednodušovanie logických funkcií.....	106
7 PROGRAMOVACIE LOGICKÉ AUTOMATY SIEMENS.....	108
7.1 Vývoj automatizácie riadenia	108
7.2 Programovanie PLC	111
7.2.1 Programovanie v STL.....	111
7.2.2 Programovanie v KOP.....	112
7.3 PLC časovač	114
7.4 PLC čítač	117
8 PLC FESTO	120
8.1 Programovanie PLC FESTO	121
8.2 Základné programové príkazy	122
8.3 Práca s časovačmi.....	126
9 STANICA SPRACOVANIA	127
10 PRIEMYSELNÝ MINIROBOT RV-M1	128
10.1 Riadiaca jednotka	129
10.2 Pohybová jednotka	129
10.3 Ovládací box.....	131
10.4 Polohovanie robota pomocou PC	133

1. MECHATRONIKA

1.1 Úvod do mechatroniky

Hlavným pojmom v tejto časti je mechatronika. Dozvieme sa čo to slovo znamená a ako vzniklo. Ďalej sa dozvieme aké prvky a hlavné časti sa nachádzajú v mechatronickom systéme, z akých častí sa skladá robot – jeden z najdôležitejších mechatronických prvkov.

Mechatronika je odbor v ktorom sa spája mechanika, elektronika a informatika. Mechatroniku priniesol vývoj, keď do mechanických konštrukcií a zariadení vstúpila elektronika vo forme snímačov, ovládacích a riadiacich členov - a tým možnosť riadiť a regulovať ich s využitím dátových tokov. Preto sa v niektorých prípadoch hovorí, že konštrukcie majú vyšší stupeň inteligencie, alebo že sú "mechatronické".



Mechatronik je v pozícii medzi elektrotechnikom, informatikom a strojárrom.

Samotné slovo vzniklo v roku 1969 a prvý raz ho použil inžinier japonskej spoločnosti Yaskawa Electric Company **Tesuro Mori**, keď spojil slová mechanika a elektronika do jedného termínu. V roku 1971 si pojem mechatronika registrovali ako obchodnú značku. Postupne sa tento pojem rozširoval po celom svete a získaval na popularite. V roku 1982 sa preto Yaskawa Electric Company rozhodla pojem mechatronika uvoľniť ako svoju obchodnú značku. Od tohto momentu sa začali formulovať rôzne definície mechatroniky.

Všetci však vychádzali z prvotnej definície, ktorá mechatroniku opisovala ako elektronizáciu mechanizmov. Neskôr s príchodom mikroprocesora a rozmachom informačných technológií sa toto duo obohatilo o informatiku, a preto v mechatronike významnú úlohu zohráva aj softvér.

Rozdiel medzi mechatronickým a nemechatronickým systémom je inteligentné rozhodovanie a schopnosť prispôbiť sa zmeneným požiadavkám alebo situáciám.

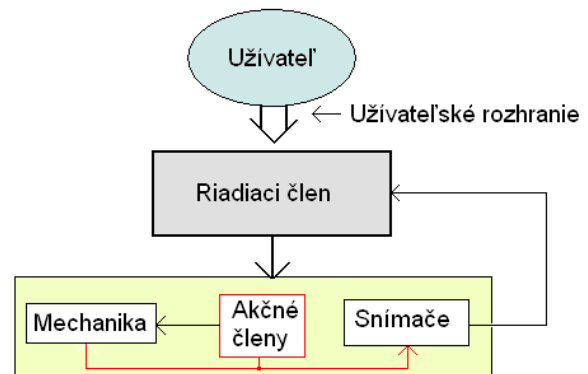
Rozdiel medzi mechatronickým a nemechatronickým zariadením je na príklade fotoaparátu alebo práčky. Kedysi bola konštrukcia fotoaparátov založená iba na jemnej optike a mechanike, kde si musel používateľ nastaviť všetky potrebné parametre ručne, a to najmä clonu, čas uzávierky a citlivosť. Dnešné moderné prístroje to vykonávajú v automatickom režime všetko za neho vrátane zaostrenia na snímajú predmet. Okrem presnej strojárkej technológie dnešné fotoaparáty obsahujú snímače, akčné členy, ako sú napr. motorčeky, výpočtové prostriedky – teda procesor so softvérom. Dnešné fotoaparáty majú všetky atribúty mechatronického systému.

A takéto produkty sú v oblasti zariadení pre voľný čas či domácich zariadení bežným javom. Ako príklad môže poslúžiť prehrávač CD, práčka či šijací stroj.

Základné časti mechatronického systému

- mechanika - zodpovedná za vykonávanie všetkých mechanických pohybov a funkcií
- akčné členy - dodávajúce mechanickú energiu mechanizmom
- snímače - slúžia na spätnú kontrolu.

Tieto tri časti – mechanika, akčné členy a snímače – tvoria pracovnú sústavu mechatronického zariadenia. Nad ňou sa nachádza riadiaci člen, ktorý vydáva povely akčným členom na základe signálov zo snímačov a požiadaviek používateľa. Na interakciu človeka so zariadením slúži používateľské rozhranie.



Trendy v mechatronike v blízkej budúcnosti?

Bude prebiehať ďalšie zjednodušovanie mechanizmov a nárast obsahu softvéru s cieľom zvyšovania vlastností a inteligencie mechatronických systémov. Snahou však nebude odstraňovať prípadné mechanické neduhy konštrukcie za každú cenu, pretože to je často finančne príliš nákladné. Namiesto toho sa bude hľadať optimálne riešenie mechatronického systému ako celku.

Prvky využívané v mechatronike:

- senzory a mikrosenzory
- elektronické a elektrotechnické prvky a obvody, mikroprocesorové obvody
- presná a jemná mechanika, roboty
- PLC
- pneumatické a hydraulické prvky
- fotokamery
- Computer aided design (CAD) – návrh pomocou počítača
- Numerically controlled machine (NC) – číslicovo riadené stroje

Oblasti použitia mechatroniky :

Mechatronika prináša radu nových podnetov jak v mechanike (napr. extrémne malé a presné výchylky a polohy mechanizmov, používanie riadených magnetických ložísk pri uložení hriadeľov), tak i v elektronicke (rozvoj nových mikroprvkov, na jednom čipe, komunikácie a prenos informácií vo vnútri mechatronických výrobkov pomocou optických vlákien).

Podľa charakteru objektu, na ktorý sa aplikuje mechatronický prístup rozdeľujeme na: **-inžinierska mechatronika** - robotické sústavy, lesné roboty, roboty v poľnohospodárstve (pre žatvu ovocia a poľnohospodárskych plodín, strihanie ovocia, v jadrovej energetike, v chemickom priemysle a vo vojenstve, vozidlá s počítačom v miestach realizácie určitých činností, riadené párovanie vozidiel, systémy kozmických sond, umelé satelity, systémy autopilota, navigácie a zbraňových systémov, riadené tlmenie vibrácií strojov. Dnes sem patria aj prístroje pre vybavenie kancelárií či domácností, napr. mobilné telefóny, holiace strojčeky, inteligentné práčky a pod.

-mikro- a nanomechatronika je zameraná na zmenšovanie rozmerov a integráciu funkcií, v oblasti spotrebnej elektroniky, telekomunikácií, lekárskeho prístrojov a automatizácie. Z hľadiska mikromechatroniky riadiace komponenty a snímače sú dostupné a tieto komponenty stále menšie, lacnejšie a výkonnejšie.

-biomechatronika, ak sú aplikačnými okruhmi bioobjekty, predovšetkým ľudia. Sem patria napr.

biomechanické sústavy, lekárske prístroje, poznávacie, klinické, rehabilitačné, ale i športové a pre invalidov napr. inteligentné protézy.

1.2 Priemyselné roboty

Priemyselné roboty sa stávajú jedným z ukazovateľov trendu a úrovne automatizácie v továrňach a podnikoch. V súčasnosti premiestňujú ľudí z fabriek a výroby, tam kde bol potrebný robotník, strojník, zvarač, lakovač... sa uplatňujú roboty.

Používajú sa hlavne na pracoviskách veľmi nebezpečných a psychicky náročných.

Robot je jednou z najdôležitejších mechatronických systémov.

Robot rieši tieto manipulačné úkony vo výrobnom procese:

- nepresný pohyb, napríklad striekanie, striekacie roboty
- manipulácia s predmetmi typu uchyt', prenos a pust'
- presný pohyb ako napríklad zváranie
- montážne operácie, napríklad skrutkovanie, zakladanie ...
- kontrolné operácie a sledovanie okolia

V súčasnosti sa roboty delia na:

Manipulátory

- zariadenia, ktoré slúžia na manipuláciu z materiálom a ich činnosť priamo riadi človek

Teleoperátory

- diaľkovo riadené roboty, človek riadi robot na diaľku v prostredí, ktoré je pre človeka nebezpečné, napr. manipulácia z rádioaktívnym materiálom, práca vo veľkých hĺbkach ...

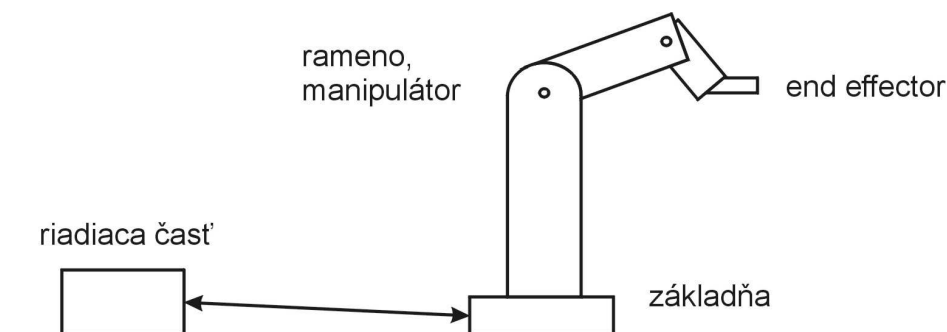
Priemyselné roboty

- sú to manipulátory, ktoré pracujú samostatne podľa programu a dajú sa pohybovať v troch osiach

Podľa schopností a vlastností poznáme roboty:

- **prvej generácie** – robot vykonáva prácu podľa vopred určeného programu, pričom nevyužíva informácie z okolia, dá sa preprogramovať, napríklad robot obsluhujúci lis
- **druhej generácie** – podstatne zložitejšia ako prvá, dajú sa programovať, získavajú informácie z okolia pomocou snímačov
- **tretej generácie** – obvykle obsahuje niekoľko uchopovacích zariadení, má vysokú pohyblivosť, zložitý riadiaci systém s počítačom, schopnosť videnia a orientácie v priestore, rozpoznávanie tvaru predmetov ... Tieto roboty nazývame inteligentné roboty.

Hlavné časti typického priemyselného robota:



- riadiaca časť
- manipulátor
- výkonná časť - end effector (striekacia pištoľ)

Riadiaca časť :

- riadi celý proces práce robota . Skladá sa z hardwaru a softwaru. Obyčajne sa jedná o mikroprocesorové riadenie , ktoré riadi celý systém podľa vopred určeného programu. Tento program sa dá meniť a tým sa mení práca robota.
- senzorický systém získava informácie z okolia a podľa toho určuje svoje správanie. Dokonalé roboty sa dokážu adaptovať na novú situáciu.

Manipulátor :

- je to mechanická časť robota, slúži na pohyb výkonnej časti, ktorá je upevnená na konci ramena manipulátora. Manipulátor by mal mať čo najviac stupňov voľnosti, vysokú tuhosť, presnosť ... skladá sa z troch častí:

- základňa
- rameno
- pohonný mechanizmus

Výkonna časť (end effector) :

- je umiestnená na konci ramena manipulátora a vykonáva samotné operácie.
- napr. : striekacia pištoľ , mechanická ruka , zváracie kliešte ...

Senzory robotov

- senzory poskytujú robotom informáciu o prostredí v ktorom pracuje a o stave samotného robota
- rozdelenie:
 - vnútorné senzory
 - vonkajšie senzory

Vnútorné senzory :

- slúžia na sledovanie činnosti systému robota jeho všetkých častí
- snímanie polohy manipulátora
- snímanie rýchlosti manipulátora
- snímanie sily a momentu
- snímanie funkčných parametrov pohonu (tlak v tekutinovom mechanizme , prúd v obvode kotvy elektromotora)

Používané snímače :

- odporové snímače (snímače polohy)
- inkrementálne snímače (snímače polohy, snímače rýchlosti)
- piezoelektrické snímače (snímače tlaku)
- tenzometre (snímače sily , a mechanického namáhania)

Vonkajšie senzory :

- slúžia na sledovanie objektov , s ktorými robot pracuje
- sledovanie polohy objektov
- sledovanie tvaru objektov
- sledovanie rozmerov objektov

Používané snímače :

- dotykové snímače (zopnutý, rozopnutý)
- fotoelektrický snímač
- ultrazvukový snímač
- indukčný a kapacitný snímač

1.3 Úvod do automatizácie riadenia

MECHANIZÁCIA :

- nahradenie energie človeka inou energiou
- uľahčenie práce človeka
- človek je riadiacou časťou mechanizmu
- zvýšenie produktivity

AUTOMATIZÁCIA :

- ďalšia fáza mechanizácie
- postupné odstránenie človeka ako riadiaceho člena
- ďalšie zvýšenie produktivity
- úloha človeka sa presúva do oblasti kontroly
- ako riadiaci člen sa uplatňuje výpočtová technika

TYPICKÉ OBLASTI AUTOMATIZÁCIE RIADENIA

AUTOMATICKÁ SIGNALIZÁCIA - prístroj automaticky hlási dosiahnutie určitej nastavenej hodnoty Pr: teplota v peci , prekročenie je indikované sirénou, svetlom...

AUTOMATICKÁ KONTROLA - prístroj kontroluje vymedzený rozsah veličiny Pr: kontrola priemeru obrobkov

AUTOMATICKÁ OCHRANA - prístroj kontroluje určité podmienky . Pri nesplnení niektorej alebo viacerých podmienok prevedie určitú činnosť. Pr: blokovanie prístupu k robotom. Pri vstupe nepovolanej osoby zariadenie vypína robot....

AUTOMATICKÉ OVLÁDANIE - nasledujúca operácia sa môže uskutočniť len pri splnení určitých podmienok. Pr: spustenie sústruhu je podmienené upnutím obroku....

AUTOMATICKÁ REGULÁCIA - zariadenie kontroluje výstupnú hodnotu veličiny a pomocou spätnej väzby upravuje riadenie vstupnej veličiny. Pr: kontrola výšky hladiny a jej udržanie v požadovanej výške....

ADAPTÍVNE AUTOMATICKÉ RIADENIE - riadiace systémy prispôbujú svoje parametre podľa meniacich sa podmienok okolia. Pr: autopilot...

CIM Computer Integrated Manufacturing – počítačom podporovaná výroba

Reprezentuje integráciu tradičnej výrobnéj a inžinierskej technológie s počítačovou technológiou, ktorá umožňuje automatizáciu všetkých činností od tvorby výrobku až po jeho expedíciu. (konštruovanie výrobkov, zostavenie technologických postupov, plánovanie výroby, operatívne riadenie, výrobu súčiastok, kontrolu, montáž, balenie, expedíciu a pod.),

Systémy CIM sú zostavované integráciou dielčích automatizovaných systémov, tzv. CA systémov (systémov počítačovej podpory)

CAD, CAP, CAM a CAQ.

Computer Aided Design (návrh pomocou počítača), skratka CAD, je počítačom podporovaný návrh súčiastky alebo počítačová podpora tvorby konštrukčnej dokumentácie.

Ide o programové vybavenie zahŕňa grafické modelovanie, matematické modelovanie, simuláciu, animáciu, prípravu technickej dokumentácie, umožňuje vytvoriť vysoko technický systém

Plánovanie výroby pomocou počítača CAP (copmputer-aided production planning). Ide o počítačom podporované plánovanie, technologická príprava výroby, tvorba technologických postupov, zhotovenie pracovných plánov a zhotovenie návodov na montáž

Výroba s využitím počítača (CAM - computer-aided manufacturing) vyhovovanie objektu pomocou počítačom riadeného obrábacieho stroja.- integrovaný automatizovaný systém riadenia výroby

CAM ako systém predstavuje software súvisiaci s tvorbou riadiacich programov pre NC výrobnú techniku. Tieto systémy využívajú dáta, ktoré boli získané prostredníctvom -CAD systému. Najprepracovanejšou oblasťou CAM systémov je oblasť číslcového riadenia (NC -Numericall Control) výroby.

Jedná sa o techniku, kde sa využívajú programy pre riadenie výrobných strojov, napr. sústruhov, frézovačiek, vŕtačiek, ohýbačiek, brúsok, rezacích strojov konvenčných a nekonvenčných (vodný lúč, laser, plazma), ale aj tvárniacich a lisovacích strojov prostredníctvom ich riadiacich systémov.

Typy NC riadenia sa líšia spôsobom uloženia programu:

a, CNC (Computer Numericall Control) je riadiaci systém výrobného zariadenia napojený priamo na lokálny riadiaci mikropočítač, kde je uložený vlastný program.

b,DNC (Distributed Numericall Control). modernejší prípad je charakterizovaný pružným distribuovaným riadením niekoľkých výrobných strojov z jedného centra.

Kontrola a riadenie kvality (CAQ - computer-aided quality) počítačom podporovaná skúška kvality hotového produktu - porovnanie želaných a skutočných rozmerov, analýza rozdielov.

- obsahuje plánovanie kvality, prípravu skúšobných plánov, kontrolu, skúšky a prípravu protokolov, analýzy a dokumentáciu

1.4 Inteligentné stroje a akčné členy

Výrobky, ktoré sú výsledkom postupov podľa princípu mechatroniky, sa vyznačujú použitím pokrokových materiálov, novými technologickými účinkami, špičkovými technickými vlastnosťami a účelovou strojovou inteligenciou, umožňujú im buď autonómnou činnosť, alebo racionálne včlenenie do nadriadeného riadiaceho systému. Takéto výrobky označujeme ako mechatronické.

Ne je možné zmiešavať mechatronické výrobky s mechanickými, aj keď môžu obsahovať elektronické prvky (usmerňovače, zosilňovače, regulátory). Mechatronickými sa stávajú až vtedy, keď vykazujú aj určitý stupeň inteligencie, ktorý bol umožnený až rozvojom mikroelektroniky (programovateľnosť, samoregulovateľnosť).

U mechatronických produktov je inteligentné chovanie vyššieho stupňa, ako:

- poskytovanie rád užívateľom,
- diagnostika vlastných chýb,
- opravovanie sa pomocou vlastnej rekonfigurácie,
- učenie sa na základe získaných skúseností s cieľom zlepšiť vlastné chovanie v podobných situáciách,
- organizácia vlastnej spolupráce s ďalšími inteligentnými strojmi,
- reorganizovanie sa s cieľom zlepšenia vlastných schopností prispôbiť sa zmenám okolia.

Zvyšovaním intelligenčnej úrovne výrobku sa dá zaistiť jeho vyššiu univerzálnosť, prispôbivosť, prevádzkovú bezpečnosť a ekologickosť. S inteligenciou sa dá zlepšiť aj ergonomickosť výrobku – môže byť ľahko ovládateľný, udržiavateľný a opraviteľný.

Inteligencia mechatronickej sústavy môže spočívať v riadiacej jednotke s procesorom, ale i žiadaný pohyb vykoná napr. pneumatický či hydraulický obvod. Niektoré akčné členy sa vyznačujú materiálovou inteligenciou, danou vlastnosťami použitej látky. Zvlášť v posledných rokoch sú aplikované nové kryštalické, polykryštalické a kompozitné, zliatiny a polyméry s tvarovou pamäťou, piezoelektrické materiály, magnetostrikčné a elektoreologické kvapaliny, všeobecne nazývané inteligentné materiály.

Inteligentné materiály v mechatronike

Nová generácia technológií- technológie smart materiálov, predstavuje sieť snímačov a akčných členov schopných vyhodnocovania a riadenia v reálnom čase a optimálneho chovania v priebehu premenných podmienok prevádzky.

Smart materiál je materiál, ktorý zabezpečuje funkciu snímania a akčného pôsobenia, pritom jednotlivé prvky sú veľmi dobre integrované v rámci samotnej materiálovej štruktúry. Ide vlastne o biologicky inšpirovaný materiál, ktorý dokáže detekovať stav okolitého prostredia. Informácie o ňom spracováva v riadiacom obvode a reaguje na nich.

Akčné členy mechatronických sústav

Podľa typu prevodu sa akčné členy delia na:

- elektromechanické (riadené elektrickým poľom)
- pneumatické (riadené tlakovým plynným médiom)
- hydraulické (riadené tlakovým kvapalným médiom)
- špeciálne (riadené teplotným poľom, magnetickým poľom, či svetlom).

Každý má svoje výhody a nevýhody, ale ich vzájomnou kombináciou sa môžu zlepšiť výsledné vlastnosti mechatronickej sústavy. Riadenie takých sústav býva realizovaný elektromechanickým akčným členom, ktorý pomocou ventilov riadi toky médií. Hovoríme tak o elektropneumatických či elektrohydraulických akčných členoch.

a/Elektromechanické akčné členy

Premieňajú elektrickú energiu na mechanickú. Sú to:

- elektrické motory s rotačným alebo posuvným pohybom (lineárne motory)
- servomotory (pracujúce akčné členy riadené sústavami so spätnými väzbami)
- špeciálne jednotky so zloženým, napr. kývavým pohybom.

Elektrické motory sú elektromagnetickou väzbou medzi statorom a rotorom. Elektrické motory možno deliť na asynchrónne (indukčné), synchronné, jednosmerné, jednosmerné s elektronickou

komutáciou, ďalej krokové, striedavé komutátorové a rekultánčné, všetky obvykle s rotačným výstupom. Lineárne motory majú posuvný pohyb založený na rovnakých princípoch ako u vyššie uvedených motorov s rotačným výstupom.

Elektromechanické akčné členy majú **výhody**:

- jednoduché napájanie akčného člena káblami;
- akčný člen sa dá ľahko riadiť, riadiace procesory sú programovateľné a dostupné;
- jednoduchá komunikácia riadiacej jednotky s nadradeným procesorom pomocou zbernice;
- elektrická energia je čistá;
- závady sa dajú relatívne ľahko diagnostikovať a opraviť;

a **nevýhody**:

- zložitejší prevod rotačného pohybu na žiadaný pohyb, menší počet možností, ako získať žiadaný pohyb;
- zložitejšia konštrukcia akčného člena s nízkou výstupnou rýchlosťou a veľkým výstupným momentom
- akčný člen a jeho napájanie vychádzajú drahšie pre prostredie s nebezpečím požiaru

b/Pneumatické akčné členy

Pneumatické akčné členy prevádzajú tlak na silu alebo výchylku. Podľa pohybu výstupného prvku sa dajú rozdeliť na posuvné, kyvavé a rotačné. Najpoužívanejším akčným členom dvojpolohový piestový pohon.

Hlavné **výhody** pneumatických akčných členov sú nasledujúce:

- relatívna jednoduchosť a s tým súvisiace menšie obstarávacie náklady;
- členy môžu pracovať v prostredí so zvýšenou teplotou a sú čistým pohonom;

nevýhody sú:

- z dôvodu stlačiteľnosti vzduchu je ťažké dosiahnuť presnú požadovanú polohu;
- nedajú sa dosiahnuť veľké sily pri nízkom tlaku vzduchu
- ďalšia odozva na riadiaci signál

c/Hydraulické akčné členy

Hydraulické akčné členy sú konštruované ako piestové dvojčinné, proporcionálne či nespojité. Vyznačujú sa vysokým pracovným tlakom (desiatky MPa) a veľkými vyvodzovanými silami či momentmi pri prijateľných dobách prestavenia. Klasickým hydraulickým akčným členom je hydraulický valec, do ktorého vháňa čerpadlo tlakový olej. Hydraulickým prevodom získame veľké vysunutie piestu a vysokej výstupnej sily.

Hydraulické akčné členy konkurujú elektromechanickým akčným členom najmä pomerom hmotnosti a výkonu, možnosťou dosiahnutia veľkých silových pomerov, spoľahlivosťou a možnosťou realizovať prenos energie pri priestorovo zložitých mechanizmoch. Ich uplatnenie nájdeme pri dopravných a stavebných strojoch, poľnohospodárskej technike, lisoch, manipulátoroch a robotoch.. (sklápanie korby nákladného automobilu, pohyby pracovných nástrojov stavebnej techniky, letecké podvozky a iné).

Hlavnými **výhodami** hydraulických akčných členov sú:

- výborný pomer hmotnosti a výkonu;
- veľká variabilita prevodu rýchlostí a pohybov medzi hydrogenerátorom a hydraulickým motorom;
- schopnosť kombinovať hydraulický prevod s inými druhmi prenosu energie

Ako hlavné **nevýhody** sú komplikácie s olejovým hospodárstvom (nečistoty, nebezpečenstvo požiaru) a relatívne dlhá doba odozvy na riadiaci signál.

1.5 Počítačové siete

Riadiacim prvkom v automatizácii sa stáva výpočtová technika. Jej využívanie je spojené s automatizáciou, ktorá v súčasnosti predstavuje samozrejmé vybavenie kancelárií, domácností a využívanie v administratíve – automatizácia administratívy. Vyžíva sa nielen funkcia osobného počítača ale hlavne spojenie počítačov – počítačová sieť

Je to spojenie 2 až n počítačov za účelom dosiahnutia novým možností využitia počítačovej techniky.

Počítačová sieť **umožňuje**:

- zdieľanie súborov (zdieľanie – používanie a prístup z počítačovej siete)
- zdieľanie tlačiarň, CD a DVD diskov
- spolupráca pracovných skupín
- vytváranie videokonferencií
- výmenu informácií ...

Spojenie je **uskutočnené**:

- kovovým káblom
- optickým vláknom
- mikrovlnným prenosom
- satelitným spojením

Rozdelenie počítačových sietí podľa veľkosti –

LAN – Local Area Network –

Lokálna počítačová sieť, rozkladá sa v rámci jednej organizácie, na malom území jednej alebo niekoľkých budov, používa sa kovový kábel alebo optické vlákno

MAN – Metropolitan Area Network –

Mestská počítačová sieť, rozkladá sa v rámci jedného mesta, používajú sa optické a kovové káble

WAN – Wide Area Network –

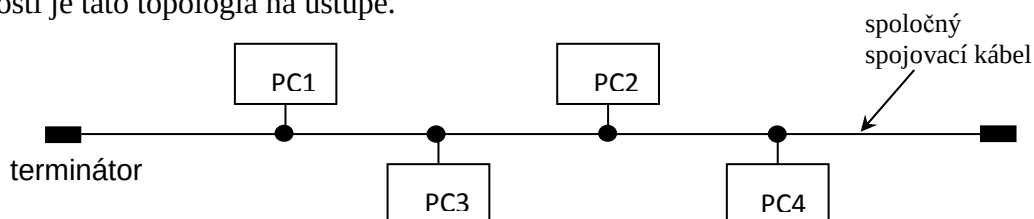
Veľká počítačová sieť, rozkladá sa na veľkom území často aj v rámci viacerých kontinentov, skladá sa z viacerých menších sietí rôzneho typu, typický príklad je sieť Internet. Používajú sa všetky druhy spojení.

Rozdelenie LAN sietí podľa topológie –

Topológia zbernica –

Počítače sú pripojené k spoločnému pasívnemu káblu. Na spojenie slúži medený koaxiálny kábel. Sieť je lacná a montáž staníc je jednoduchá. Pri prerušení spoločného kábla dochádza k výpadku celej siete. Kábel musí byť uzavretý ukončovacou impedanciou tzv. terminátorom. Pri veľkej prevádzke na sieti vzrastá počet kolízií a priepustnosť siete klesá.

V súčasnosti je táto topológia na ústupe.

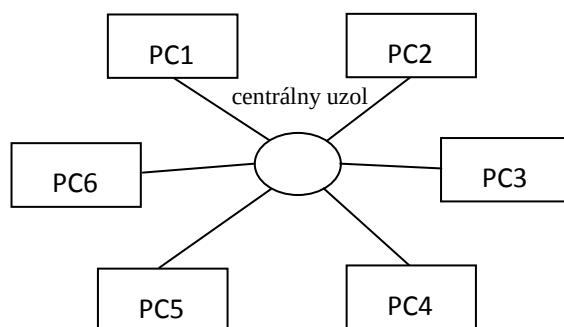


Topológia hviezda –

základom siete je centrálny uzol (hub), ku ktorému sú samostatnými linkami pripojené jednotlivé stanice. Centrálny uzol môže byť pasívny, v ktorom je signál iba posúvaný ďalej, alebo aktívny, v ktorom je prijatý signál navyše zosilňovaný na požadovanú úroveň.

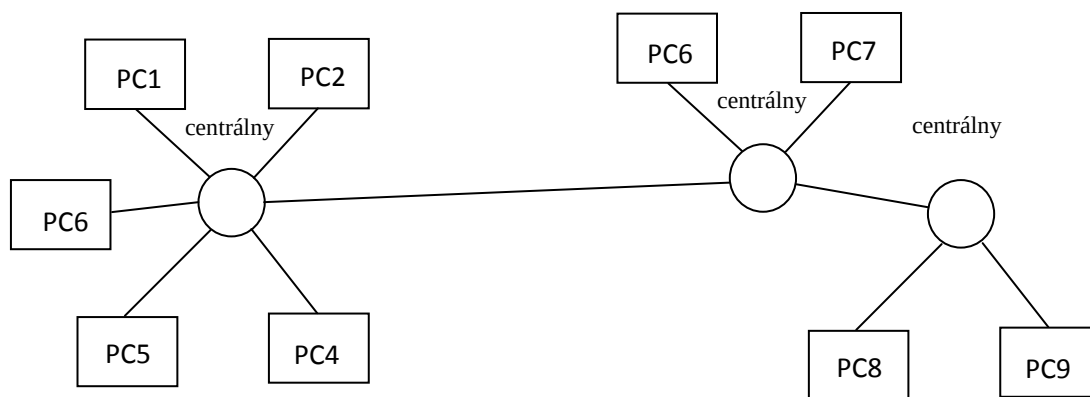
Dvojbodové zapojenie medzi stanicami a centrálnym uzlom je možné ľahko realizovať, sieť je odolná voči výpadku jednotlivých staníc a liniek ale je citlivá na poruchy centrálného uzla. Rýchlosti sú rovnaké ako pri predchádzajúcom prípade ale priepustnosť siete je vyššia.

Vzdialenosť uzla a stanice je max. 100 m. Používa sa tienená krútená linka.

**Topológia strom –**

ide o rozšírenie topológie hviezda, pričom čiastočne odstraňuje citlivosť na výpadok centrálného uzla. Pri výpadku niektorého z uzlov je aspoň časť siete schopná prevádzky.

Sieť je odolná voči výpadku jednotlivých staníc, je citlivá na poruchy jednotlivých uzlov, jej rozšíriteľnosť je jednoduchá, cena je vyššia ako pri zbernicovej topológii.

**Prepojenie siete**

RJ-45 (štandard RJ-45) označuje elektrický konektor pre pripájanie 8 vodičových káblov. Najviac sa s ním stretneme vo výpočtovej technike pri počítačových sieťach, ako ukončenie 8 - vodičovej krútenej dvojlinky (twisted pair) pre siete typu Ethernet a Token Ring. Štandard RJ-45 popisuje vonkajšie mechanické rozmery a rozmery a umiestnenie kontaktov konektora.

RJ-45 spolu s menším "bratom" **RJ-11** (používaný hlavne pri telekomunikáciách) patrí medzi najčastejšie používané konektory vo výpočtovej technike vôbec (DSL modemy, ISDN ...). Tento typ pripojenia vytlačil mnoho iných foriem konektorov. Hlavným dôvodom je jednoduchosť inštalácie konektora na kábel (8 vodičový kábel je možné ukončiť konektorom RJ-45 do 10 sekúnd s použitím jednoduchého ručného náradia).

Jedná sa o konektor pre pripojenie maximálne ôsmych vodičov. Po inštalácii vodičov kábla do otvorov v konektore sa krimpovacími kliešťami konektor zakrmpuje tzn. kontakty sa zatlačia do priestoru, kde sú vodiče, hrotmi preseknú ich izoláciu tak, aby ostali pevne zastoknuté vo vodivej časti vodiča. Zároveň kliešte v zadnej časti vodiča zatlačia prídržný trň, ktorý bude mechanicky držať kábel v konektore. Zakrmpovaním sa vytvorí pre všetky inštalované vodiče kábla naraz mechanicky pevné, vodivé a nerozoberateľné pripojenie.

Konstruktívne sa RJ-45 vyrába v dvoch základných modifikáciách:

- **na lanko** (pre vodiče s jadrom zo splietaného lanka) - kontakty sú vyrobené s dvoma hrotmi, ktoré sa zaseknú do lankového vodiča)
- **na drôt** (pre vodiče s jadrom z jediného drôtu) - hroty kontaktu sú tri, a sú vyrobené v tvare "vidličky". Dve krajné hroty "obídu" drôt z jednej strany a stredný hrot z druhej. Drôt je tak pevne zovretý medzi tromi hrotmi kontaktu.

Najčastejšie využitie konektorov štandardu RJ-45 je v telekomunikáciách, ale hlavne pri pripojeniach počítačových sietí pomocou krútenej dvojlinky (TP - twisted pair). Názov krútená dvojlinka vznikol z toho, že vždy 2 páry vodičov sú navzájom zakrútené definovanou slučkou. Toto zakrútenie spôsobuje, že zakrútené žily sami seba tienia pred nežiaducim vonkajším elektromagnetickým rušením (káble UTP). Pre vyššie rýchlosti sa na kábli používa ešte jedna tieniaca vrstva - opletenie (káble FTP, STP).

Zapojenie vodičov pre TP Ethernet

Štandardné zapojenie vodičov EIA/TIA 568A - pri pohľade na konektor zdola - zo strany kontaktov, čítané zľava doprava je:

- bielo-zelená
- zelená
- bielo-oranžová
- modrá
- bielo-modrá
- oranžová
- bielo-hnedá
- hnedá

Štandardné zapojenie vodičov EIA/TIA 568B - pri pohľade na konektor zdola - zo strany kontaktov, čítané zľava doprava je:

- bielo-oranžová
- oranžová
- bielo-zelená
- modrá
- bielo-modrá
- zelená
- bielo-hnedá
- hnedá

Ak na jednom konci kábla použijeme ukončenie 568A a na druhom 568B, vznikne tzv. cross link kábel. Tento sa používa na prepojenie dvoch počítačov v sieťach Ethernet bez smerovača (prepínač (switch)), alebo HUBu. Alebo u starších smerovačov, alebo HUBov pre tzv. stohovanie - priame prepojenie viacerých zariadení kvôli rozšíreniu ich kapacity.

Bluetooth je bezdrôtová komunikačná technológia pracujúca v ISM pásme 2,4 GHz (rovnakom ako u Wi-Fi). Slúži na nadviazanie spojenia medzi dvoma zariadeniami, napríklad mobilným telefónom a osobným počítačom alebo headsetom.

Technológia Bluetooth je definovaná štandardom IEEE 802.15.1. Maximálny dosah je až na 100 m. Bluetooth využíva metódu FHSS, kedy je počas jednej sekundy spravených 1600 skokov (preladení) medzi 80 frekvenciami s rozstupom 1 MHz. Je definovaných niekoľko výkonových úrovní (2,5 mW, 10 mW, 100 mW), s ktorými je umožnená komunikácia do vzdialenosti cca 100 – 1000 m.

Prenosová rýchlosť sa pohybuje okolo 720 kbit/s a možno vytvoriť dátový spoj symetrický prípadne asymetrický, kedy prenosová rýchlosť pri príjme (downlink) je vyššia ako pri odosielaní (uplink).

Jednotlivé zariadenia sú identifikované pomocou svojej adresy *BT_ADDR* (BlueTooth Device Address), podobne ako je MAC adresa pri Ethernete.

Wi-Fi (alebo **Wi-fi**, **WiFi**, **Wifi**, **wifi**), nie je skratka pre „Wireless Fidelity“, ako sa v niektorých prípadoch nesprávne uvádza. Je to sada štandardov pre bezdrôtové lokálne siete LAN (WLAN) v súčasnosti založených na špecifikácii IEEE 802.11. Wi-Fi bolo navrhnuté pre bezdrôtové zariadenia a lokálne siete, ale dnes sa často používa na pripojenie k internetu. Umožňuje osobe so zariadením s bezdrôtovým adaptérom (PC, notebook, PDA) pripojenie k internetu v blízkosti prístupového bodu (access point). Geografická oblasť pokrytá jedným alebo niekoľkými prístupovými bodmi sa nazýva **hotspot**.

Typická Wi-Fi zostava obsahuje jeden alebo viac prístupových bodov (AP) a jedného alebo viacerých klientov. AP vysiela svoj SSID (Service Set Identifier, sieťové meno) prostredníctvom paketov nazývaných **beacons** (signály, majáky), ktoré sú vysielané každých 100 ms rýchlosťou 1 Mbps (najnižšia rýchlosť Wi-Fi). To zaručuje, že klient prijímajúci signál z AP, môže komunikovať rýchlosťou aspoň 1 Mbps. Na základe nastavení (napr. podľa SSID) sa klient môže rozhodnúť, či sa k AP pripojí. Ak sú napr. v dosahu klienta dva prístupové body s rovnakým SSID, klient sa podľa sily signálu môže rozhodnúť, ku ktorému AP sa pripojí. Wi-Fi štandard ponecháva pripojovacie kritériá a roaming (prechod medzi hotspotmi) úplne na klienta. Toto je sila Wi-Fi, ale zároveň to znamená, že jeden bezdrôtový adaptér môže dosiahnuť podstatne lepší výkon ako druhý. Vo Windows XP existuje vlastnosť nazývaná nulová konfigurácia (zero configuration), ktorá umožňuje používateľovi vidieť všetky dostupné siete a pripojiť sa ku ktorejkoľvek z nich "za behu

1.6 Internet

- celosvetová sieť, vznikla začiatkom sedemdesiatych rokov v USA na objednávku vojenských kruhov. V tej dobe mala názov Arpanet.

Vývojom jej veľkosť presiahla hranice USA a prešla z vojenskej oblasti do oblasti vedeckej. V osemdesiatych rokoch spájala najvýznamnejšie univerzity na svete.

Začiatkom deväťdesiatych rokov prenikla do komerčnej oblasti a nastáva veľký rozmach Internetu.

Internet sa skladá z tisícok LAN sietí a miliónov počítačov navzájom pospájaných rôznymi spôsobmi. Nemá presnú štruktúru ani vlastníka.

Výhody Internetu –

- veľké množstvo rôznych informácií, skrátenie času získavania informácií
- rýchle posielanie textových správ
- možnosť zverejňovania informácií pre užívateľov Internetu
- možnosť komerčného podnikania cez Internet, aj v rámci Internetu
- možnosť nových druhov komunikácie – videokonferencie, diskusné skupiny
- vysoká spoľahlivosť, informácia môže púťovať rôznymi cestami

Nevýhody –

- náklady na prevádzku Internetu sú v súčasnosti pomerne vysoké
- malé prenosové rýchlosti pri pripojení modемом

Označovanie počítačov v Internete –

každý počítač, pripojený do Internetu musí mať svoju **vlastnú IP adresu**

Jej tvar je XXX.XXX.XXX.XXX .Pr. 192.168.1.65

Nesmú existovať dva počítače s rovnakým číslom. Používa sa tiež kvôli zjednodušeniu aj menné značenie napr. strojsnv.sk .

.com - komerčný server

.edu - vzdelávací server

.sk - server na Slovensku

Služby ponúkané Internetom :

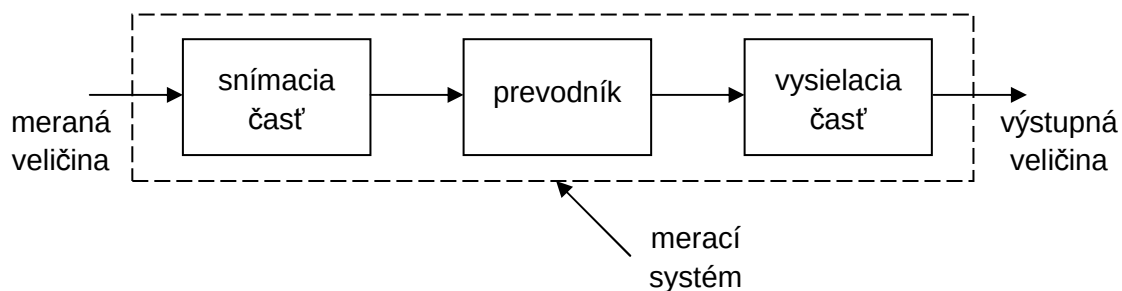
- FTP
- WWW
- E-mail
- Diskusné skupiny
- Telekonferencie
- Vyhľadávacie služby

2 SNÍMAČE A PREVODNÍKY

2.1 Úvod

Úlohou merania je získavať informácie o stave mechatronického systému, a tieto informácie sú ďalej používané na jeho riadenie.

Každý merací systém sa skladá zo snímačej časti, prevodníka a vysielacej časti.



Snímacia časť – funkčný prvok reagujúci na určitú meranú fyzikálnu veličinu. Poskytuje signál, ktorý zodpovedá meranej veličine.

Prevodník – prevádza, mení signál zo snímačej časti na iný. Napr. mení analógový signál na číslicový.

Vysielacia časť – zosilňuje a upravuje signál z prevodníka na požadovaný výstupný tvar

Vo väčšine prípadov celý merací systém je združený do jedného celku.

Senzor – zlučuje celý merací systém, na jeho výstupe je signál závislý určitým spôsobom od vstupnej meranej veličiny a má dané požadované parametre.

Snímač – samotná snímacia časť v senzore, je na začiatku meracieho systému

V súčasnej terminológii v oblasti merania ešte nie sú ustálené pojmy preto pojem snímač a senzor sa voľne zamieňa.

Senzory sa delia podľa rôznych kritérií :

Základné delenie

- senzory elektrických veličín
- senzory neelektrických veličín

Delenie podľa snímanej veličiny:

- mechanický – vzdialenosť, rýchlosť, veľkosť, sila ...
- tepelný – vplyv teploty na materiály
- elektrický – vplyv na elektrické parametre, napr. prúd, napätie, odpor, kapacita ...
- magnetický – magnetické parametre, napr. intenzita mag. poľa a magnetický tok ...
- chemický – pôsobí na vnútornú štruktúru hmoty

Základné požiadavky pri výbere snímačov

- jednoznačná závislosť výstupného signálu snímača na snímanej veličine
- vysoká citlivosť snímača

- presnosť
- časová stálosť
- minimálna závislosť na okolitých parazitných vplyvoch (elektromagnetické pole)
- minimálne pôsobenie na meraný objekt (pri dotykových snímačoch)
- vysoká spoľahlivosť
- jednoduchá konštrukcia.

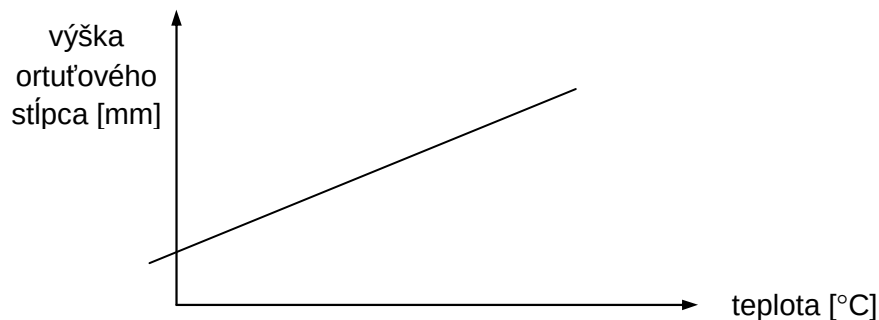
Podľa výstupného signálu

- s analógovým výstupom
- s binárnym výstupom
- s číslcovým, digitálnym výstupom

Analógový výstup

- výstupný signál nadobúda nekonečné množstvo hodnôt v danom meracom rozsahu
- každej hodnote vstupného signálu odpovedá hodnota výstupného signálu, hovoríme o spojitom výstupnom signály

Pr.: ortuťový teplomer – každej hodnote meranej teploty v meracom rozsahu odpovedá výška ortuťového stĺpca



Obr. Závislosť výšky ortuťového stĺpca od teploty

Binárny výstup

- výstupný výstup môže nadobúdať dve hodnoty, logickú jednotku a nulu.
- dokáže zosnímať dosiahnutie meranej hraničnej hodnoty. Napr. bimetalový teplomer, snímač priblíženia ...

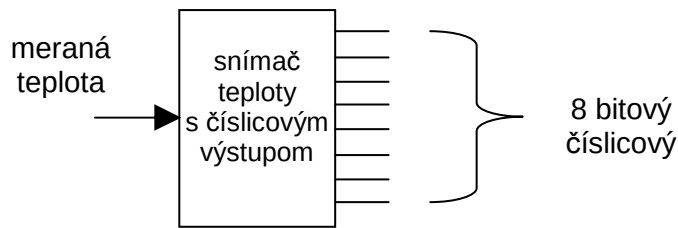
Digitálny, číslcový výstup

- výstup je tvorený samostatnými binárnymi výstupmi,
- ich kombináciou je možné popísať hodnoty, ktoré sú závislé od počtu bitov – hovoríme o n-bitovom číslcovom výstupe Napr. 8 bitový výstup popisuje 256 hodnôt
- presnosť snímača je tým väčšia čím viac bitový je výstup
- ich výhodou je ľahké pripojenie k číslcovo riadeným systémom

Pr.

Ak merací rozsah snímača teploty je 0 – 100 °C a výstup je 8 bitový – potom 0 °C odpovedá číslo 0000 0000b (0d) a 100 °C odpovedá 1111 1111b(255d) , celý merací rozsah je rozdelený na 256 hodnôt.

Najmenšia snímateľná hodnota je $100/256=0,3906$ °C



Charakteristické vlastnosti snímačov

- Presnosť** – aká je maximálna odchýlka nameranej výstupnej hodnoty od skutočnej hodnoty
- Opakovateľnosť merania** – rozdiel nameraných hodnôt pri meraní tej istej vstupnej veličiny
- Linearita** – udáva vernosť sledovania priamkovej závislosti výstupu od vstupu
- Citlivosť** – akú najmenšiu zmenu vstupnej veličiny dokáže snímač zaregistrovať
- Merací rozsah** – v akom rozsahu dokáže snímač zosnímať vstupnú veličinu

2.2 Odporové snímače polohy

- patria do skupiny odporových snímačov, s analógovým výstupom
- slúžia na snímanie polohy priamočiareho alebo rotačného pohybu

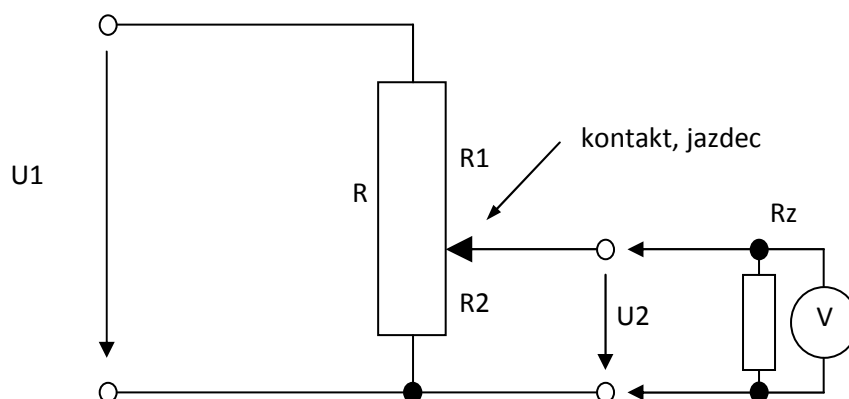
Tieto snímače sú zároveň prevodníkmi. Prevádzajú mechanický signál na signál elektrický. Zmena odporu nie je meraná priamo ale pomocou zmeny prúdu alebo napätia.

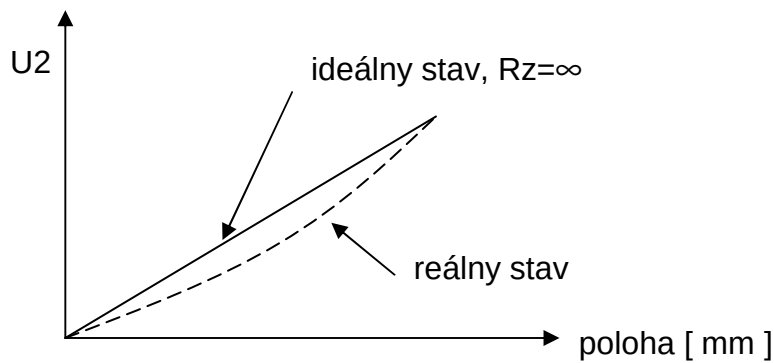
Po odporovej dráhe sa pohybuje jazdec, ktorý prepojený mechanickým prevodom s meraným objektom, ktorého pohyb meriame.

Používajú sa dve základné zapojenia:

Potenciometrické zapojenie

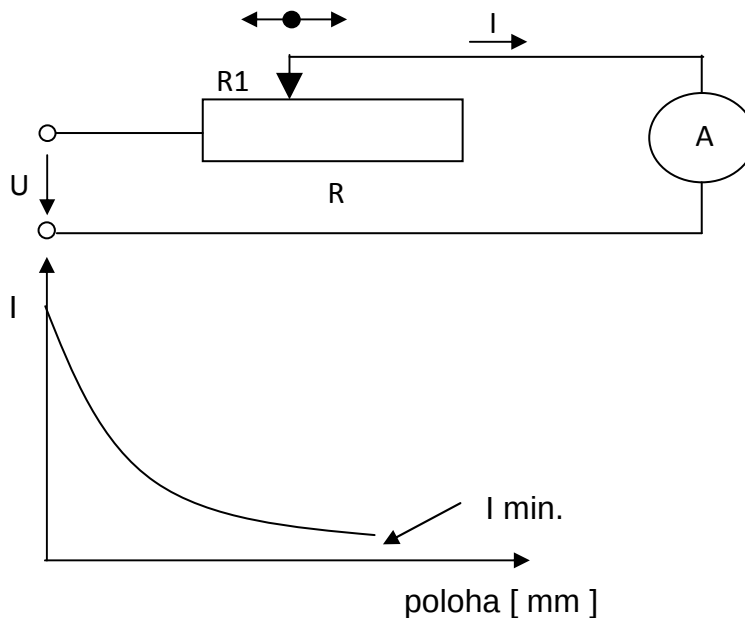
- jazdec delí celkový odpor R na dve časti R_1 a R_2 . Výstupnou veličinou je napätie, ktoré je dané Ohmovým zákonom. Závislosť výstupu od vstupu je lineárna v ideálnom prípade, ale prúd prechádzajúci cez merací voltmeter vnáša do merania skreslenie. Závislosť sa stáva nelineárnou.





Reostatové zapojenie

- výstupnou veličinou je prúd. Nevýhodou je veľká nelinearita a nemožnosť dosiahnutia nulových hodnôt. Prúd je závislý od polohy jazdca a ten od meranej polohy. Závislosť je vyjadrená Ohmovým zákonom.



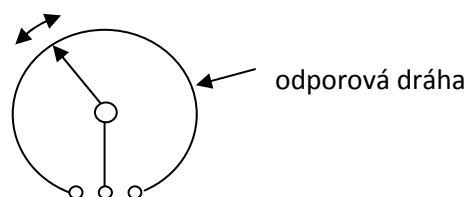
Praktické vyhotovenie a použitie:

- používajú sa lineárne a rotačné varianty. Rotačné sú výhodnejšie z dôvodu menších rozmerov.

Ako odporová dráha slúži odporový drôt alebo polovodičová vrstva. Pri rotačných odporových snímačoch sa používajú viacotáčkové varianty. Rozsah meraných dĺžok je daná konštrukciou snímača a pohybuje sa od desiatok milimetrov do niekoľkých metrov.

Pri meraní uhlov je rozsah 0 - 360°. Pri viacotáčkových variantoch je rozsah až 3600°.

Presnosť sa pohybuje okolo 1 %. Sú jednoduché a relatívne lacné. Ich životnosť je nízka z dôvodu opotrebenia odporovej dráhy.

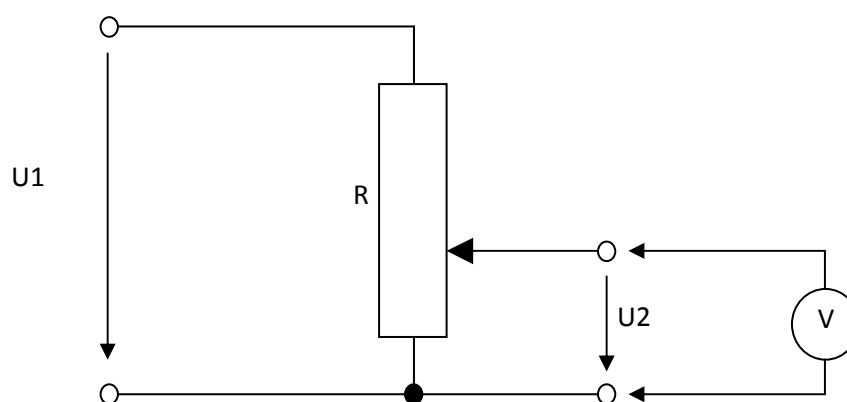


Úloha číslo 1

Názov: ODPOROVÝ SNÍMAČ POLOHY

Zadanie:

Prakticky overte odporový snímač polohy. Zapojte obvod podľa schémy, odvod'te výstupné napätie U_2 , a zostrojte graf v závislosti výstupného napätia od polohy.



2.3 Odporové snímače teploty

Pri odporových snímačoch teploty sa využíva princíp zmeny odporu vodiča alebo polovodiča v závislosti od zmeny teploty.

Pri výbere materiálu snímača je dôležité aby mal čo najväčší a stály teplotný súčiniteľ odporu, bol lacný, časovo stály a mal nízku časovú konštantu.

Časová konštanta – čas, za ktorý zaregistruje snímač skokovú zmenu teploty

Teplotný súčiniteľ odporu – vyjadruje akou veľkou zmenou odporu reaguje snímač na zmenu teploty, je nutná lineárna závislosť

Časová stálosť – nemennosť parametrov pri starnutí

Používajú sa :

- kovové snímače
- polovodičové snímače

Kovové odporové snímače

Na pozícii snímača sa používajú niektoré druhy kovov.

Používajú sa predovšetkým **čisté kovy**:

- platina
- meď
- nikel

Najčastejšie používaným materiálom pre kovové odporové snímače teploty je **platina**, pretože môže byť vyrobená v štandardnom čistom stave a je fyzikálne i chemicky stála. Vysoká presnosť merania, široký rozsah meranej teploty, vysoká dlhodobá stabilita a malá nelinearita závislosti odporu na teplote ponúkajú široké možnosti použitia platinových teplomerov i v náročnejších aplikáciách. **Nikel** má výhodu vyššej citlivosti, je však menej stály a ťažšie sa vyrába v štandardnej čistote. Pretože pri vyšších teplotách dochádza k zmene kryštalické modifikácie, previazanej i zmenou teplotného súčiniteľa, používa sa iba do cca 200 °C. Použitie **medi** je obmedzené z dôvodu ľahkej oxidovateľnosti a malého merného odporu.

Materiál	Základný odpor R_0 [Ω]	Merací rozsah [°C]	Teplotný súčiniteľ odporu $\alpha \cdot 10^{-3}$ [K^{-1}]
Pt	100	-200 až 850	3,85 až 3,93
Ni	100	-60 až 180 (250)	6,17 až 6,70
Cu	100	-200 až 200	4,26 až 4,33

Platí **vzťah**:

$$R_t = R_0(1 + \alpha \Delta t)$$

R_t – odpor vodiča pri teplote t

R_0 – odpor vodiča pri 0 °C

α – teplotný súčiniteľ odporu vodiča

t – teplota

$$^{\circ}\text{C} = \text{K} - 273,15$$

$$\text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273,15$$

kde K je teplota v kelvinoch, $^{\circ}\text{C}$ je teplota v stupňoch Celzia.

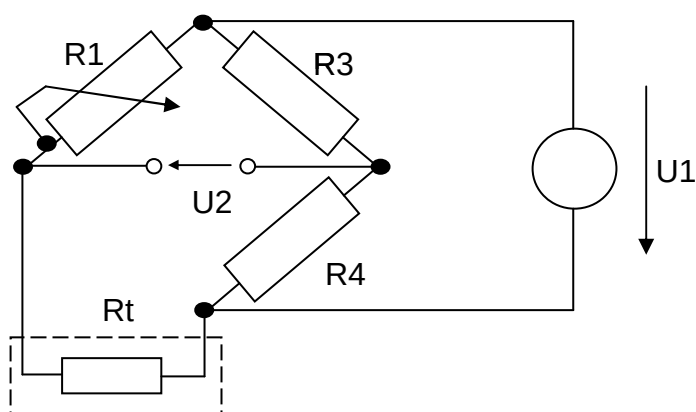
Zapojenie odporového snímača do mostíka

O odporový snímač teploty sa zapája do mostíka z dôvodu zvýšenia citlivosti a odstránenia vplyvu prípojných vodičov.

O odporový snímač teploty je zapojený do mostíka, mostík je v rovnováhe keď pomer $R_1/R_t = R_3/R_4$. Pri porušení tejto rovnováhy sa objaví napätie, ktoré je merané voltmetrom. Veľkosť tohto napätia je závislá od zmeny odporu R_t a teda aj od zmeny teploty.

Odpor R_1 je premenlivý a slúži na nastavenie rovnováhy mostíka pri teplote $0\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Pri väčších vzdialenostiach medzi mostíkom a snímačom sa do merania vnáša chyba vplyvom prípojných vodičov. Aj vodiče sú z teplotne závislého materiálu. Tento vplyv sa odstraňuje zapojením mostíka s trojvodičovou a štvorvodičovou kompenzáciou.



Polovodičové odporové snímače

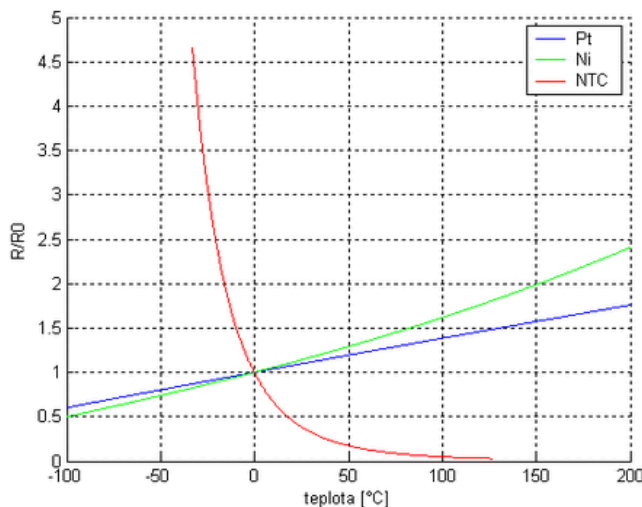
Používajú sa polovodičové materiály bez PN prechodu a s PN prechodom. V poslednom období zaznamenávajú veľký rozmach. Používajú sa v oblasti mikrosenzorov, počítačovej technike a domácej technike kvôli malým rozmerom, nízkej cene a dobrým elektrickým parametrom.

U polovodičových snímačov teploty sa podobne ako u kovových využíva teplotná závislosť odporu na teplote. Na rozdiel od kovov je ale princíp vodivosti polovodičov odlišný, a preto sú iné i vlastnosti týchto senzorov. Vedenie prúdu v kovoch zaisťujú valenčné elektróny, ktoré sú k jadrú viazané veľmi slabou a vytvárajú tzv. elektronový plyn. S rastúcou teplotou sa zvyšuje amplitúda kmitov jednotlivých atómov, ktoré tak obmedzujú elektrónom priechod a zvyšujú elektrický odpor materiálu. U polovodičov je tomu však inak. Pri teplote absolútnej nuly sú všetky elektróny pevne viazané k svojim jadrám a materiál nemôže viesť prúd. Elektrónom je treba dodať určitú energiu k tomu, aby „preskočili“ cez tzv. zakázaný pás do pásu vodivostného a mohli sa zúčastniť vedenia prúdu. Touto energiou môže byť napr. energia elektromagnetického poľa alebo energia tepelná. S rastúcou teplotou teda bude koncentrácia nosičov náboja rásť a elektrický odpor materiálu sa bude znižovať. Zatiaľ čo sa tento jav snažíme u klasických polovodičových súčiastok potlačiť, u termistorov sa ho naopak snažíme vhodnou technológiou a zložením zvýrazniť.

Termistory NTC (negastory)

Už podľa názvu majú termistory NTC (Negative Temperature Coefficient) záporný teplotný súčiniteľ odporu. S rastúcou teplotou sa zvyšuje koncentrácia nosičov náboja a elektrický odpor klesá. Závislosť odporu termistoru na teplote je silne nelineárna

Na nasledujúcom obrázku je vidieť porovnanie teplotných závislostí kovových a polovodičových odporových snímačov teploty.



Teplotné závislosti odporových senzorov teploty (Pt, Ni, NTC)

Základné vlastnosti termistorov NTC

- **Teplotný súčiniteľ odporu je záporný** a zhruba o rad vyšší než u kovov (obvykle nadobúda hodnoty $-0,03 \text{ K}^{-1}$ až $-0,06 \text{ K}^{-1}$).
- **Bežný rozsah teplôt je** $-50 \text{ }^{\circ}\text{C}$ až $150 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (menej často $-100 \text{ }^{\circ}\text{C}$ až $300 \text{ }^{\circ}\text{C}$, výnimočne do $400 \text{ }^{\circ}\text{C}$).
- **Široké rozmedzie hodnôt odporu** (od $0,1 \text{ }\Omega$ až niekoľko $\text{M}\Omega$), oproti platinovým senzorom majú obvykle omnoho väčší odpor a väčšiu citlivosť, čo prináša menej problémov v súvislosti s teplotne závislými prívodmi.
- **Veľká citlivosť, malá hmotnosť a rozmery** umožňujú merať i veľmi rýchle teplotné zmeny.
- V porovnaní s platinovými senzory sú NTC termistory **menej stabilné a časove nestále**.
- Zásadnou nevýhodou je **značná nelinearita**.

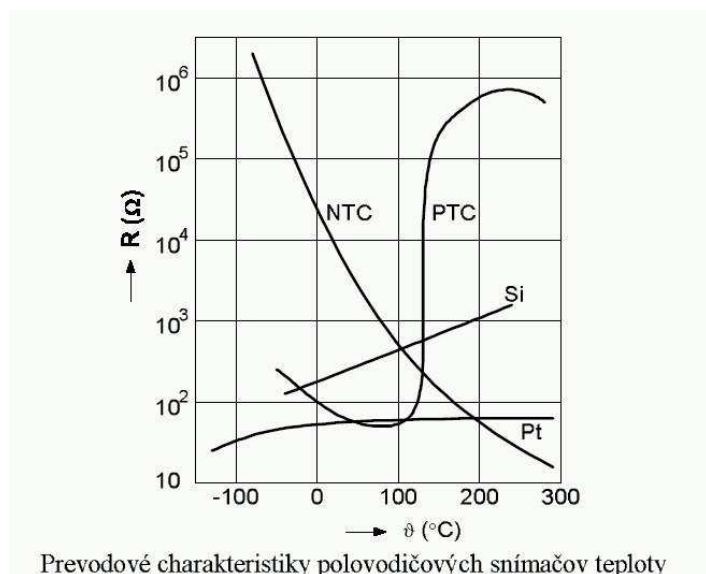
NTC termistory sa dobre uplatňujú v menej náročných aplikáciách, pre bodové merania a pre merania malých alebo rýchlych zmien teploty. Sú ľahko dostupné a obvykle majú i priaznivú cenu.

Termistory PTC (pozistory)

Termistory PTC (positive temperature coefficient) majú na rozdiel od NTC termistorov kladný teplotný koeficient. Ako je jasné z grafu, vykazujú termistory PTC nelineárnu závislosť odporu na teplote. Ich odpor s rastúcou teplotou najprv mierne klesá a po prekročení Curieovej teploty strmo rastie. Po náraste zhruba o tri rady hodnota odporu opäť mierne klesá (s touto časťou charakteristiky sa však už obvykle nepracuje).

NTC termistory vykazujú značne nelineárnu závislosť odporu na teplote a majú záporný teplotný koeficient. Jedná sa o prvky s všestranným použitím nachádzajúce uplatnenie v rade aplikácií. Vďaka značne nelineárnej charakteristike je možné NTC termistory využiť tiež pre generovanie definovaného časového oneskorenia.

PTC termistory majú značne nelineárnu charakteristiku s prevažne kladným teplotným koeficientom. Ich použitie je obecnne obmedzenejšie než u NTC termistorov, k meraniu teploty sa prakticky nepoužívajú. Nachádzajú uplatnenie najmä ako dvojestavové detektory



Termoelektrický snímač teploty

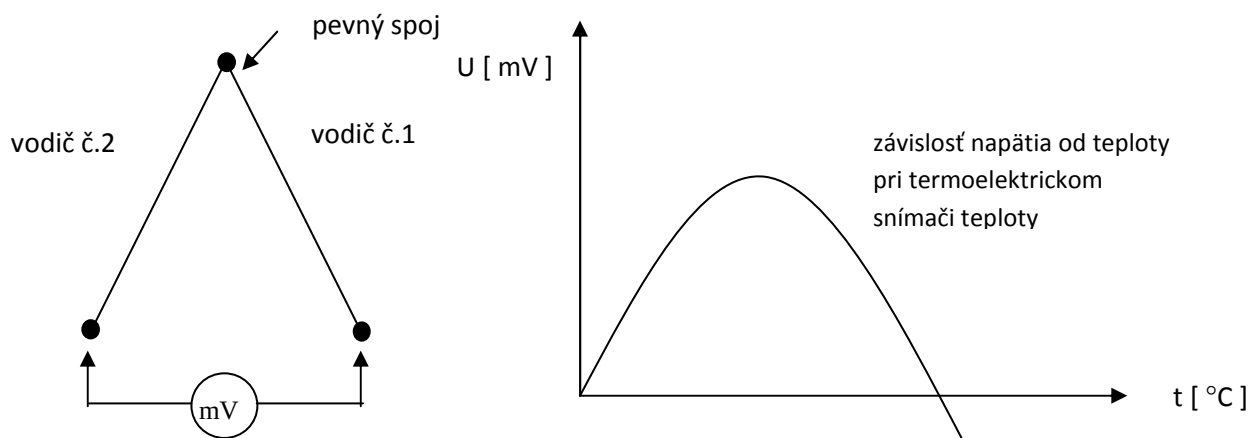
Využíva sa **termoelektrický jav** – na styku dvoch kovov môže vzniknúť rozdiel potenciálov, keď výstupná práca obidvoch kovov je rôzna. Najčastejšie majú rôznu teplotu. Vzniknuté napätie sa nazýva termoelektrické napätie.

Pri spojení dvoch kovových vodičov z rôznych materiálov, pričom jeden má viac a druhý menej voľných elektrónov, a pri zohriatí bodu styku sa na koncoch vodičov objaví termoelektrické napätie. Toto napätie je závislé od teploty spoja. Vodiče sú spojené pevne najčastejšie letovaním alebo zváraním. Tento jav sa nazýva Seebeckov jav, na ktorom je založené meranie teploty termoelektrickými článkami (termočlánkami).

K Seebeckovu javu existuje jav opačný, ktorý sa nazýva Peltierov jav. Ten sa prejavuje tak, že pri priechode elektrického prúdu zmeneným elektrickým obvodom sa jeden z jeho spojov zahrieva a druhý naopak ochladzuje.

Používané dvojice materiálov vodičov:

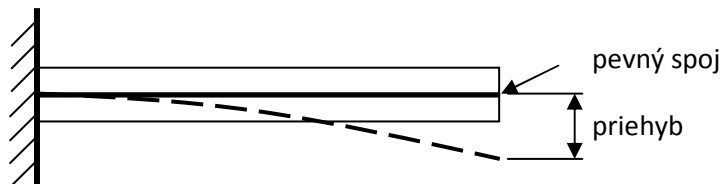
meď – konštantán	- 200 až +400 °C	konštantán – zliatina medi a niklu
železo – konštantán	- 200 až +600 °C	
nikelchrom – nikel	0 až + 900 °C	



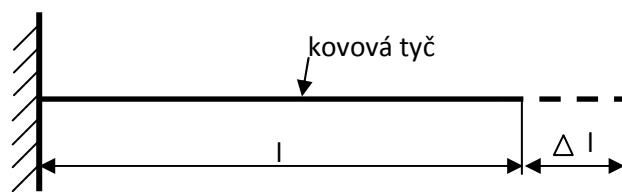
Bimetallový snímač

Patrí do skupiny binárnych snímačov. Využíva sa princíp dĺžkovej rozťažnosti kovov. Dva pásiky z kovov z rozličnou teplotnou rozťažnosťou sú spojené po dĺžke pevným spojom.

Pri zmene teploty každý s pásikov zmení svoju dĺžku. Pretože sú snímače pevne spojené dôjde k ohnuti celého snímača. Pri dostatočnom prehnutí dôjde k zopnutiu alebo rozopnutiu kontaktu. Tieto snímače sa používajú na zabezpečenie maximálnej alebo minimálnej teploty. Napr. žehličky, práčky, chladničky ...

**Dilatačný teplomer**

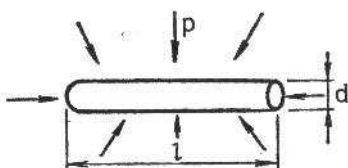
Patrí do skupiny binárnych snímačov. Využíva rozťažnosť kovových materiálov. Pri zmene teploty dochádza k zmene dĺžky tyče. Po spojení s spínačom môže kontrolovať dosiahnutie určitej medznej teploty. Použitie ako v predchádzajúcom prípade.

**2.4 Odporové snímače deformácie – tenzometre**

Patria do skupiny analógových snímačov. Využíva sa zmena odporu vodiča v závislosti od zmeny jeho rozmerov. Využívajú sa na meranie predĺženia, skrátenia, skrútenia...

Základný princíp:

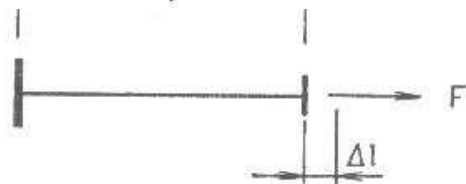
Odpor vodiča závisí od druhu materiálu, vonkajších podmienok a rozmerov. Pri zaťažení kovového drôtička sa menia jeho rozmery a tým sa mení jeho elektrický odpor.



Platia vzťahy:

$$R = \rho \cdot \frac{l}{S}$$

$$R_1 = \rho \cdot \frac{l + \Delta l}{S - \Delta S}$$



- R – odpor vodiča pred zaťažením
- R₁ – odpor vodiča po zaťažení
- ρ – merný odpor
- l – dĺžka pred predĺžením
- Δl – predĺženie
- ΔS – zmena prierezu
- F – zaťažujúca sila

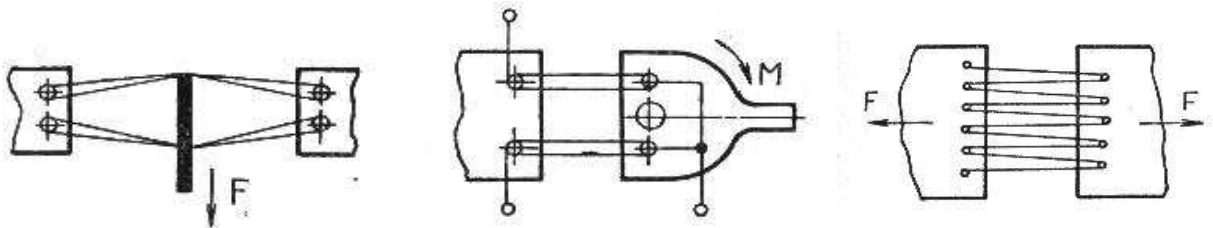
Podľa použitého materiálu:

- kovové tenzometrické snímače
- polovodičové tenzometrické snímače
- magnetotenzometre

Kovové odporové tenzometre**Snímače s voľným odporovým článkom:**

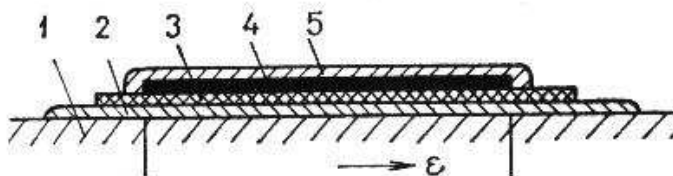
Odporové drôtičky sú uchytené medzi sústavou držiakov. Aktívny odporový článok nie je prilepený a odpadajú problémy s prenosom deformácie na celý povrch odporového článku.

je možné použitie i vo vyšších teplotách. (300 °C), výroba je však veľmi náročná na mechanické prevedenie. Používajú sa na meranie tlakov, tlakových síl a zrýchlení.

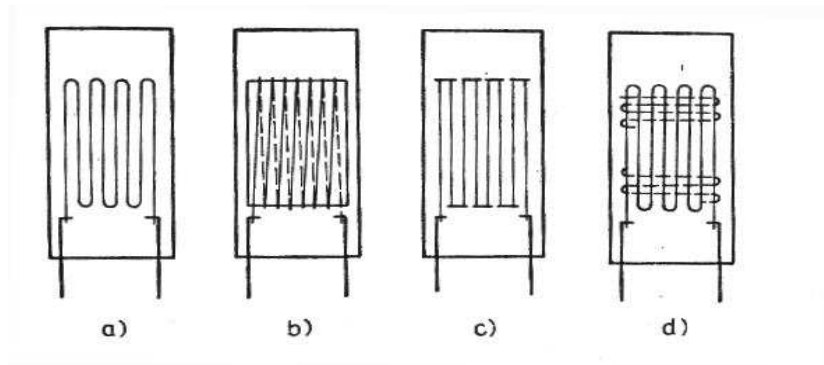
Praktické prevedenia voľných tenzometrov:**Kovové tenzometre lepené**

Odporový článok je prilepený na podložke, ktorá je celá následne prilepená na meranú časť.

Vlastný odporový drôt má tvar mriežky.

Princíp:

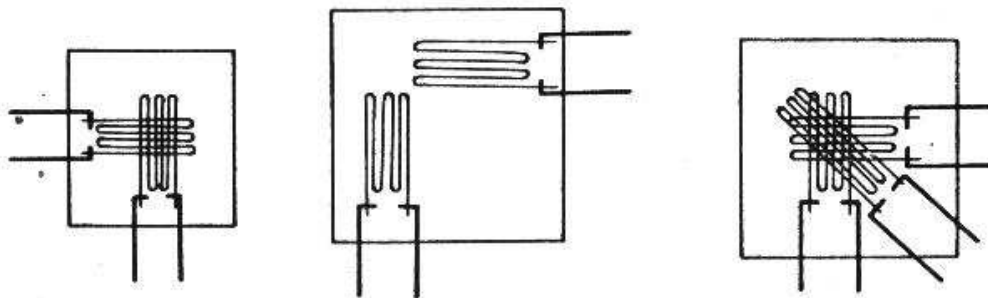
- 1 - základný, meraný materiál
- 2 - fólia
- 3 - ochranná vrstva + lepidlo
- 4 - tenzometrický drôť
- 5 - ochranná vrstva

Základné typy lepených odporových tenzometrov:

- a – najpoužívanejší typ. Drôty majú kruhové zaoblenie.
- b – typ s vinutým drôtom na podložke, ktorá je potom stlačená
- c – delený typ, priečne drôtičky majú väčší prierez
- d – tkaný typ tenzometra.

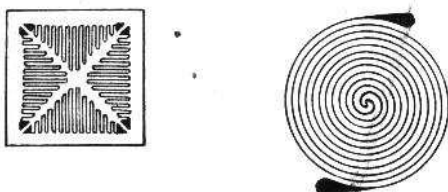
Združené tenzometre:

Slúžia na meranie namáhání vo viacerých smeroch. Na jednej podložke je umiestnených niekoľko tenzometrov vhodne orientovaných. Môžu byť umiestnené vedľa seba ale i na sebe.

**Fóliové tenzometre:**

Z hľadiska parametrov a technického použitia sa používajú aj snímače s obdĺžnikovým prierezom odporového drôtu. Sú zhotovené z fólie o hrúbke 1 – 10 μm a prilepené na podložke. Toto usporiadanie umožňuje vyrábať snímače rôznych tvarov a uspôbiť ich tvaru meraného miesta.

Príklady fóliových **tenzometrov**:

**Používané materiály:****Materiál tenzometrov:**

- konštantán
- nikel
- meď
- nikelchróm
- oceľ

Materiál fólii:

- papier
- umelé hmoty
- tkaniny ...

Materiál lepidiel:

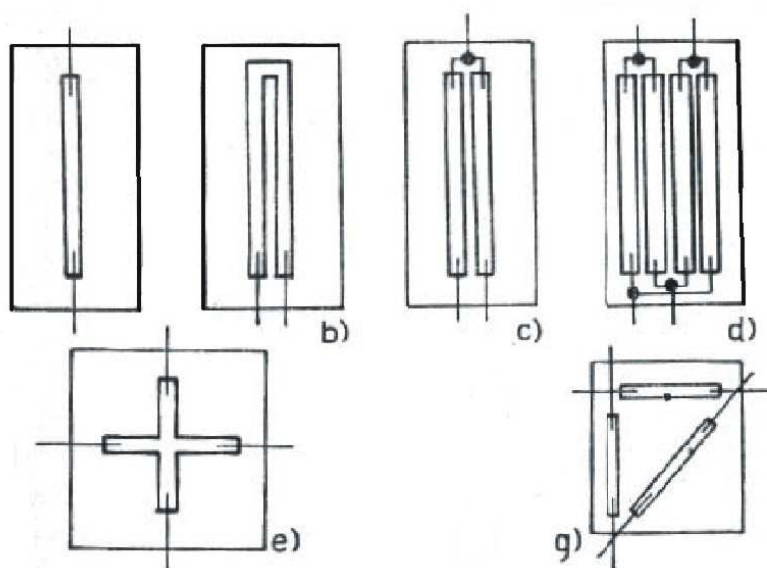
- termoplasty
- termosety
- živicové lepidlá
- keramické tmely

Polovodičové tenzometre

Sú vyrobené na báze polovodičov, najčastejšie germánia a kremíka. Ich merný odpor je veľký. Pohybuje sa v rozmedzí niekoľko miliohmov do jednotiek ohmov. Najčastejšie sa vyrábajú tenzometre s 60, 120 a 350 ohmovým merným odporom. Sú citlivé na zmenu teploty. Vyskytuje sa tiež citlivosť na svetlo – fotocitlivosť. Preto je nutné tieto vplyvy kompenzovať.

Polovodičové tenzometre sa lepia priamo na meranú súčiastku alebo na podložku.

Konštrukcia polovodičových tenzometrov:



- a - jednoduchý tenzometer
- b - tenzometer v tvare U
- c - dvojité tenzometer – pracuje ako merací aj ako kompenzačný tenzometer
- d - tenzometrický mostík
- e - krížový tenzometer
- f - terčový tenzometer
- g - združené tenzometre

Použitie odporových snímačov namáhania, tenzometrov:

- meranie tlakovej a ťahovej sily – namáhanie ojníc, zaťažovanie lán, výťahy ...
- meranie momentu skrútenia – experimentálne overenie výpočtov, prevodovky, spojky ...
- meranie zrýchlenia – rozbeh motorov ...

Magnetoelastické tenzometre

Magnetoelastické senzory predĺženia využívajú zmenu magnetického stavu materiálu spôsobenú mechanickým namáhaním – spravidla ako zmenu permeability jadra induktívneho senzora pri jeho striedavom magnetovaní.

Hlavnou výhodou magnetoelastických snímačov v porovnaní s klasickými odporovými alebo polovodičovými tenzometrami je ich o niekoľko rádov vyššia citlivosť. Na senzory využívané v stavebníctve a geotechnike sa okrem požadovanej vysokej citlivosti kladie dôraz na odolnosť voči externým magnetickým poliam, vysokej vlhkosti okolitého prostredia a na spoľahlivosť v širokom teplotnom intervale.

Ponorný tenzometer do betónu

Hermeticky uzavretý snímač určený na meranie pomernej deformácie betónu. Montuje sa do miest, ktoré sú smerodajné pre zistenie mechanických napätí v betóne. Vo zvolenom mieste sa môže umiestniť niekoľko snímačov s osami v rôznych uhloch na určenie smeru napätia (deformácie). K tejto skupine je vhodné umiestniť aj jeden kompenzačný snímač na kompenzáciu teplotného vplyvu. Zaistenie polohy snímača sa vykoná pred zabetónovaním konštrukcie pomocou držiakov tenzometrov. Pri betónovaní a zhutnení betónu sa nesmie poškodiť snímač ani kábel. Kábel od tenzometra treba vyviesť na miesto predpokladaného pripojenia meracej aparatury.

**Technické údaje:**

dĺžka 230 mm

priemer 45 mm

hmotnosť 1 kg

merací rozsah -500 až +2500 $\mu\epsilon$, -2500 až +500 $\mu\epsilon$ **Tenzometer do výstuže**

Snímač určený na meranie pomernej deformácie ocelej výstuže. Montuje sa privarením do výstuže stavebných konštrukcií. Po zabetónovaní a zhutnení betónu sa kábel vyvedie na miesto pripojenia meracej aparatury. Používa sa pre výstuž v rozmedzí priemeru stavebnej ocele 18 až 25 mm. Podľa predpokladaného smeru namáhania sú delené na meranie deformácií v ťahu alebo v tlaku.

**Technické údaje:**

rozmery ocelej prútu: dĺžka 400 mm, priemer 18 – 25 mm

vzdialenosť amorfnej pásky od povrchu ocele 2 mm

hmotnosť cca 0,8 kg

merací rozsah -500 až +2500 $\mu\epsilon$, -2500 až +500 $\mu\epsilon$ **Uzavretý tenzometer na povrch konštrukcie**

Snímač určený na meranie pomernej deformácie na povrchu kovovej konštrukcie. Montuje sa privarením (pribodovaním) alebo prilepením na povrch konštrukcií. Podľa predpokladaného smeru namáhania sú dodávané pre meranie deformácií v ťahu alebo v tlaku.

**Technické údaje:**

rozmery 170 x 40 x 25 mm

hmotnosť cca 0,2 kg

merací rozsah -500 až +2500 $\mu\epsilon$, -2500 až +500 $\mu\epsilon$ **Piezoelektrické senzory**

Sú založené na piezoelektrickom jave. Pôsobením mechanických deformácií dochádza u niektorých druhov kryštálov k vzniku elektrického náboja. Tento dej je recipročný, priložením striedavého elektrického poľa sa kryštál mechanicky rozkmitá. Tieto vlastnosti vykazuje napr. kremeň, titaničitán bárnatý a olovnatý, niektoré makromolekulové látky a iné. V praxi sa najčastejšie využívajú vlastnosti SiO_2 a BaTiO_3 .

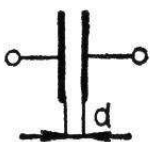
Piezoelektrické snímače sa používajú predovšetkým pre meranie dynamických tlakov od frekvencie 3 až 5 Hz. Ich výhodou sú miniatúrne rozmery, jednoduchosť a umožňujú merať v širšom meracom rozsahu, napr. do 100 kHz. Používajú sa najmä k meraniu tlaku, tlakovej sily, zrýchlenia, výchylky a mechanického napätia.

2.5 Kapacitné snímače

- základom kapacitných snímačov je dvoj alebo viacelektrodový kondenzátor, ktorý mení svoje parametre v závislosti od meranej neelektrickej veličiny.
- kapacitné snímače sa používajú s analógovým i binárnym výstupom

Základný vzťah:

- pre kapacitu jednoduchého rovinného kondenzátora platí:



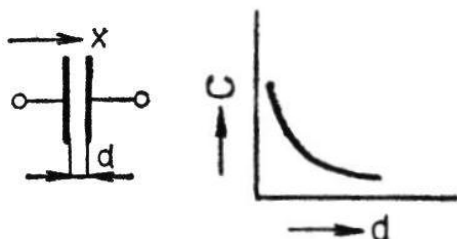
$$C = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \frac{S}{d}$$

ϵ_0 - permitivita vákua
 ϵ_r - relatívna permitivita
 S - plocha elektrod
 d - vzdialenosť elektrod
 C - kapacita kondenzátora

Zmena kapacity kondenzátora sa pri kapacitných snímačoch uskutočňuje zmenou niektorej s premenných : S , d , ϵ_0

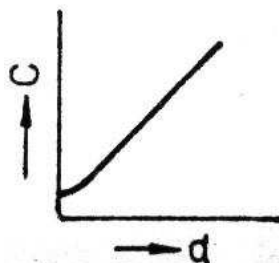
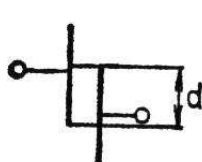
Základné typy kapacitných snímačov:

- 1. medzerový** – zmena kapacity sa prevádza zmenou vzdialenosti elektrod. Ako dielektrikum sa používa vzduch. Závislosť kapacity kondenzátora od medzery d je silne



závislosť kapacity
kondenzátora od vzdialenosti d

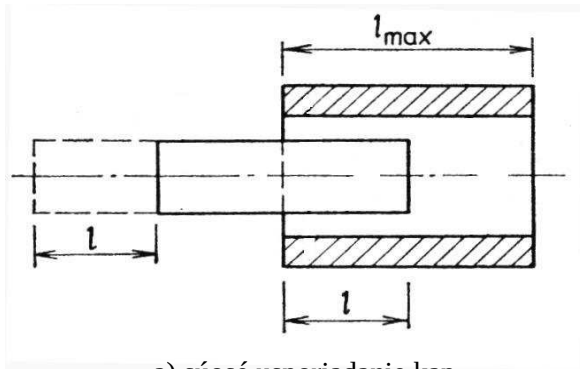
- 2. prekrývací** – zmena kapacity sa prevádza zmenou záberovej plochy elektrod. Závislosť kapacity kondenzátora od plochy je lineárna. Pri praktickom vyhotovení sa používa súosé alebo zubové usporiadanie snímača.



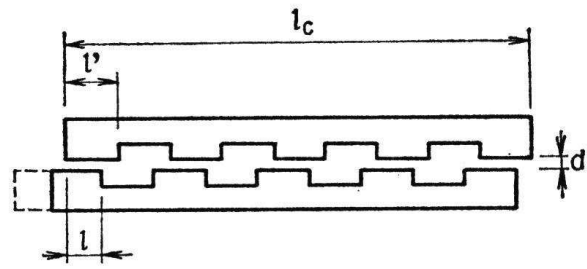
závislosť kapacity
kondenzátora od d

Mechanické prevedenie:

- súosé prevedenie kapacitného snímača** – do dutého valca sa zasúva jadro. Jadro a valec sú zároveň elektrodami. Používa sa na meranie veľkých posunutí. Má lineárnu závislosť.
- zubové usporiadanie kapacitného snímača** – elektródy majú zubovitý tvar. Tento tvar sa používa na meranie menších posunutí.



a) súosé usporiadanie kap.

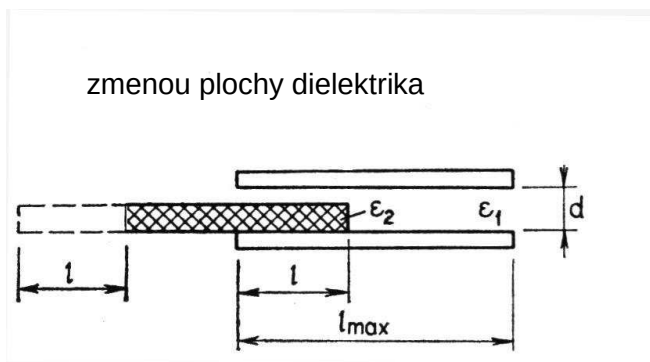


b) zubové usporiadanie kap.

3. zmenou dielektrika – zmena kapacity sa prevádza zmenou niektorej z parametrov dielektrického materiálu. Charakteristika týchto snímačov je lineárna.

Zmena parametrov sa uskutočňuje týmito **spôsobmi**:

- zmenou plochy dielektrika
- zmenou hrúbky dielektrika
- zmenou permitivity dielektrika

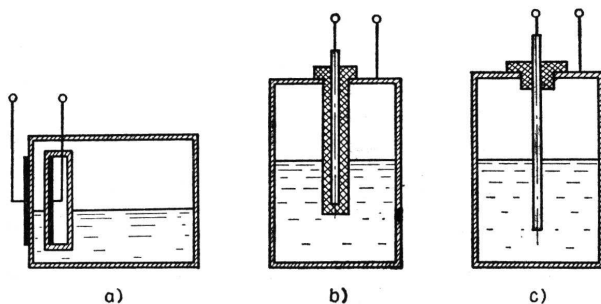


zmenou plochy dielektrika

Praktické použitia kapacitných snímačov:

- používajú sa na meranie skoro všetkých neelektrických a niektorých elektrických veličín.
- meranie výšky hladiny a zisťovanie medzných stavov látok všetkých druhov, kvapalných, sypkých alebo kusových, výška kvapaliny sa dá merať i v uzavretých nádobách
- meranie vlhkosti, tlaku, krútiaceho momentu, polohy

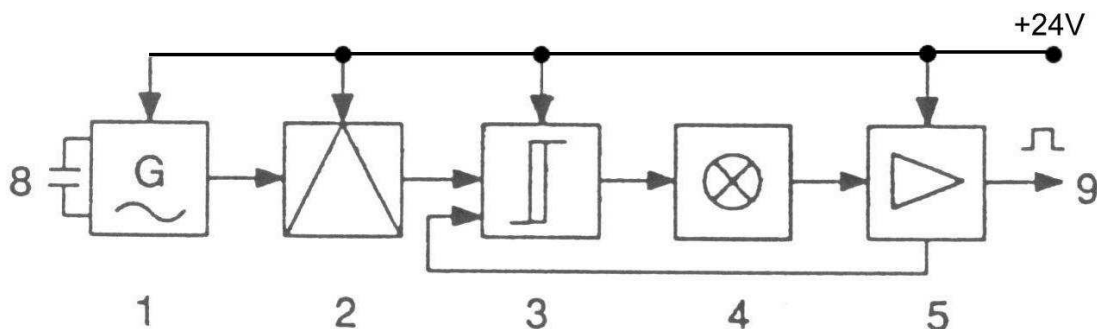
Meranie výšky hladiny kvapaliny:



- vnútorná a vonkajšia elektróda
- vnútorná izolovaná elektróda
- vnútorná neizolovaná elektróda

Binárny kapacitný snímač

- sú to snímače, ktoré majú na výstupe logickú 1 alebo 0. Snímajú prítomnosť objektu v svojom snímacom dosahu. Využíva sa zmena kapacity kondenzátora s otvoreným magnetickým poľom.

**Popis:**

Pri približovaní meraného objektu k snímaciemu kondenzátoru rastie jeho kapacita. Kondenzátor je pripojený k oscilátoru G, ktorého výstupná frekvencia závisí od kapacity kondenzátora. Približovaním objektu sa mení i výstupná frekvencia signálu oscilátora. Sledovanie veľkosti frekvencie má za úlohu demodulátor. Pri dosiahnutí hraničnej hodnoty frekvencie dá demodulátor spúšťaciemu členu signál na zopnutie. Na výstupe sa objaví signál zosilnený koncovým členom.

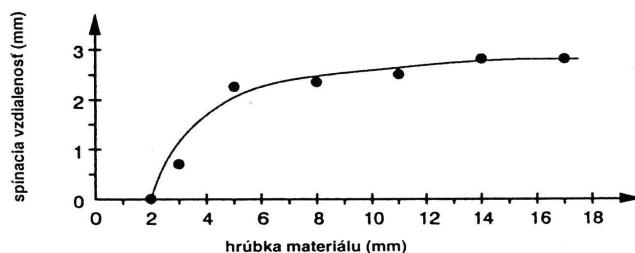
- 8 - kondenzátor s otvoreným mag. poľom
- 1 - oscilátor
- 2 - demodulátor
- 3 - spúšťací člen
- 4 - indikácia zopnutia
- 5 - koncový člen

Charakteristika snímača:

- spínacia oblasť – nízka, niekoľko milimetrov
- hysterézia – nízka, desatiny milimetra

Spínacia vzdialenosť závisí:

- od druhu materiálu – sníma skoro všetky materiály, najlepšie vzdialenosti sú pri kovoch
- od hrúbky materiálu – so zvyšovaním hrúbky rastie spínacia vzdialenosť až po hraničnú hrúbku



závislosť spínacej vzdialenosti od hrúbky materiálu

Úloha číslo 2a

Názov: VPLYV ROZNYCH MATERIÁLOV NA SPÍNACIU VZDIALENOSŤ KAPACITNÉHO SNÍMAČA

Zadanie:

Monitorovaná má byť prítomnosť kartónových krabíc v baliacom stroji. Pre detekciu je použitý kapacitný snímač. Skúmajte či je vhodný pre tento účel. Zistite či by boli vhodné aj iné baliace materiály.

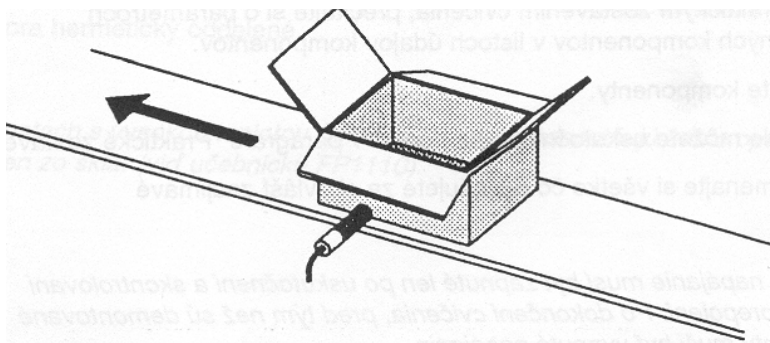
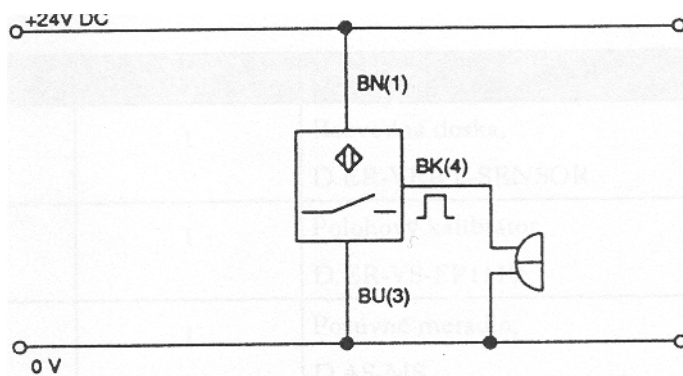


Schéma zapojenia:



Materiál:

- 3- mäkká oceľ
- 4- nerezová oceľ
- 5- hliník
- 6- mosadz
- 7- meď
- 8- kartón
- 9- guma
- 10- plast transparentný

Úloha číslo 2b

Názov: VPLYV HRÚBKY MATERIÁLOV NA SPÍNACIU VZDIALENOSŤ KAPACITNÉHO SNÍMAČA

Zadanie:

Na transportnom dopravníku budú detekované plastické súčiastky s meniacou sa hrúbkou. Na detekciu je použitý kapacitný snímač. Vyskúšajte vplyv hrúbky materiálu na spínaciu vzdialenosť a zostrojte graf v závislosti spínacej vzdialenosti od hrúbky materiálu.

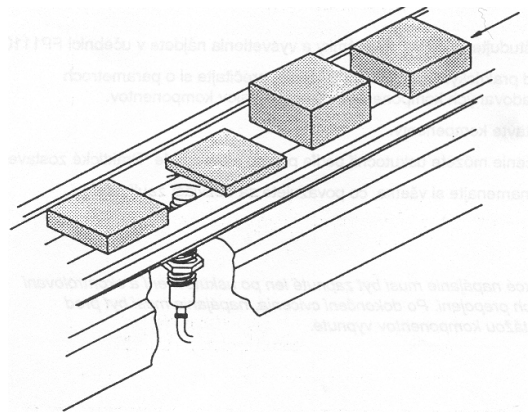
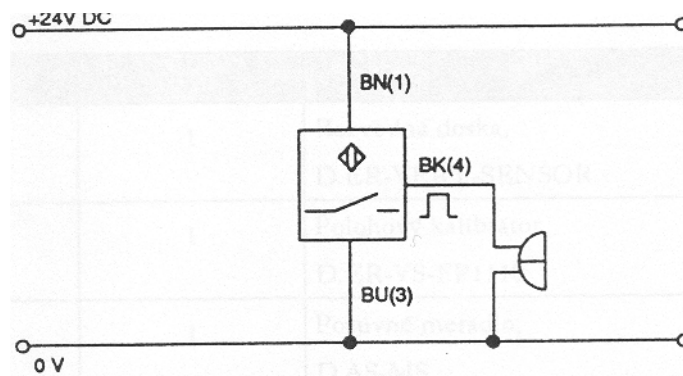


Schéma zapojenia:



Meraný materiál:

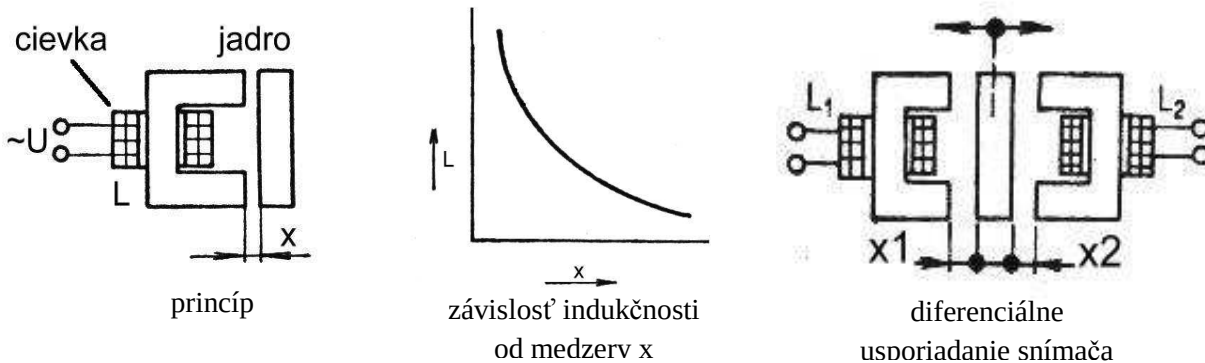
Plast, časť 23	2 mm
Plast, časť 24	3 mm
Plast, časť 25	5 mm
Plast, časť 26	8 mm
Plast, časť 27	11 mm
Plast, časť 28	14 mm
Plast, časť 29	17 mm

2.6 Indukčné snímače

Indukčné snímače - využíva sa spojenie indukčnosti cievky a magnetického obvodu, ktorý je tvorený pomocou stáleho permanentného magnetu

Indukčný snímač s uzavretým magnetickým obvodom

- snímače pracujú so zmenou veľkosti vzduchovej medzery

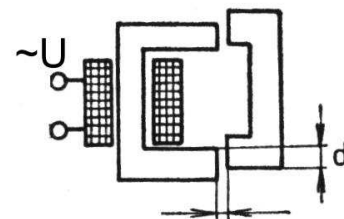


Popis:

- na jadre je navinuté vinutie cievky, ktoré je napájané konštantným striedavým napätím. Indukčnosť cievky závisí od veľkosti magnetického toku pretekajúceho jadrom. Zmenou vzduchovej medzery x dochádza k zmene magnetického toku a tým i k zmene indukčnosti cievky. Závislosť indukčnosti od veľkosti medzery x je silne nelineárna. Meriame veľkosť pretekajúceho prúdu cez obvod. Prúd sa mení so zmenou indukčnosti cievky a tým závisí i od posunutia x . Pre zlepšenie linearitu sa používa diferenciálne zapojenie. Snímač sa používa na meranie malých posunutí x .

IS so zmenou plochy vzduchovej medzery:

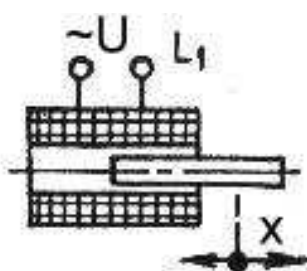
- ide o obdobu predchádzajúceho princípu ale medzera zostáva konštantná. Mení sa záberová plocha vzduchovej medzery.



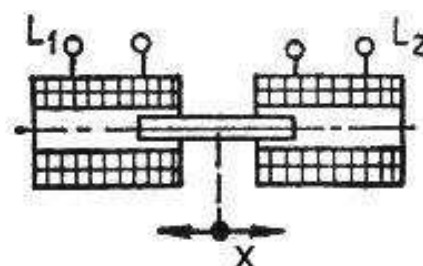
Indukčný snímač s otvoreným magnetickým obvodom

- snímač sa skladá z cievky, do ktorej je zasúvané feromagnetické jadro. Tým sa mení indukčnosť cievky a a prúd pretekajúci obvodom. Cievka je napájaná striedavým konštantným napätím

- používa sa pri meraní veľkých zmien polohy, až do 300 mm.
- závislosť prúdu od posunutia x je silne nelineárna



princíp



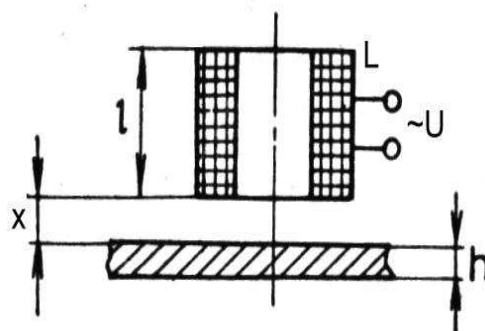
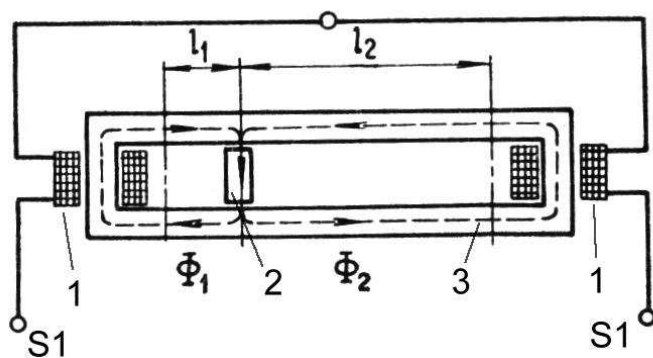
diferenciálne usporiadanie snímača

Indukčný snímač s potlačeným magnetickým obvodom

tento typ snímača využíva zmenu indukčnosti cievky pri približovaní sa k vodivému materiálu. cez cievku preteká striedavý prúd, ktorý je daný veľkosťou napätia a indukčnosťou cievky. Okolo cievky je elektromagnetické pole vyvolané pretekajúcim prúdom. Pri priblížení k vodivému materiálu vzniknú v ňom vírivé prúdy, ktoré vyvolajú zmenu pôvodného poľa. Pole znižuje svoju intenzitu a tým sa mení i pretekajúci prúd. Indukčnosť sa mení i pri zmene hrúbky materiálu, zmene zloženia materiálu, jeho teplote.

Majú pomerne veľkú nelinearitu

Používajú sa ako bezdotykové snímače prítomnosti objektov.

**Indukčné snímače s pohyblivou cievkou:**

1 – budiace vinutia

3 – pevné jadro

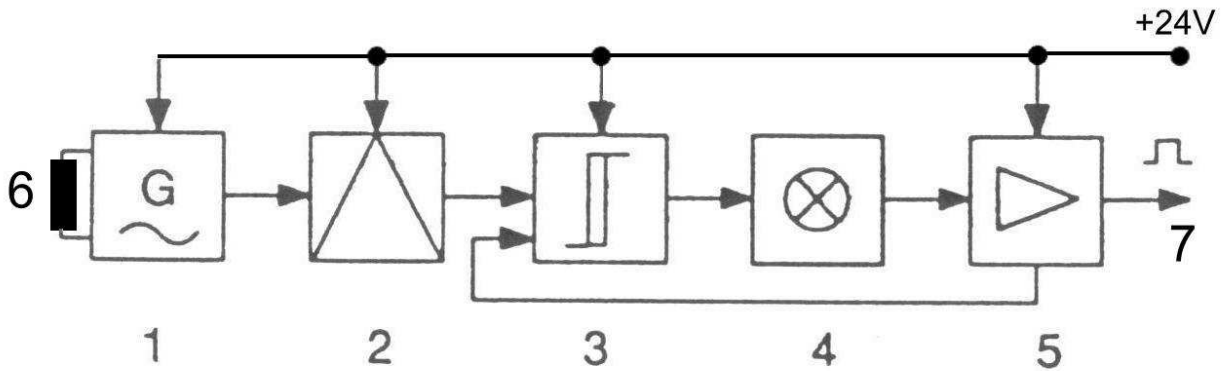
2 – pohyblivá cievka

Na svorky S1 budiacich vinutí sa privádza striedavé napätie. Cievky vytvárajú pomerné magnetické toky Φ_1 a Φ_2 prechádzajúce cez pohyblivú cievku. Ak je cievka 2 v strede tak magnetické toky sa navzájom zrušia a na cievke nebude žiadne napätie. Pri pohybe cievky v medzere sa menia jednotlivé magnetické toky a následne sa objaví na cievke napätie závislé od polohy cievky.

Tieto snímače sa používajú pri snímaní veľkých posunutí. Majú lineárny priebeh.

Binárny indukčný snímač

- patrí k snímačom s binárnym výstupom
- jeho úlohou je snímať prítomnosť elektricky vodivého objektu vo svojom snímacom rozsahu



1, G	- oscilátor	4	- LED indikácia zopnutia
2	- demodulátor	5	- koncový člen
3	- spúšťací člen	6	- cievka
7	- výstupný signál		

Popis:

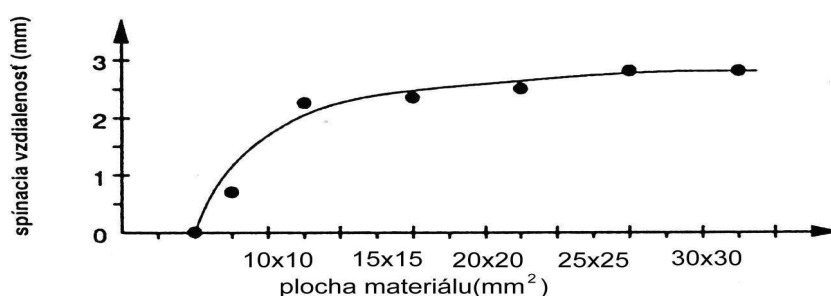
- oscilátor napája cievku striedavým napätím. Cievka vytvára vo svojom okolí striedavé elektromagnetické pole. Pri vložení elektricky vodivého materiálu do tohto poľa sa podľa zákona o indukčnosti vytvárajú v tomto materiáli vírivé prúdy, ktoré zoslabujú kmitanie pôvodného poľa. Zoslabenie je vyhodnocované demodulátorom a pri dosiahnutí hraničnej hodnoty zopne spúšťací člen a na výstupe sa objaví výstupný signál zosilený a upravený koncovým členom. Zopnutie je indikované LED.

Charakteristika snímača:

- spínacia oblasť – nízka, niekoľko milimetrov
- hysterezia – nízka, skoro nulová

Spínacia vzdialenosť závisí:

- od druhu materiálu – sníma iba vodivé materiály, najlepšie spínacie vzdialenosti sú pri kovoch
- od plochy materiálu – pri zväčšovaní plochy materiálu vzrastá spínacia vzdialenosť snímača, keď plocha materiálu približne dosiahne plochu snímača – ďalšie zvyšovanie plochy už má iba malý vplyv na spínaciu vzdialenosť



závislosť spínacej vzdialenosti od veľkosti materiálu

Úloha číslo 3a

Názov: VPLYV RÔZNYCH MATERIÁLOV NA SPÍNACIU VZDIALENOSŤ INDUKČNÉHO SNÍMAČA

Zadanie:

Na transportnom páse sú používané kovové kontajnery na transport montážnych súčiastok. Poloha kontajnerov má byť určená pomocou indukčného snímača. Možný je výber kontajnerov z rozličných materiálov. Preskúšajte účinok rôznych materiálov na spíniacu vzdialenosť!

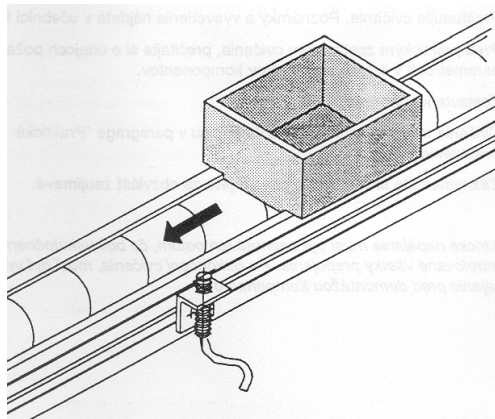
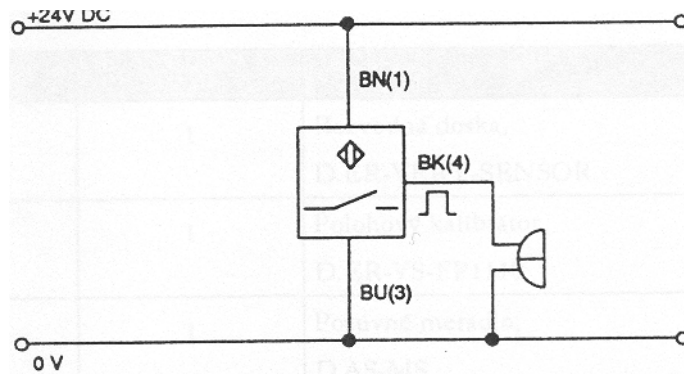


Schéma zapojenia:



Materiál:

- 3- mäkká oceľ
- 4- nerezová oceľ
- 5- hliník
- 6- mosadz
- 7- meď
- 8- kartón
- 9- guma
- 10- plast transparentný

Úloha číslo 3b

Názov: VPLYV POVRCHU PREDMETU NA SPÍNACIU VZDIALENOSŤ INDUKČNÉHO SNÍMAČA

Zadanie:

Kovové predmety rozličnej veľkosti sú detekované na rotačnom stole indukčným snímačom.

Skúmajte vplyv veľkosti predmetu na spínicu vzdialenosť snímača a zostrojte graf v závislosti spínacej vzdialenosti od veľkosti predmetov!

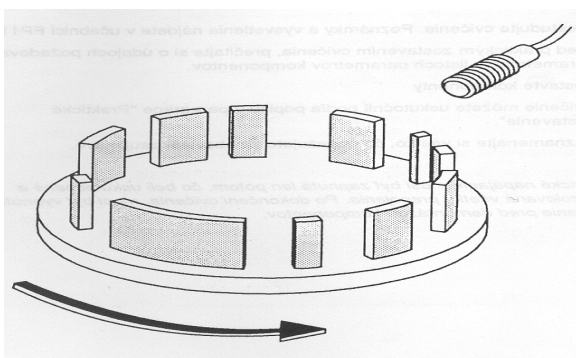
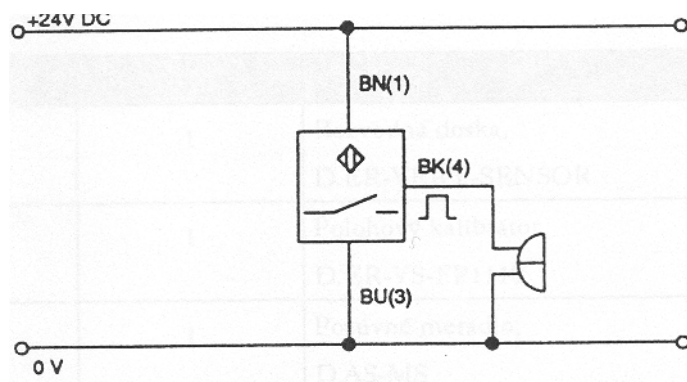


Schéma zapojenia:

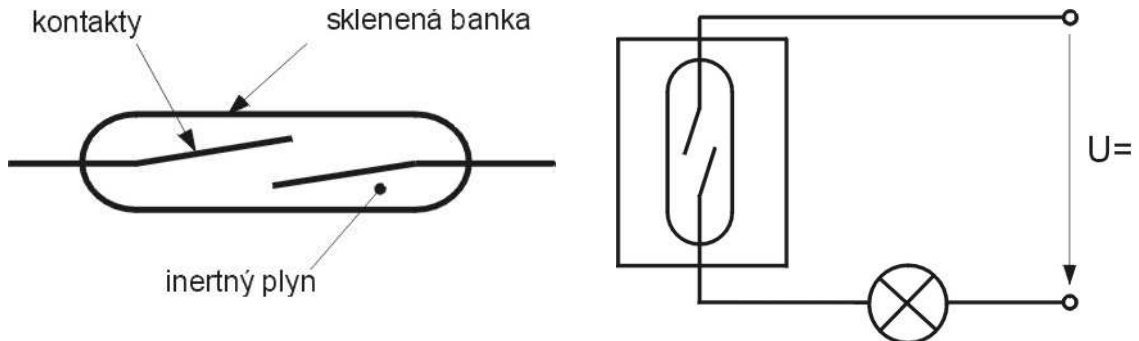


Veľkosť predmetov:

- | | | |
|----|------------|---------------|
| 11 | mäkká cel' | 30 mm x 30 mm |
| 12 | mäkká cel' | 25 mm x 25 mm |
| 13 | mäkká cel' | 20 mm x 20 mm |
| 14 | mäkká cel' | 15 mm x 15 mm |
| 15 | mäkká cel' | 10 mm x 10 mm |
| 16 | mäkká cel' | 5 mm x 5 mm |

2.7 Magnetický binárny snímač

Patria do skupiny snímačov s binárnym výstupom. Na ich výstupe je signál v prípade, ak sa nachádzajú v dostatočne silnom magnetickom poli.



Popis:

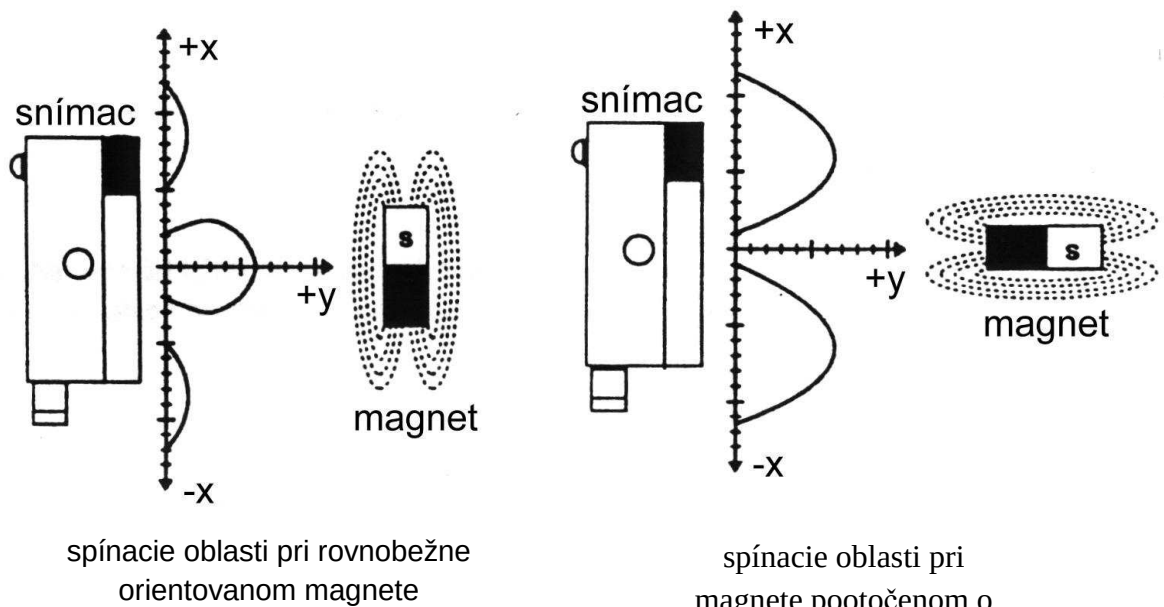
- v sklenenej banke s inertným plynom sú umiestnené kontakty s magneticky mäkkej ocele. K týmto kontaktom sú pripojené vstupné a výstupné vodiče. Pri priblížení magnetického poľa nastáva zopnutie kontaktov a tým je vstup a výstup vodivo prepojený. Inertný plyn zabráňuje vytváraniu iskier a naťahovaniu oblúka pri spínaní a rozpínaní kontaktov.

Nevýhody:

- malá rýchlosť spínania , malá max. frekvencia
- možnosť mechanického poškodenia kontaktov
- možnosť zlepenia kontaktov alebo ich odpálenia
- snímajú iba prítomnosť magnetického poľa
- na snímanie nemagnetických obrobkov je potrebné pripevniť na nich permanentný magnet

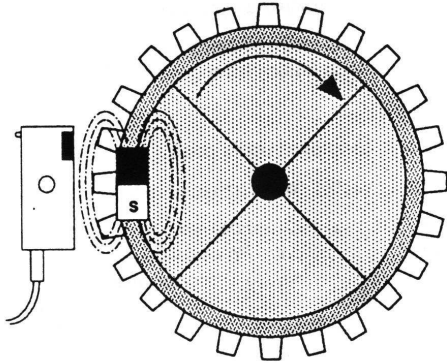
Spínacie oblasti:

- spínacie oblasti sú malé, rádovo niekoľko mm a závisia od sily magnetického poľa a jeho orientácie
- vytvárajú niekoľko spínacích oblastí
- na vznik jedného výstupného impulzu je potrebné zabezpečiť správnu vzdialenosť prechádzajúceho snímaného objektu

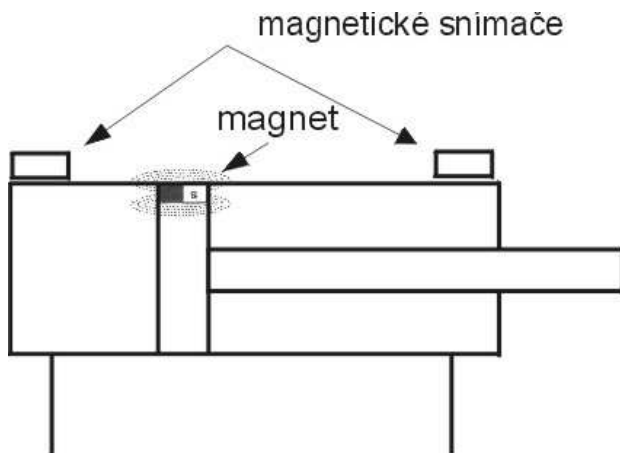


Použitie magnetických snímačov s binárnym výstupom:

- ich použitie sa obmedzuje na snímanie koncových polôh rôznych pohyblivých častí
- impulzné snímanie rýchlosti rotačného a priamočiareho pohybu
- prítomnosti magnetických obrobkov ...

Meranie rýchlosti rotačného pohybu:

Na rotujúcej časti, rýchlosť ktorej meriame je pripevnený magnet. Pri každom otočení vznikne v magnetickom snímači signál. Podľa počtu impulzov za jednu sekundu je možné vypočítať rýchlosť otáčania sa kolesa.

Zisťovanie koncových polôh pneumatických priamočiarych motorov:

Popis:

- magnetické senzory sú pripevnené v koncových polohách pneumatického valca.
- na pneumatickom pieste je upevnený permanentný magnet.
- keď dosiahne píst niektorú z koncových polôh, príslušný magnet zopne a tak dá impulz riadiacej jednotke

Úloha číslo 4

Názov: SPÍNACIA CHARAKTERISTIKA MAGNETICKÉHO SNÍMAČA

Zadanie:

Kovové obrobky nosníkov sú prepravované na transportéry. Poloha obrobku nosníka má byť určovaná pomocou magnetického snímača. Pre tento účel je k obrobku pripojený magnet. Určite spínaciu krivku tohto snímača!

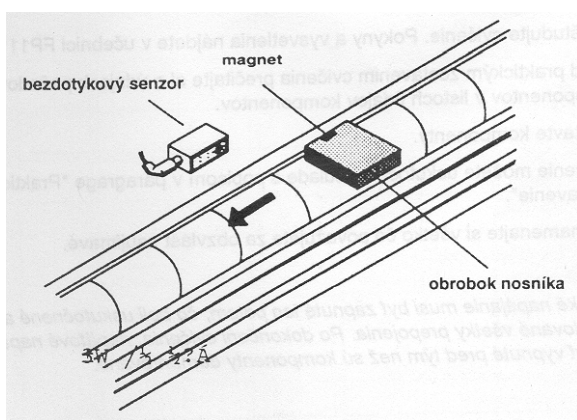
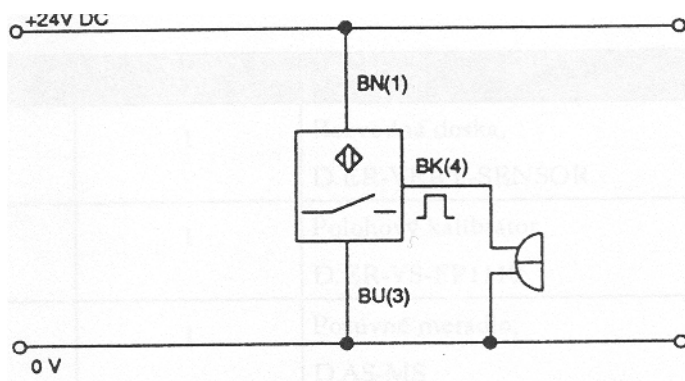


Schéma zapojenia:



2.8 Optoelektronika

Významná časť mechatroniky, ktorá začína nahrádzať v niektorých oblastiach tradičný spôsob prenosu signálu – kovovými káblami. Ako nosič informácie sa používa svetlo. Do tejto oblasti patria aj všetky snímače pracujúce na optickom princípe. Najčastejšie sa používa neviditeľné infračervené a laserové svetlo

Výhody optoelektroniky:

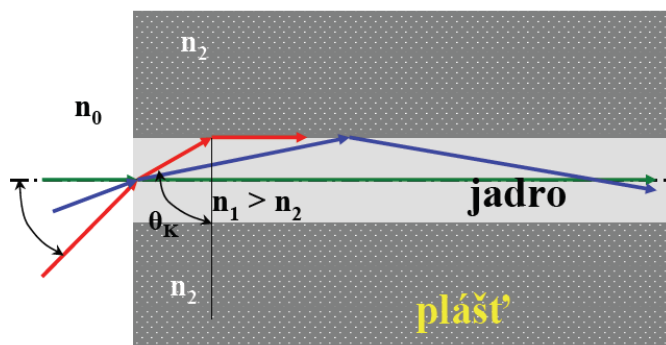
- svetlo nie je ovplyvňované elektromagnetickým smogom a atmosférickými poruchami
- optoelektronické prvky sú rozmerovo malé a ľahké
- prináša do mechatroniky nové možnosti, napr. čiarové kódy
- na rozdiel od elektrického signálu, môže byť optický lúč modulovaný nielen v čase ale aj v priestore: v jednom svetelnom lúči sa môže prenášať súčasne viacero signálov, lúč má niekoľko paralelných kanálov
- prenosové rýchlosti a priepustnosť je vyššia ako pri klasických elektrických systémoch
- pri optických snímačoch nie je mechanický kontakt medzi snímaným predmetom a snímačom

Optické káble

- sú to svetlovody, ktoré veľmi dobre vedú svetlo. Vláknovým svetlovodom je každé vlákno s dostatočne malými optickými stratami. Najčastejšie sa používajú svetlovody so **skleneným alebo plastovým vláknom**.

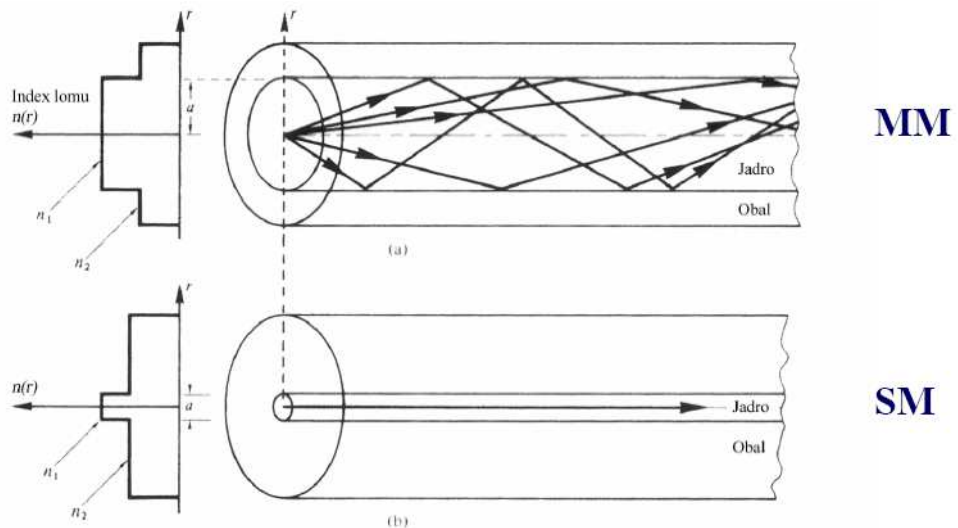


- na jednom konci optického kábla je umiestnený vysielač optického signálu a na druhom prijímač
- v súčasnosti sa elektrický signál prevádza vo vysielači na signál optický a po prechode optickým vláknom sa v prijímači opäť mení na signál elektrický
- optický lúč sa v optickom kábli neprenáša priamo, ale sa odráža od rozhrania jadro – plášť



Vláka rozdeľujeme na *jednovidové a viacvidové*. Na dlhšie vzdialenosti sa používajú jednovidové vlákna a na krátke vzdialenosti sa používajú viacvidové vlákna.

	Single Mode (SM)	Multi Mode (MM)
útlm	cca 0,3 dB/km	cca 3 dB/km
rozmer	Ø jadra 9 μm Ø plášťa 125 μm	Ø jadra 50-110 μm Ø plášťa 125 μm
prenosová rýchlosť	100ky Gbit/s	10ky Gbit/s



Výhody optických vlákien:

- oveľa menší útlm signálu ako pri klasických kovových kábloch
- súčasne je možné prenášať viac informácii, napr. viac telefónnych rozhovorov
- signál nie je ovplyvňovaný elektromagnetickým smogom ani atmosférickými poruchami

Použitie optických káblov:

- v počítačových sieťach – veľké prenosové rýchlosti a kapacity
- v telekomunikáciách – veľké dosahované vzdialenosti bez zosilňovacej stanice
- v senzorike – na dosiahnutie neprístupných meracích miest
- v lekárstve – ako vnútrotelové sondy, kamery ...
- v PC technike ...

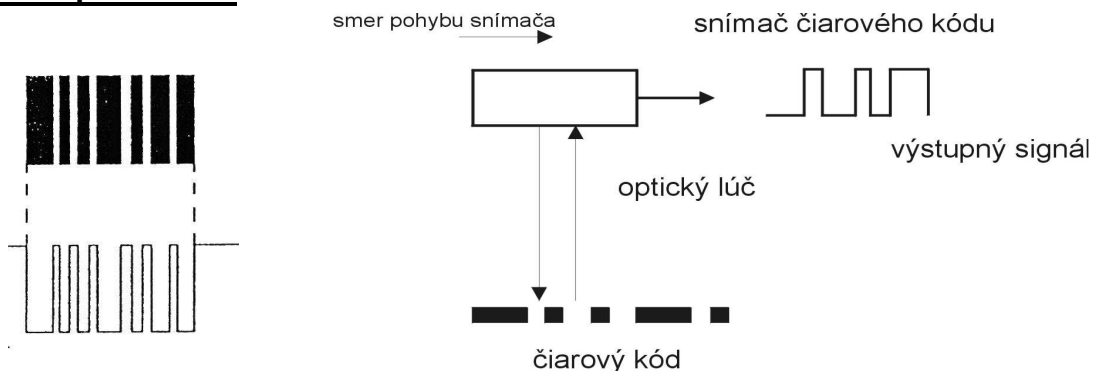
2.9 Čiarové kódy

- slúžia na uľahčenie identifikácie, tovarov, predmetov a iných prvkov. Každý predmet, ktorý má byť identifikovateľný čiarovým kódom, musí na svojom povrchu alebo obale obsahovať čiarový kód, v ktorom je zakódovaná informácia presne charakterizujúca daný predmet.

- na získavanie informácii z čiarového kódu slúžia čítačky čiarových kódov. Čítačky pracujú na optickom princípe

Čiarový kód – sa skladá z tmavých čiar a svetlých medzier. Čítačka vyžaruje optický lúč a toto svetlo je pohlcované tmavými čiarami a naopak je odrážané medzerami svetlými. Takto na prijímači čítačky vzniká séria impulzov, ktoré odpovedajú šírke čiar a medzier. Vyhodnocovacia jednotka vyhodnotí a dekoduje tento výstupný signál a výsledkom je informácia o danom predmete.

Princíp snímania:



Výhody používania čiarových kódov:

- **presnosť** – táto metóda je jedna z najpresnejších metód k registrácii väčšieho počtu predmetov, napríklad v skladoch
- **rýchlosť** – získanie informácie o danom predmete je v porovnaní z inými spôsobmi oveľa vyššia
- **flexibilita** – čiarový kód sa dá použiť v najrôznejších i extrémnych podmienkach a dá sa použiť v mnohých oblastiach
- **produktivita a efektívnosť** – nasadením čiarových kódov rastie rýchlosť a tým aj efektívnosť, napr. pri pokladniciach obchodov je zvýšenie efektivity až 30 %

Typy čiarových kódov:

- jednotlivé typy sa líšia hlavne šírkou čiar a medzier a dĺžkou čiarového kódu
- poznáme tieto typy:
 - EAN 8 a EAN13
 - Codebar
 - Code 39
 - 2/5 Industrial ...
- v súčasnosti najpoužívanejší je kód EAN

Chyby čiarových kódov:

- chyby čiarových kódov sú zapríčinené nekvalitnou tlačou kódu alebo jeho dodatočným mechanickým poškodením

Pr.: - tomto prípade nekvalitnou tlačou čiarového kódu vznikne niekoľko rôznych signálov, v závislosti od pohybu optického lúča



EAN (znamená European Article Number) Používa sa takmer na celom svete - vyše 90 krajín, Systém označovania koordinuje EAN International v Bruseli, na Slovensku prideliť kódy výrobcom EAN Slovakia. Číslo výrobcom dáva výrobca sám.

Prvé 2 alebo 3 číslice zľava označujú štát, ktorý EAN vydal. Slovensko má pridelené číslo 858.

Ďalšie číslice označujú výrobcu podľa veľkosti výrobcu a výrobku prideliť si výrobca. Posledná číslica je kontrolná (detekčný kód). U EAN-8 prideliť číslo výrobku priamo EAN Slovakia len v prípade malého obalu (EAN-13 by nevošlo):

000 - 019 USA a Kanada	590 Poľsko
400 - 440 Nemecko.	599 Maďarsko
450 - 459 Japonsko	690 - 695 Čína
460 - 469 Rusko	858 Slovensko
482 Ukrajina	859 Česká republika

EAS Electronic Article Surveillance sú zariadenia na ochranu tovaru pred odcudzením v obchodných domoch a predajniach. Komponenty takéhoto systému sledovania pohybu predmetov patria – antény, označovacie prvky (nálepky, etikety), deaktivátory.

Anténa - detekuje tovar chránený nálepkami, pevnými etiketami alebo ochrannými obalmi. Antény systém sa zvyčajne inštaluje pri výchoде alebo medzi pokladňami. V anténe je zabudovaná akustická a optická signalizácia, kt. je aktivovaná pri poplachu.

Nálepka – je väčšinu na jedno použitie, dodáva sa na želanie so špeciálnymi čiarovými kódmi, logom. Deaktivujú sa v okamihu predaja deaktivátorom.

Pevná etiketa – sú mäkké a tvrdé. Používajú sa viacnásobne a pri zaplattení sa odstraňujú z tovaru

Deaktivátor – je určený pre bezkontaktnú deaktiváciu radiofrekvenčných /elmag. nálepiek.

Technológie otvárajúce nové horizonty v komplexnej logistike

Na začiatku bol čiarový kód EAN. Jeho základnou úlohou bolo zrýchliť rutinné operácie v maloobchode a znížiť množstvo chýb. Novú generáciu automatickej identifikácie produktov predstavuje rádiofrekvenčná identifikácia (RFID) a elektronický produktový kód (EPC). Princíp RFID spočíva v prenose dát prostredníctvom rádiových vln. RFID - Radio Frequency IDentification, identifikačný prvkom pracujúci vo vysokofrekvenčnom pásme. RFID sa od počiatku vyvíjal ako systém, ktorý mal byť alternatívou k použitiu čiarového kódu v aplikáciách, kde bolo jeho nasadenie principiálne nemožné alebo obťažné. V porovnaní s čiarovým kódom ponúkajú RFID vyššiu rýchlosť snímania a podstatne jednoduchšia je ich aplikácia v automatizovaných systémoch, pretože nekladú nijaké mimoriadne nároky na obsluhu.

RFID sa používa na kontrolu prístupu osôb do budov, áut na parkoviská, identifikáciu batožín na letiskách, sledované zvierat, sledovanie pohybu automobilov, blokovanie ukradnutých automobilov, sledovanie pohybu dokumentov, sledovanie tovaru v distribúcii a pri predaji, sledovanie zásielok počas prepravy, riešenia pri bezdrôtovom obchode, ale aj nasadenie pri športových podujatiach.

medzinárodne akceptované štandardy:

- bezpečnostné systémy,
- ochrana cenných predmetov,
- riadenie prístupu (osôb, automobilov),
- automatizovaný výber mýtnych poplatkov,
- dochádzkové systémy,
- identifikácia nástrojov na CNC strojoch a automatizovaných výrobných linkách,
- vyhodnocovanie športových výkonov,
- sledovanie delikventov.

EPC Electronic Product Code je číslo, ktoré jednoznačne identifikuje každý jednotlivý výrobok. Väčší záujem vyvolala až kombinácia týchto dvoch technológií, keď sa na čip, nie väčší ako zrnko piesku, uložia informácie o produkte a čip sa pripevní k anténe na podložke. Anténa, čip a podložka tvoria tzv. tag, a ten sa umiestni na produkt. Potom stačí, aby sa tag nachádzal v elektromagnetickom poli snímača, pretože rádiový signál, ktorý vysiela, je schopný prechodu cez rozličné materiály a na rôznu vzdialenosť (od niekoľkých centimetrov až po niekoľko metrov). Pomocou tagov sa môžu výrobky ľahko a jednoznačne identifikovať alebo spočítať, a štítok sa pritom ani nemusí nachádzať na viditeľnom mieste. Navyše technológia RFID umožňuje zosnímať až niekoľko stoviek kusov výrobkov súčasne, čo pri čiarových kódoch nie je možné.

Hlavné prínosy prináša do oblastí, ako je logistika a skladovanie, evidencia majetku či výrobných procesov, a to v podobe vysokej automatizácie a digitálneho získavania informácií, podstatného zníženia chybovosti a možnosti mnohopočetného čítania a zapisovania bez nutnosti priamej viditeľnosti média pri jeho súčasnej odolnosti a variabilite. Z ekonomického hľadiska sa pri zavedení EPC preukázateľne zlepši evidencia pohybov osôb, vozidiel, tovaru, materiálu atď., zvýši sa presnosť pri presunoch, minimalizujú sa náklady na označovanie a preznačovanie, zjednoduší sa oblasť správy a výmeny dát na základe globálnych štandardov.

2.10 Laser

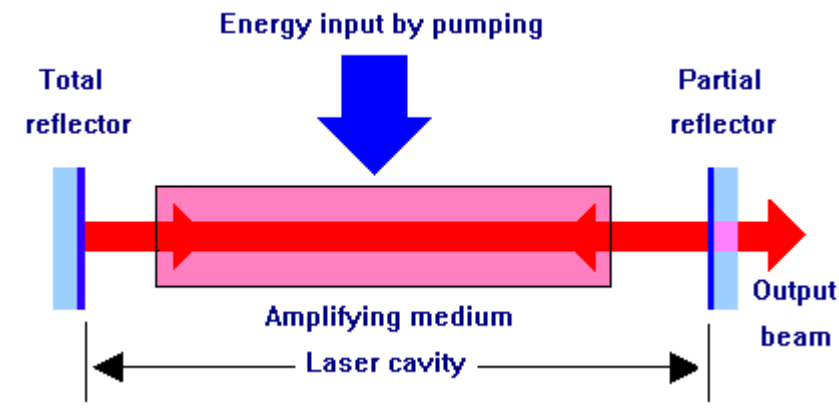
Laser (z angl. *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*) je zdroj monochromatického koherentného svetla, ktorý vznikne umiestnením zosilňovača svetla do optického rezonátora naladeného na príslušnú vlnovú dĺžku. Koherencia znamená, že všetky vlny majú rovnakú frekvenciu.

Prvý **laser** zostrojil roku 1960 Theodore Maiman. Laserový zväzok vytvoril tak, že do špeciálnej tyče z umelého rubínu vysielal záblesky obyčajného svetla.

Princíp

Zosilnenie svetla vzniká vďaka stimulovanej emisii. Ide vlastne o druh luminiscencie, pričom elektróny z vybudených stavov neprechádzajú na základné stavy za sprievodu vyžiareného fotónu spontánne (náhodne) ale vplyvom interakcie s iným fotónom zodpovedajúcej vlnovej dĺžky. Takto vyžiarený „nový“ fotón má rovnakú frekvenciu aj fázú ako „pôvodný“ fotón. Vďaka umiestneniu do rezonátora (najčastejšie Fabry-Perotov, t.j. dve rovnobežné zrkadlá), spontánne vyžiarený fotón opakovane prechádza materiálom, vyvoláva stimulovanú emisiu a takto vznikajúce fotóny vyvolávajú ďalšiu stimulovanú emisiu - dochádza k lavínovému efektu. Pochopiteľne, spontánna emisia prebieha aj naďalej a po určitom čase môže prevážiť „balík“ fotónov pochádzajúcich od iného spontánne vyžiareného fotónu. Tento čas (v jeho priemernej hodnote) udáva koherentnú dĺžku.

Niektoré druhy laserov je možné „ladiť“ (meniť vlnovú dĺžku vyžiareného svetla) v úzkom rozsahu, ak sa zabezpečí zhoda rezonančnej vlnovej dĺžky rezonátora a oblasti zosilnenia aktívnej látky.



Druhy laserov

- rubínový
- xenónový
- laserová dióda
- špeciálny (laboratórny) laser
- röntgenový

Podľa aktívnej látky

- Polovodičové
- Plynové
- Kvapalinové

Ako aktívnu látku pre laser je možné použiť úplne všetko. Jedine z kovov sa principiálne nedá vyrobiť žiaden laser.

Príklad: rubínový laser (historický, červené svetlo), neodýmiový laser (YAG:Nd, blízka infračervená oblasť - okolo 1000 nm).

Plyny

Aktívnou látkou je plyn čerpaný elektrickým výbojom.

Príklad: CO₂ laser (vysoké výkony v ďalekej infračervenej oblasti, používaný na obrábanie v priemysle, typické výkony 3-12 kW), Ar laser (zelená farba, žiadaný pre "laserové show"), Dusíkový laser. Hélium Neónový laser.

Kvapaliny

U kvapalinových laserov (čerpaných iným laserom) je možné dosiahnuť pomerne širokú preladiťnosť.

Polovodiče

U laserovej dióde sa jedná o štruktúru podobnú LED dióde, ktorá je čerpaná prechodom elektrického prúdu, s integrovaným rezonátorom tvoreným rozhraním polovodič/vzduch (príp. Braggovým reflektorom vo vertikálnom usporiadaní).

Použitie

Vďaka vysokej koherencii a monochromatickosti je možné v laserovom lúči sústrediť veľkú energiu na malej ploche, čo je základ použitia na **rezanie** a **vŕtanie** materiálov. Napríklad kónické otvory pre ventily motorov sa dajú dnes najekonomickejšie vyrobiť laserom.

Ďalšie aplikácie využívajú malú rozbíhavosť a koherentnosť - **optické dátové médiá** (CD, DVD, Blu-ray, magnetooptické disky), **meracie aplikácie**. Monochromatickosť a možnosť rýchlej modulácie je využitá v **optických komunikáciách**.

Bezpečnosť

Lasery sú nebezpečné pre vysokú koncentráciu energie v ich lúči, často krát neviditeľnom. Sú povinne značené dohodnutou značkou a sú kategorizované do 4 kategórií:

- lasery kategórie I – sú relatívne neškodné aj pri priamom pohľade do lúča a pre ich použitie neplatia takmer žiadne obmedzenia. príkladom sú lasery použité v CD prehrávačoch a čítačkách čiarového kódu. Max. výkon 0,4 mikroW.
- lasery kategórie II – nemali by spôsobiť poškodenia oka, pretože oko sa zatvorí za 0,25s. Tento čas nestačí na poškodenie buniek zraku. Max. výkon 1mW.
- lasery kategórie III – v spojitom režime emitujú žiarenie vo viditeľnej oblasti spektra, ktorého výkon nepresahuje 5mW, a v pulznom režime zväzok o výkone menšom než 0,5W. Difúzny odraz žiarenia nespôsobuje poškodenie zdravia.
- lasery kategórie IV – svojimi parametrami presahujú max. hodnoty triedy III. Pri týchto laseroch aj difúzny odraz spôsobuje vážne poranenia vrátane popálenín (presnejšie, pri ~50 W ťažké popáleniny, od 200 W výkonu prerežú človeka napoly, od 10 kW vyššie ostanú z človeka len dymiace topánky)

Laserový difúzny senzor

Ide o laserový snímač na meranie vzdialenosti. Pracuje na princípe vysielania krátkych svetelných impulzov a zaznamenáva čas, ktorý potrebuje lúč na návrat späť k senzoru. Za milisekundu zmeria priemernú dobu medzi vyslaním a prijímom 1000 impulzov, z nej spočíta vzdialenosť a príslušnú hodnotu postúpi na výstup. Veľký dosah senzoru umožňuje merať vzdialenosť malých častí, alebo málo nápadných objektov či telies, dokonca i vtedy, keď je senzor umiestnený s veľkým odstupom od nebezpečnej oblasti výrobného procesu. Jasne a dobre viditeľné svetlo emitované laserovým lúčom zjednodušuje uvedenie senzoru do prevádzky. Senzor pracuje v difúznom móde s odrazom od povrchu identifikovaného predmetu.

2.11 Optické snímače

Pri optických snímačoch sa využíva svetelný lúč, ktorý vzniká v zdroji svetla a dopadá na prijímaciu časť. Ako zdroj svetla slúži svetelná LED.

Druhy používaného svetla:

- biele svetlo
- infračervené svetlo
- laserové svetlo

Biele svetlo - viditeľné svetlo, skladá sa zo svetelného spektra, v súčasnosti sa toto svetlo už nepoužíva z dôvodu ovplyvňovania prijímača dopadajúcim okolitým svetlom.

Infračervené svetlo - v súčasnosti najpoužívanejšie, vzniká v infračervenej LED malých rozmerov, je neviditeľné, nevzniká ovplyvňovanie bežným okolitým svetlom.

Laserové svetlo - najmodernejšia technológia, vzniká v laserových LED, má všetky vlastnosti laseru – malá rozbiehavosť, vysoká frekvencia ..., používa sa v náročných aplikáciách náročných na presnosť alebo pri veľkých meraných vzdialenostiach

Použitie optických snímačov:

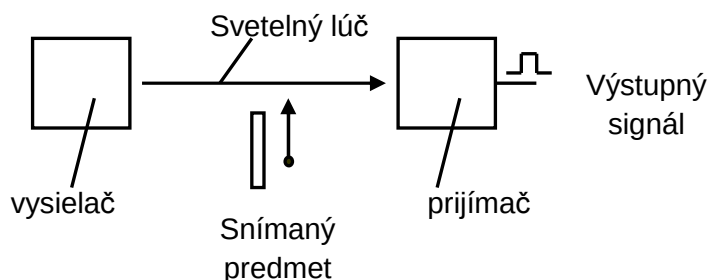
Optický snímač sa používa v analógovom a binárnom prevedení.

- snímanie prítomnosti predmetov
- počítanie množstva predmetov
- zisťovanie farby predmetov
- zabezpečovacie zariadenia
- presné meranie vzdialenosti predmetov
- meranie rýchlosti pohybu – priamočiareho a rotačného
- meranie vzdialenosti predmetov z vysokou teplotou alebo nachádzajúcich sa v nebezpečných priestoroch, napr. atómové elektrárne – meranie cez sklenené priezory

Zapojenie optického snímača do svetelnej závery

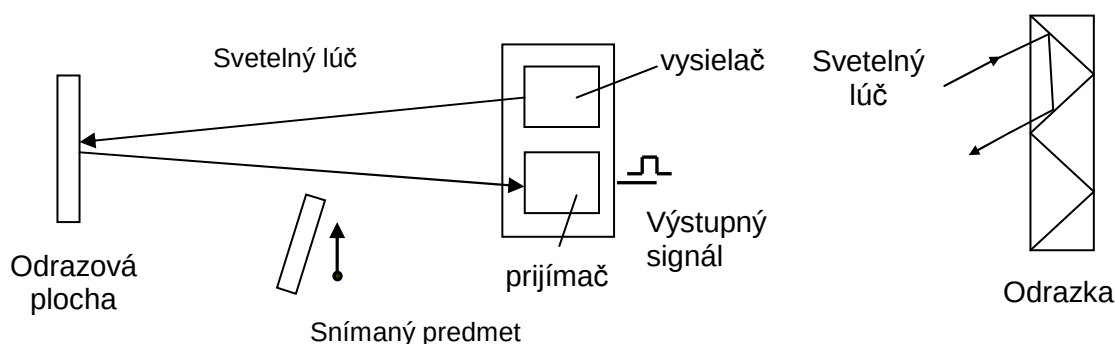
- zdroj svetla a prijímač sú samostatné celky, svetelný lúč vysielaný zdrojom prechádza okolitým prostredím a dopadá na prijímač. Pri prerušení svetelného lúča prijímač stráca signál a na jeho výstupe sa objaví logická jednotka.
- toto zapojenie dokáže zosnímať prítomnosť objektov, cez ktoré nedokáže prejsť svetelný lúč.
- neindikuje transparentné predmety
- pri netransparentných predmetoch nezáleží na sklone predmetu, jeho farbe a type povrchu
- vzdialenosť medzi prijímačom a vysielateľom môže byť aj niekoľko metrov.
- nevýhodou zapojenia je komplikované nastavenie, svetelný lúč musí presne dopadať na prijímač
- na spíniaci vzdialenosť vo veľkej miere vplýva prostredie, cez ktoré prechádza lúč, prašné a zadymené priestory znižujú spíniaci vzdialenosť
- prijímač a vysielateľ sú samostatné celky, komplikovanejšia montáž.

Schéma:



Optický snímač od odrazovej plochy

- ide o obdobu svetelnej závery, ale vysielateľ aj prijímač sú integrované v jednom prvku.
- vysielateľ vysielá svetelný lúč, ten sa odráža od odrazovej plochy smerom k prijímaču. Pri prerušení lúča snímaným predmetom prijímač stráca signál a to sa prejaví výstupným signálom na jeho výstupe.
- ako odrazová plocha sa používajú odrazky, ktoré dokážu odraziť svetelný lúč späť k zdroju i pri nie kolmom dopade na odrazku ($\pm 30^\circ$)
- toto zapojenie dokáže zosnímať prítomnosť všetkých objektov z výnimkou predmetov transparentných a reflexných.
- pri reflexných predmetoch môže dôjsť k prípadu, že svetelný lúč sa odráža od samotného snímaného predmetu a prijímač to vyhodnotí ako neprítomnosť predmetu.
- snímanie nie je ovplyvňované sklonom predmetu, jeho farbou ani typom povrchu predmetu.
- vzdialenosť medzi snímačom a odrazovou plochou môže byť i niekoľko metrov.



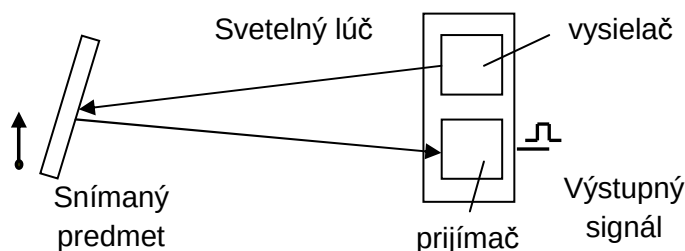
- odrazka sa skladá z odrazových plôch, ktoré zvierajú navzájom 90° uhol
- prichádzajúci lúč sa odráža od týchto plôch späť smerom k vysielateľu podľa zákona o uhle dopadu a odrazu

Difúzny optický snímač

- vysielateľ a prijímač sú integrované do jedného celku.
- ide o obdobu predchádzajúceho princípu ale vysielaný lúč sa odráža od samotného snímaného predmetu a potom dopadá na prijímač.
- snímacia vzdialenosť závisí od **drsnoty povrchu predmetu, jeho farby a sklonu**
- spínacie vzdialenosti sú nižšie ako v predchádzajúcich prípadoch

Spínacia vzdialenosť závisí :

- od drsnoty povrchu – čím drsnejší povrch, tým je spínacia vzdialenosť menšia
- od uhla sklonu predmetu – pri veľkom uhle sklonu sa lúč neodráža smerom k prijímaču, spínacia vzdialenosť klesá.
- od farby predmetu – pri tmavých predmetoch je množstvo odrazeného svetla menšie a tým klesá spínacia vzdialenosť
- od prostredia, cez ktorý prechádza svetelný lúč



Úloha číslo 5a

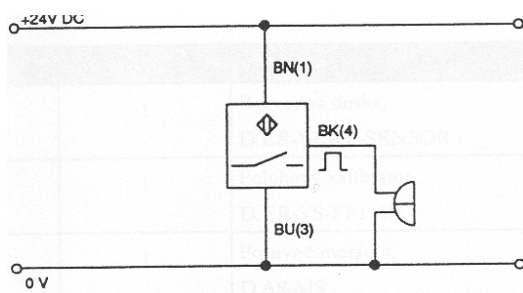
Názov: VPLYV RÔZNYCH MATERIÁLOV NA SPÍNANIE OPTICKÉHO SNÍMAČA ZAPOJENÉHO S ODRAZKOU

Zadanie:

Pre rôzne druhy materiálov zistite snímateľnosť optického snímača zapojeného s odrazkou.

Materiály vkladajte medzi snímač a odrazku v dvoch miestach – pri snímači a pri odrazke

Schéma zapojenia:



Materiál:

- 3- mäkká oceľ
- 4- nerezová oceľ
- 5- hliník
- 6- mosadz
- 7- meď
- 8- kartón
- 9- guma
- 10- plast transparentný

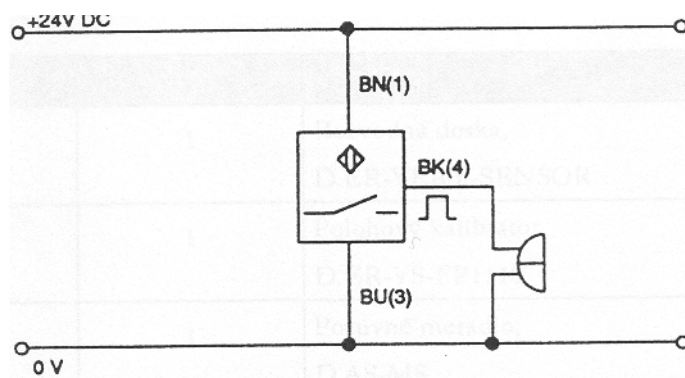
Úloha číslo 5b

Názov: VPLYV POVRCHU PREDMETU NA SPÍNACIU VZDIALENOSŤ OPTICKÉHOHO SNÍMAČA

Zadanie:

Pre rôzne farby a drsnosti povrchu predmetov odmerajte spínaciu vzdialenosť difúzneho optického snímača!

Schéma zapojenia:



farba predmetov:

modrá drsná
modrá lesklá
červená drsná
červená lesklá
čierna drsná
čierna lesklá
plast transparentný
kartón šedý
kartón biely

2.12 Počítačová myš

Počítačová myš je vstupné zariadenie počítača, slúžiace na ovládanie polohy kurzora na obrazovke a vykonávanie operácií tlačením tlačidiel. V dolnej časti myši je zariadenie, ktoré detekuje pohyb myši vzhľadom k vodorovnej podložke a následne tento pohyb prenáša na obrazovku počítača. Prvá mechanická myš bola vyrobená v roku 1963 a mala jedno tlačidlo. Dnešná moderná myš pracuje na základe optického senzora a má spravidla dve tlačidlá (jedno na výber, jedno pre kontextové menu), prípadne je doplnená aj skrolovacím kolieskom (pre vertikálny pohyb v dokumentoch). Dnes predávané myši tak mávajú od jedného tlačidla po päť a viac, ktorých funkcie sú konfigurovateľné. Pripojenie myši k počítaču je riešené buď káblom, pôvodne cez sériový port, PS/2, dnes najmä prostredníctvom USB, alebo bezdrôtovo, prostredníctvom bluetooth.

Optická myš.

V myši je umiestnená akási malá kamera (CCD či CMOS prvok), ktorá sníma obraz v podobnom rozlíšení, aké má napríklad ikona programu. Rýchlosť jej snímania je samozrejme veľmi vysoká, od tisíc snímok za sekundu sa môžete dostať (u najkvalitnejších myší) až k šiestim tisícom vyhodnotených obrázkov. Pokiaľ myškou hýbete, obraz sa posunie, čím je možno zistiť, akým smerom sa pohybujete, a ako rýchlo. K vyhodnoteniu pohybu sa v myši nachádza relatívne výkonný procesor, ktorý bežné myši nepotrebujú. Aby táto kamera niečo zachytila, musí byť plocha viditeľná, teda musí ju niečo osvetľovať. K osvetleniu plochy slúži jedna malá svietivá dióda (LED), ktorej svetlo je namierené pomocou hranolu/zrkadla na podložku. Červená LED je lacnejšia ako napríklad LED modrá.

Laserová myš

Myš používa na rozpoznávanie smeru pohybu laser. Vďaka tomu vzrástla nielen presnosť rozpoznávania polohy, ale aj univerzálnosť použitia myši. Optické myši totiž nie sú dobre použiteľné na príliš (i primárne) reliéfnych, lakovaných či veľmi strakatých povrchoch. Výhodou laserového lúča je jeho vyššia koncentrácia do jedného tenkého lúča, ktorý sa takmer vôbec nerozptyľuje. Vďaka tomu vždy smeruje do optického snímača, ktorý dokáže snímať rýchlosťou 5,8 megapixela za sekundu. Vďaka tomu môže byť podľa tvrdenia výrobcu povrch podložky 20× hladší ako povrch pod optickou myšou.

2.13 Ultrazvukové snímače

- pracujú na princípe odrazu ultrazvukovej vlny od pasívnej plochy
- meria sa čas, ktorý vlna potrebuje k prekonaniu vzdialenosti od senzora k pasívnej ploche a späť
- dajú sa takto merať vzdialenosti predmetov alebo iba zistiť ich prítomnosť – analógový a binárny výstup

Ultrazvuk - mechanické vlnenie, zvuk nad pásmom počuteľného zvuku, najčastejšie sa používa pásmo 30 - 300 kHz

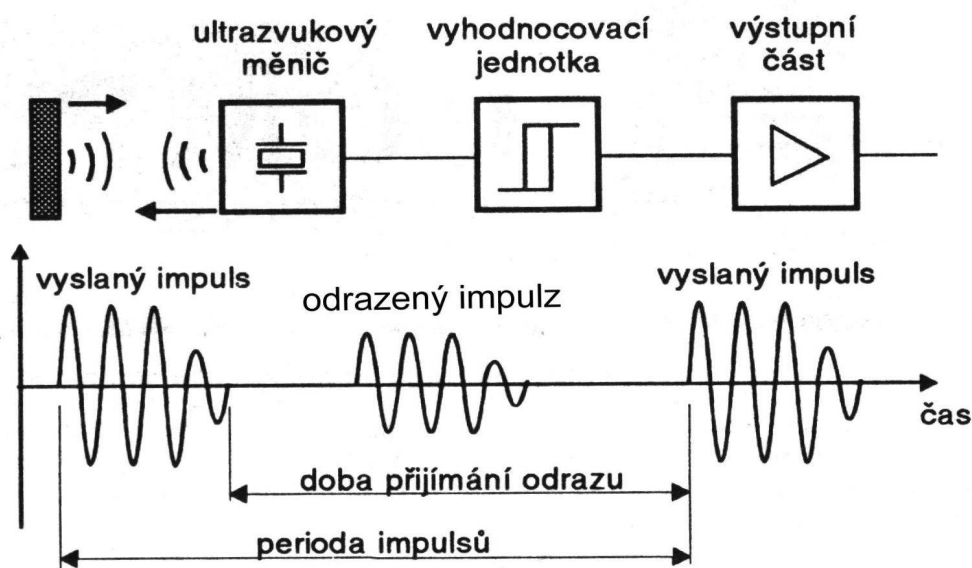
- ultrazvuk je najčastejšie vytvorený v piezoelektrických meničoch

Piezoelektrický princíp

- existujú materiály, ktoré po privedení elektrického napätia zmenia svoj tvar, pri privádzaní striedavého napätia o frekvencii ultrazvuku sa materiál deformuje a tak vytvára ultrazvuk
- tento princíp funguje i opačným smerom – pri stlačení materiálu sa jeho povrchu vzniká elektrické napätie
- to sa využíva pri rôznych snímačoch tlaku, sily, zrýchlenia ...

Princíp ultrazvukového snímača:

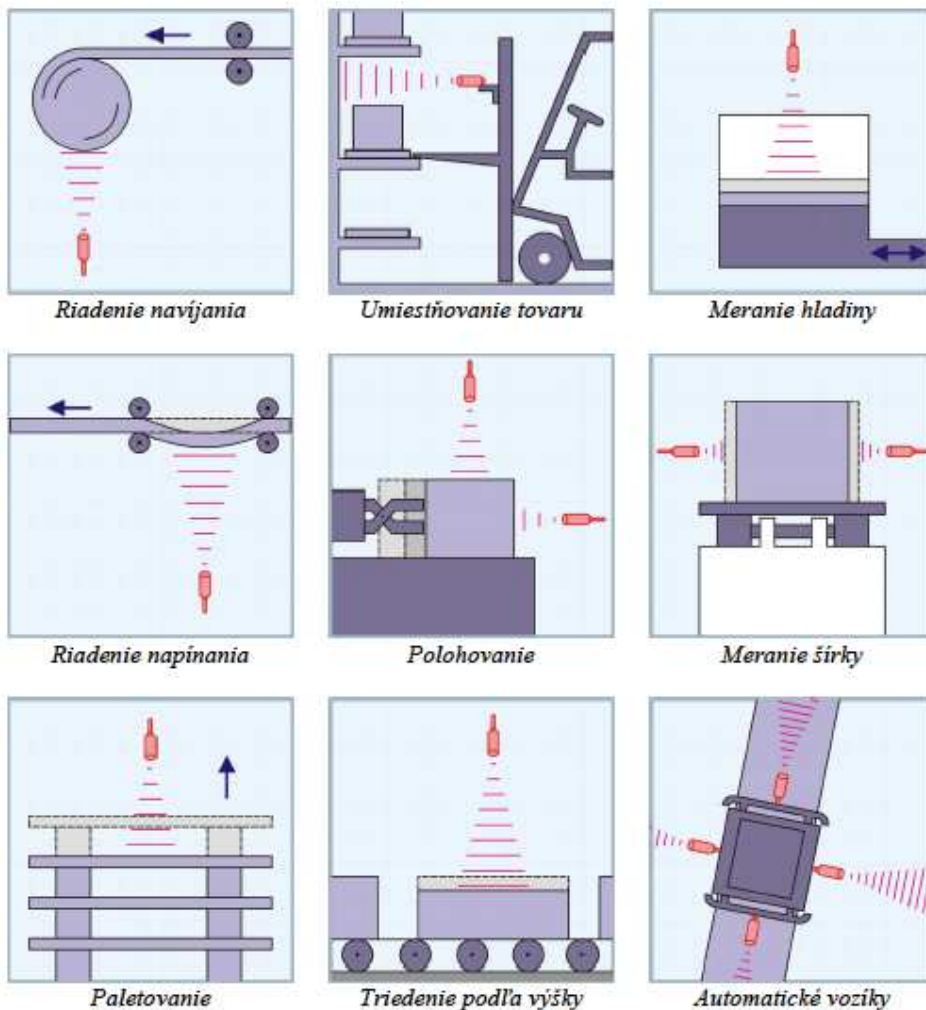
- ultrazvukový menič vysiela ultrazvukové vlny do prostredia
- toto vysielanie prebieha v perióde naznačenej na obrázku
- ultrazvuková vlna sa odráža od predmetu a vracia sa späť k snímaču
- v čase medzi vysielaním ultrazvukových vln snímač čaká na odrazené vlny
- snímač vlastne chvíľu vysiela a chvíľu „načúva“
- prítomnosť odrazených vln sleduje vyhodnocovacia jednotka a pri ich prítomnosti zopne výstupnú časť a na výstupe sa objaví signál
- pri snímačoch s analógovým výstupom vyhodnocovacia jednotka meria prítomnosť a tiež čas potrebný k návratu vyslaného signálu
- v závislosti na čase vie určiť vzdialenosť medzi snímačom a predmetom, od ktorého sa vlna



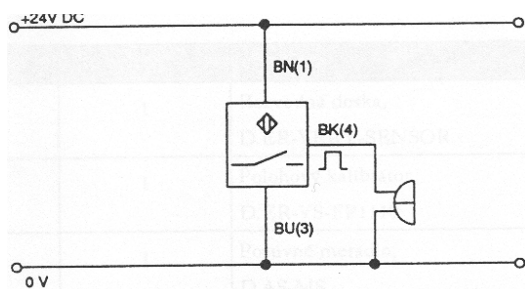
- snímač detekuje materiály tekuté, pevné i sypké
- vlastnosti povrchu však vo veľkej miere ovplyvňujú spínaciu vzdialenosť
- spínacia vzdialenosť sa pohybuje v rozmedzí niekoľkých metrov

Spínacia vzdialenosť ultrazvukového snímača závisí od:

- veľkosti predmetu
- drsnosť predmetu
- uhol sklonu a tvar predmetu
- typ materiálu predmetu – materiály z bavlny a ostatných mäkkých materiálov, kt. pohlcujú ultrazvuk nebudú detekované
- spínacia vzdialenosť závisí od **prostredia**, snímač je necitlivý voči prachu, dymu, snehu, dažďu ...
- závisí od teploty predmetu a prostredia, pri teplotách nad 100 C° vykazuje chyby merania

Príklady použitia ultrazvukových snímačov:**Úloha číslo 6****Názov: VPLYV RÔZNYCH MATERIÁLOV NA SPÍNACIU VZDIALENOSŤ ULTRAZVUKOVÉHO SNÍMAČA****Zadanie:**

Pre rôzne druhy materiálov zistíte snímateľnosť ultrazvukového snímača. Odmerajte spínaciu vzdialenosť pre tieto materiály.

Schéma zapojenia:**Materiál:**

- 3- mäkká oceľ
- 4- nerezová oceľ
- 5- hliník
- 6- mosadz
- 7- meď
- 8- kartón
- 9- guma
- 10- plast transparentný

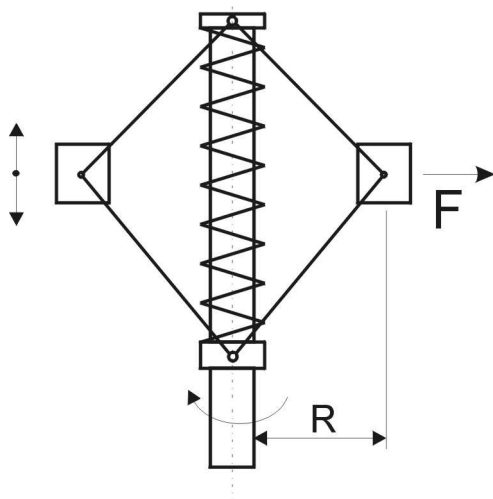
2.14 Snímače rýchlosti otáčania

- slúžia na meranie rýchlosti rotujúcich častí. Tieto snímače sa nazývajú aj otáčkomery.

Rozdelenie:

- mechanické otáčkomery
- magnetické otáčkomery
- elektrické otáčkomery

Mechanické snímače rýchlosti otáčania



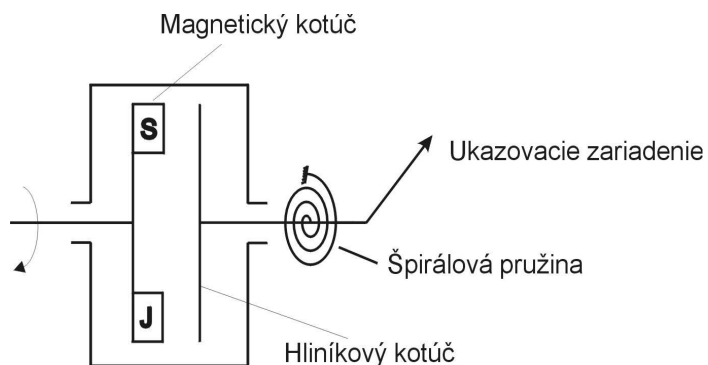
Princíp:

Využíva sa princíp pôsobenia odstredivých síl na otáčajúce sa teleso s konštantnou hmotnosťou.

Na hriadeli, ktorého otáčky meriame je upevnené závažie s hmotnosťou m . Odstredivá sila, ktorá pôsobí na toto závažie zväčšuje polomer rotácie závažia. Tento polomer je závislý od rýchlosti otáčania.

Po doplnení vhodným meracím zariadením merajúcim polomer dokáže tento snímač snímať i malé otáčky. Používa sa napr. na meranie otáčok bubna vo výťahoch.

Magnetické snímače rýchlosti otáčania



Princíp:

Využíva sa vznik vírivých prúdov v hliníkovom kotúči.

Otáčajúci sa magnetický kotúč vytvára magnetické pole, ktoré strháva hliníkový kotúč. Pri otáčaní vznikajú v hliníkovom kotúči vírivé prúdy a tak sa okolo kotúča vytvorí magnetické pole, ktoré vytvára väzbu s magnetickým kotúčom. Otáčaniu hliníkového kotúča je zabránené špirálovou pružinou. Hliníkový kotúč sa tak neotáča ale

i dôjde iba k jeho pootočeniu. Veľkosť pootočenia je závislá od rýchlosti otáčania magnetického kotúča. Presnosť merania je ovplyvňovaná teplotou pretože sa mení elektrický odpor hliníkového kotúča.

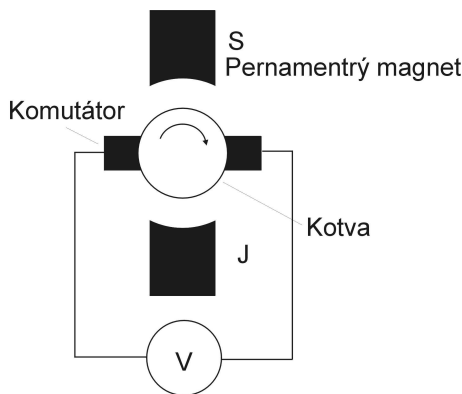
Elektrické snímače otáčok

- využíva sa poznatok, že napätie elektrických generátorov závisí od rýchlosti otáčania rotora.

Rozdelenie:

- jednosmerné generátory (dynamá)
- striedavé generátory (alternátory)

Tieto generátory sa tiež nazývajú **tachometrické**.

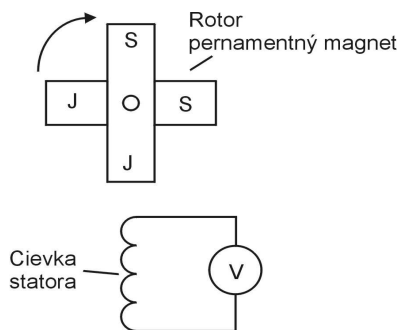
Tachometrické dynamo

je to malé dynamo, ktorého hriadel' kotvy je spojený s meranou rotujúcou časťou.

Kotva sa otáča v magnetickom poli permanentného magnetu a na komutátore sa objaví elektrické napätie. Toto je napätie lineárne závislé od rýchlosti otáčania rotora. Odoberaný prúd z dynamu musí byť čo najmenší aby nedochádzalo k skresleniu.

Napätie na komutátore je pomerne veľké 10 – 100 V.

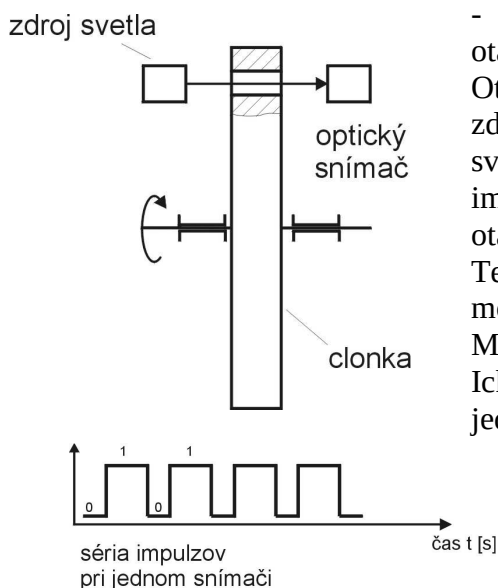
Polarita výstupného napätia sa mení so zmyslom otáčania.

Tachometrické alternátory

- vychádza z princípu indukovania elektrického prúdu vo vodiči pri zmene magnetického poľa.

Rotor je vytvorený z permanentných magnetov. Pri otáčaní rotora sa v cievke indukuje striedavé napätie, ktorého veľkosť je závislá od rýchlosti otáčania rotora. Táto závislosť je lineárna.

Neexistuje žiaden mechanický kontakt medzi rotorom a statorom. Nie je možné určiť zmysel otáčania rotora.

Inkrementálny snímač

- clonka je pripevnená k rotujúcej časti, ktorej rýchlosť otáčania meriame. V clone sú na rozstupovej kružnici otvory. Otáčaním sa clona prerušuje svetelný lúč vychádzajúci zo zdroja svetla a dopadá na optický snímač. Prerušovaním svetelného lúča sa vytvorí na výstupe optického snímača séria impulzov, ktorých počet za jednotku času závisí od rýchlosti otáčania.

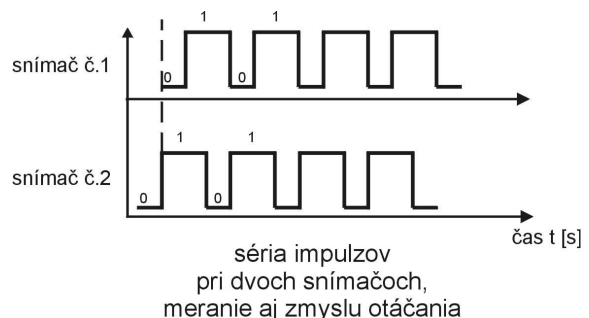
Tento signál je vyhodnocovaný a podľa počtu impulzov je možné vyhodnotiť rýchlosť otáčania alebo uhol pootočenia.

Meranie je presné a presnosť závisí od počtu otvorov v clone. Ich výhodou je možnosť pripojenia na PC systémy a ďalšie jednoduché spracovanie signálu.

Zistenie zmyslu otáčania:

Je možné zisťovať aj zmysel rotácie otáčania. Pri tomto meraní je nutné použiť dva optické snímače, umiestnené vedľa seba. Zisťuje sa, na ktorom z týchto snímačov boli impulzy skôr a tak aj zmysel otáčania.

Použitie: počítačová myš a snímače rýchlosti bicyklov ...



2.15 Snímanie slnečného žiarenia

Premena na tepelnú energiu - Solárny kolektor

Zariadenie na premenu slnečnej energie na tepelnú. Slnečné teplo tu ohrieva čierny povrch kolektora. Prenos energie do rúrky s kvapalinou prebieha na veľmi veľkú vzdialenosť, následkom čoho sú problémy s výmenou tepla pri nízkych a premenlivých hustotách toku energie. Pre oblasť Slovenskej republiky je celková doba slnečného svitu, t.j. bez oblačnosti, 1600 – 2000 hodín ročne.

Využitie solárnych kolektorov

- prípravu teplej vody v domácnostiach, priemysle a komerčných budovách
- ohrev vody pre bazény celoročne
- vykurovanie priestorov (budovy, skleníky, sauny)
- sušenie rastlín

Premena na elektrickú energiu - Fotovoltaický článok

Zariadenie, ktoré premieňa slnečnú energiu priamo na elektrickú. Tieto články sa nachádzajú napr. v kalkulačkách, hodinkách. Fotovoltaický článok je vlastne veľkoplošná polovodičová dióda súčiastka (s podobnou vnútornou štruktúrou ako fotodióda, na ktorej vzniká napätie. Podstatou celej premeny slnečného žiarenia na elektrickú energiu je vnútorný fotoelektrický jav. Svetlo dopadajúce na polovodičový materiál v ňom zvyšuje koncentráciu nosičov náboja oproti stavu bez osvetlenia. Dopadajúce fotóny, ktoré sú polovodičovým materiálom prijaté, odovzdaním svojej energie vytvárajú elektróny a diery. Elektróny a diery separované PN prechodom sú potom zberané do vonkajšieho obvodu, kde je ich prítomnosť registrovaná ako elektrické napätie alebo jednosmerný prúd. Využívajú sa aj vo vesmírnych sondách.

Optoelektrické detektory

Prijímače, optické detektory, majú za úlohu detekovať optický signál a previesť ho na signál elektrický. Najbežnejším optickým detektorom je PN alebo PIN fotodióda, fototranzistor a pre špeciálne aplikácie optoelektronické prvky PSD a CCD.

fotodiódy PIN

Ich úlohou je transformácia svetla na elektrický prúd. Ide teda o opačnú funkciu luminiscenčnej diódy. Fotóny vstupujúce do polovodiča s dostatočnou energiou sú absorbované, pričom vznikajúce páry elektróny- diery vytvárajú v polovodiči napätie (fotovoltaický jav) alebo zväčšujú jeho vodivosť.

Fototranzistor je druh polovodičového fotodetektora, konštrukciou zhodný s bežným bipolárnym tranzistorom. Využíva rovnako ako fotodióda vnútorný fotoelektrický jav, vďaka ktorému sa generujú nosiče náboja pri osvetlení. Podstatná je generácia nosičov náboja v báze tranzistora, vďaka čomu nastáva zosilňovací jav rovnako ako u bežného použitia tranzistora. Vďaka tomuto je citlivosť fototranzistora pri rovnakej ploche väčšia ako u fotodiódy, avšak iné parametre (najmä rýchlosť, ale aj šumové parametre) sú horšie.

polohovo citlivé optoelektronické detektory PSD

Tieto detektory umožňujú presne určiť pozíciu dopadajúceho svetelného lúča na odporovú fotocitlivú plochu detektoru. Umožňujú tak na diaľku detekovať pohyb, zmerať veľkosť, alebo určiť tvar nejakého predmetu. Dovoľuje na mikrometre presne určiť pozíciu dopadajúceho svetelného lúča na aktívnu fotocitlivú plochu detektoru. Jedná sa vlastne o variant PIN diódy s fotocitlivou odporovou vrstvou v tvare pásika alebo plôšky.

polovodičový snímací prvok CCD – princíp snímacieho prvku s nábojovou väzbou CCD spočíva v tom, že snímacia časť je tvorená drobnou mozaikou polovodičových svetlocitlivých buniek CCD, tzv. pixlov. V nich sa vytvárajú v priebehu polsnímok elektrické náboje, úmerné veľkosti osvetlenia.

Optickú časť tvoria objektívy rôzneho prevedenia. Ohnisková vzdialenosť býva nastaviteľná ručne alebo motoricky.

Fotorezistor (hovorovo tiež *fotoodpor*) je *pasívna* elektronická súčiastka, druh polovodičového fotodetektora. Jeho elektrický odpor klesá s rastúcou intenzitou dopadajúceho svetla (elektrická vodivosť rastie). Princíp fotorezistoru je založený na vnútornom fotoelektrickom jave: fotorezistor je vyrobený z polovodiča s vysokým elektrickým odporom. Ak fotón svetla dostatočne krátkej vlnovej dĺžky narazí do elektrónu vo valenčnom pásme atómu, odovzdá mu svoju energiu. Elektrón tak získa dostatok energie na prekonanie zakázaného pásma a preskočí z valenčného pásma do vodivostného. Tým opustí svoj atóm a pohybuje sa ako voľný elektrón v priestore kryštálovej mriežky. Na jeho mieste vznikla tzv. *diera* - voľné miesto s kladným nábojom. Takto vzniknuté voľné elektróny a diery vedú elektrický prúd a znižujú tak elektrický odpor osvetleného fotorezistoru. Fotorezistory majú široké využitie pri meraní a regulácii v závislosti od intenzity osvetlenia, napr. v expozimetroch kamier a fotoaparátov, súmrakových spínačoch osvetlenia, regulátoroch jasú displejov a pod.

Bezdotykové senzory (pyrometre)

Merajú povrchovú teplotu telesa na základe vysielaného elektromagnetického žiarenia telesom. Prijímací detektor prijíma žiarenie vo vlnovej dĺžke od 0,4 μm do 25 μm , jedná sa o rozsah teplôt od – 40 °C do + 10000°C. Senzory delíme podľa použitého princípu interakcie fotónov na:

- tepelné (termoelektrické, bolometrické a pyroelektrické)
- kvantové (PIN diódy, QWIP detektory atď.)

Pasívny infračervený detektor pohybu (PIR)- patria medzi najpoužívanejšie, princíp spočíva v registrácii infrač. žiarenia vysielaného objektom pohybujúcim sa v priestore, pre dopade cez šošovku na pyroelektrický senzor a jeho následné vyhodnotenie el. časťou D. šošovka na základe svojho optického vyhotovenia člení priestor na jednotlivé zóny: širokú z., zónu dlhý dosah, záclonu, hladinu.

-vyhodnocovacie obvody sú vybavené automatickým počítadlom poplachov, ktoré po prekročení nastaveného počtu poplachových impulzov vyšle signál z detektora

- úlohou obvodu tepelnej kompenzácie je dynamické prispôbovanie sa detektora meniacim sa tepelným podmienkam v priestore. Jednou z najdôležitejších je ochrana pred zaslepením (Antimasking – AM) – ochrana detektora pred zakrytím, zastrekaním a pod.

Mikrovlnný DP (MW) – pracuje na princípe Dopplerovho efektu. Detekuje zmenu signálu od osoby či predmetu, pohybujúceho sa v sledovanom priestore. Snímač sa skladá z vysielacej a prijímacej časti, a vyhodnocovacích obvodov. Používané frekvencie sú 9 až 11 GHz. Dôležitým prvkom je nastaviteľná citlivosť a dosah, pretože je nutné eliminovať mikrovlnné vlnenie z okolia. Oproti infrač. snímačom nie je možné nastavenie zónovania, majú vyšší odber napájacieho napätia.

2.16 Mikrosenzory

Sú to senzory ktorých základom sú polovodiče. Dosahujú malé rozmery, preto umožňujú merať veličiny priamo v požadovanom mieste, alebo na miestach pre klasické snímače neprístupné napr. v lekárstve.

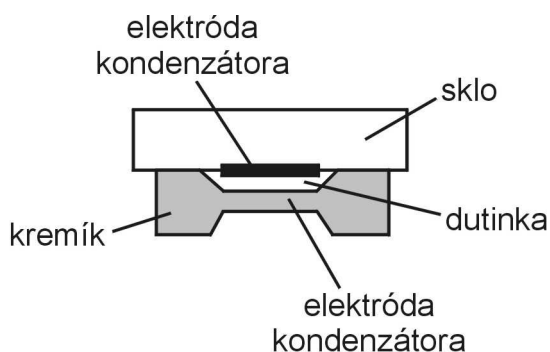
Umožňujú združiť na spoločnej dosičke senzor a korekčné obvody, respektívne iné obvody upravujúce výstupný signál. Takáto zostava sa nazýva **integrováný senzor**. Ak je senzor integrovaný s mikroprocesorom možno hovoriť aj o **inteligentnom senzore**.

Pomocou mikroprocesora a jeho programu možné potlačiť nelinearitu alebo teplotnú závislosť senzora a inak signál upravovať.

Oblasti použitia mikrosenzorov:

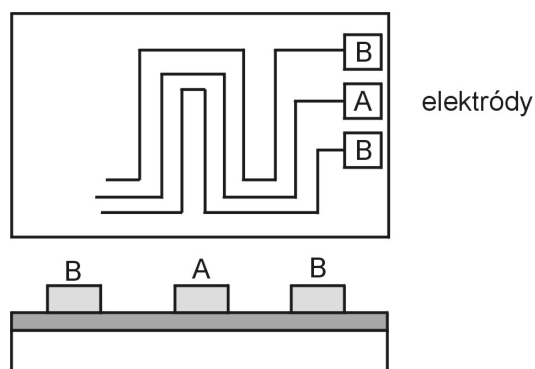
- v automobilovej technike
- v letectve a kozmonautike
- v domácnosti
- v zdravotníctve
- v robotike ...

Kapacitný senzor tlaku



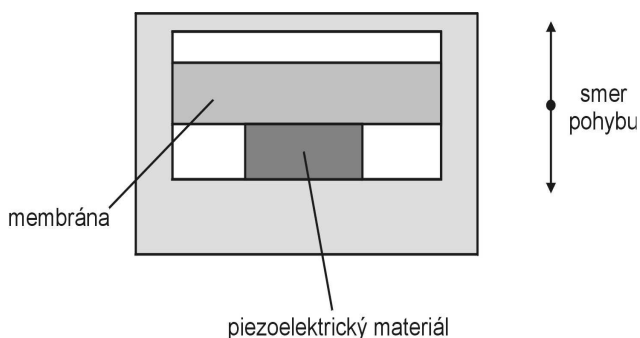
Kremíková doska o hrúbke 200 μm s tenkou membránou je prichytená k sklenenej doske. Koeficienty teplotnej rozťažnosti skla a kremíka musia byť veľmi blízke. Kremíková membrána je jednou elektródou kondenzátora, druhou elektródou je kovová vrstva na skle. Elektródy sú oddelené referenčnou dutinkou vysokou niekoľko mikrometrov. Priehyb kremíkovej membrány, vyvolaný meraným tlakom spôsobí zmenu kapacity kondenzátora.

Senzor vlhkosti-



Kovové elektródy senzora sú prilepené na kremíkovú dosku. Elektródy sú široké asi 10 μm . Vrstva SiO_2 je izolačná vrstva. Molekuly vody absorbované na povrchu senzora spôsobujú **zmenu kapacity** medzi elektródami A a B. Zmena kapacity je závislá od množstva absorbovanej vody to znamená od vlhkosti prostredia.

Integrovaný snímač zrýchlenia-



Snímač slúži na meranie zrýchlenia priamočiareho pohybu. Skladá sa z dvoch základných prvkov. Kremíkovej membrány a piezoelektrického člena. Sila pôsobiaca na membránu spôsobí deformáciu piezoelektrického materiálu. Sila vzniká pri zmene rýchlosti pohybu, čo znamená pri zrýchlení alebo spomalení.

3 PNEUMATIKA

3.1 Vývoj pneumatiky

Stlačený vzduch je preukázateľne jednou z najstarších foriem energie, ktorú človek poznal a využíval k zvýšeniu svojej fyzickej výkonnosti. Základné vedomosti z pneumatiky síce patria k najstarším znalostiam ľudstva, ale iba približne od 50. rokov dvadsiateho storočia je možné hovoriť o priemyslovom nasadení pneumatiky. K celosvetovému priemyselnému uplatneniu pneumatiky však dochádza iba v posledných desaťročiach. Je to dôsledok zavádzania automatizácie a racionalizácie technologických procesov.

Oblasť použitia pneumatiky sa neustále rozširuje. V súčasnosti sa moderné priemyselné prevádzky bez pneumatiky nedajú ani predstaviť.

3.2 Vlastnosti stlačeného vzduchu

Rýchly vývoj a praktické uplatnenie pneumatiky v pomerne krátkom časovom období vyplynul mimo iné i zo skutočnosti, že mnohé problémy automatizácie je možné najjednoduchšie riešiť práve s využitím pneumatiky.

Výhody pneumatiky:

DOSTUPNOSŤ – vzduch je k dispozícii v neobmedzenom množstve prakticky všade

DOPRAVA – stlačený vzduch je možné potrubím dopravovať veľmi ľahko i na väčšie vzdialenosti

USKLADNENIE – stlačený vzduch je možné uskladniť, akumulovať v nádobách, v týchto nádobách je možná i jeho preprava

TEPLOTA – stlačený vzduch nie je citlivý k zmenám teploty, čo je zárukou bezpečnej činnosti pneumatických zariadení i pri extrémnych teplotných podmienkach

BEZPEČNOSŤ – použitie stlačeného vzduchu neprináša nebezpečenstvo výbuchu a požiaru, nie sú nutné ochranné opatrenia proti výbuchu

ČISTOTA – stlačený vzduch neobsahuje žiadne škodliviny a preto nedochádza k znečisťovaniu okolia pri jeho unikaní, použitie v potravinárskom, drevospracujúcom, chemickom, textilnom ... priemysle

JEDNODUCHOSŤ – pracovné pneumatické prvky sú konštrukčne veľmi jednoduché a preto lacné

RÝCHLOSŤ – stlačený vzduch je veľmi rýchle pracovné médium, umožňujúce dosahovať vysokých pracovných rýchlostí. (1 - 2 m/s)

RIADITEĽNOSŤ – rýchlosti a sily pneumatických zariadení sú riaditeľné vo veľkom rozsahu

PREŤAŽITEĽNOSŤ – preťaženie pneumatických zariadení (hlavne pracovných prvkov) vedie k ich zastaveniu bez poškodenia, sú bezpečné voči preťaženiu

Nevýhody pneumatiky:

ÚPRAVA – úprave stlačeného vzduchu je nutné venovať zvýšenú pozornosť, ide hlavne o odstraňovanie nečistôt a vlhkosti

STLAČITEĽNOSŤ – stlačený vzduch neumožňuje dosiahnuť konštantnú rýchlosť pohybu pneumatických motorov, trhavý pohyb

DOSAŽITEĽNÁ SILA – hranica hospodárnej maximálnej dosahovanej sily je v závislosti na celkovom zdvihu v rozmedzí 20 – 30 kN

HLUČNOSŤ – pri činnosti pneumatických zariadení pri odfuku do atmosféry vzniká nepríjemný hluk, problém sa dá čiastočne vyriešiť tlmičmi hluku

NÁKLADY – tlakový vzduch je relatívne drahý nosič energie. Vysoké náklady vynaložené na energiu sú ale kompenzované nízkou cenou a veľkou výkonnosťou prvkov

Fyzikálne základy

Povrch Zeme je obklopený vrstvou vzduchu, ktorý je zmesou plynov **zo zložením:**

- dusík približne 78 % objemu
- kyslík približne 21 % objemu

Zostávajúce 1 % je tvorené oxidom uhličitým, argónom, vodíkom, héliom, kryptónom a xenónom.

V súčasnosti sa prakticky celosvetovo používa vyjadrenie všetkých fyzikálnych veličín v medzinárodnej mernej sústave SI. Predtým sa však používala tzv. technická merná sústava.

Tlak

Základné používané jednotky tlaku sú Pa v SI sústave a at v technickej sústave.

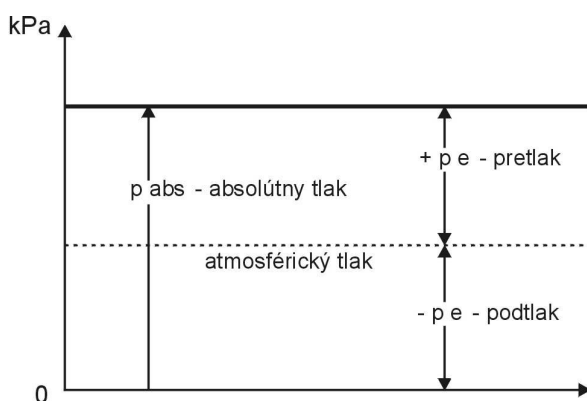
Často sa ale používali i ďalšie **jednotky:**

- atmosféra , atm absolútny tlak v tzv. fyzikálnej mernej sústave
- Pascal, Pa absolútny tlak v sústave SI
- psi, psi pound-force per sq. inch
- bar, bar

Prevod:

psi	atm	bar	Pa
1	0,068046	0,0689476	6894,76
14,6959	1	1,0133	101 330
14,5038	0,987	1	100 000
$0,145 \cdot 10^{-3}$	$9,87 \cdot 10^{-6}$	10^{-5}	1

Prevodná tabuľka jednotiek tlaku



Pretože na povrchu Zeme všade pôsobí atmosférický tlak, nevnímame ho a považujeme ho za vzťažnú hodnotu. Atmosferický tlak na povrchu Zeme nie je vo všetkých miestach rovnaký, mení sa s nadmorskou výškou a počasím. Tlak väčší ako atmosférický tlak sa nazýva pretlak a tlak menší ako atmosférický sa nazýva podtlak. Vid'. Graf.

Stlačiteľnosť vzduchu

Vzduch podobne ako všetky plyny nemá stály tvar, t.j. prijíma tvar svojho okolia. Je ho možné stláčať (kompresia). Má snahu rozpínať sa (expanzia).

Zmena objemu pri zmene teploty

Vzduch pri zmene teploty mení svoj objem.

3.3 Výroba a úprava stlačeného vzduchu

- stroje na výrobu stlačeného vzduchu sa nazývajú **kompresory**
- väčšinou sa používa centrálna výroba stlačeného vzduchu, ktorý sa potom rozvádza k pneumatickým zariadeniam
- rozvod stlačeného vzduchu sa prevádza potrubím
- mobilné zdroje stlačeného vzduchu sa používajú väčšinou v stavebníctve

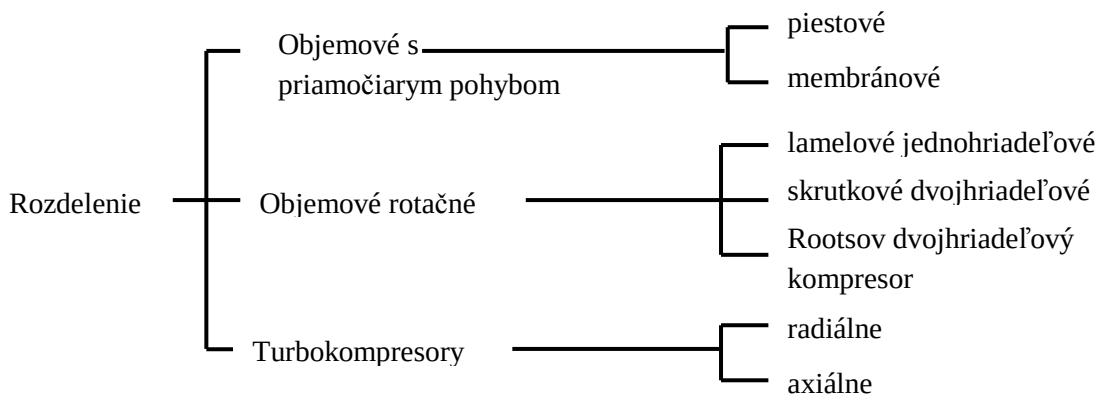
Druhy kompresorov

- typ kompresora sa volí na základe požiadavky množstva dodávaného vzduchu a pracovného tlaku.

Základné rozdelenie kompresorov podľa princípu:

OBJEMOVÝ PRINCÍP – vzduch sa stlačí v uzavretom priestore napr. piestové kompresory

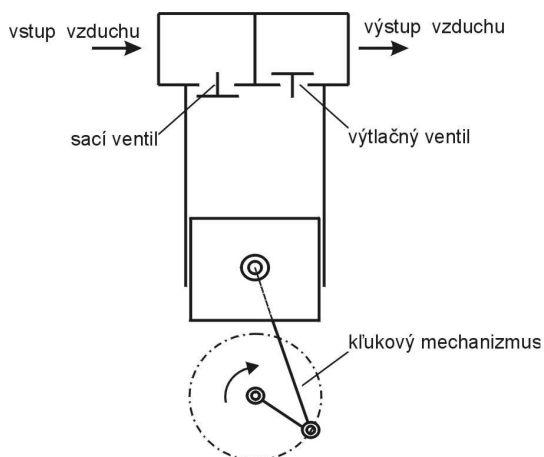
RÝCHLOSTNÝ PRINCÍP – nasatý vzduch je urýchľovaný a jeho kinetická energia je využitá na dosiahnutie tlakovej energie napr. turbokompresory



Piestové kompresory

Piestové kompresory s priamočiarym pohybom piesta

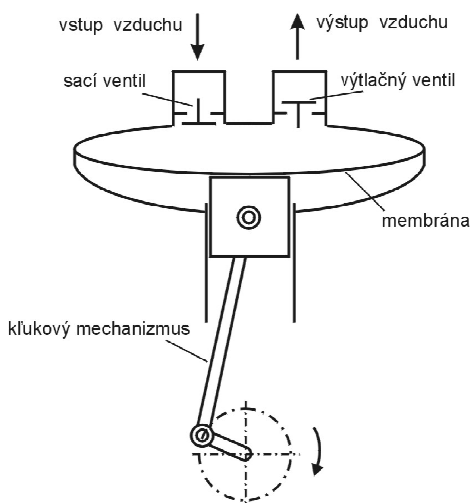
- sú v súčasnosti najpoužívanejším typom
- sú vhodné na získavanie nízkych, stredných i vysokých tlakov (od 100 kPa až po niekoľko tisíc kPa)
- pri vyšších tlakoch je nutné viacstupňové prevedenie
- nasatý vzduch sa v prvom stupni stlačí, nasleduje jeho ochladenie a ďalšie stlačenie v nasledujúcom stupni
- teplo vznikajúce pri stlačení sa musí vždy odvádzať
- chladenie sa prevádza vzduchom alebo vodou
- dodávaný vzduch má pulzný charakter.



Popis:

pri pohybe piesta do dolnej úvrate sa otvára nasávací ventil, vzduch je nasávaný do kompresného priestoru.

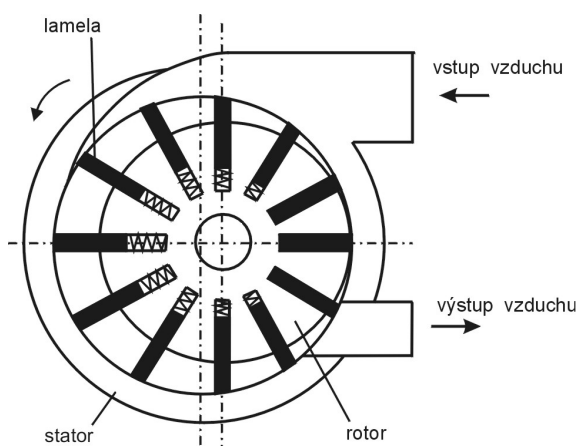
pri pohybe piesta do hornej úvrate sa vzduch stláča, nasávací ventil je uzatvorený a pri dosiahnutí tlaku sa otvorí výtláčny ventil

Membránové kompresory

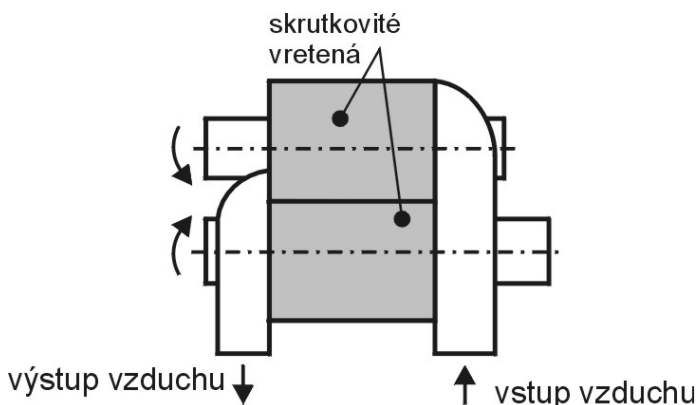
- patria k piestovým kompresorom
- piest je od vzduchu oddelený membránou, takže nedochádza k znečisťovaniu vzduchu olejom
- používajú sa hlavne v potravinárstve, farmaceutickom a chemickom priemysle

Rotačné objemové kompresory

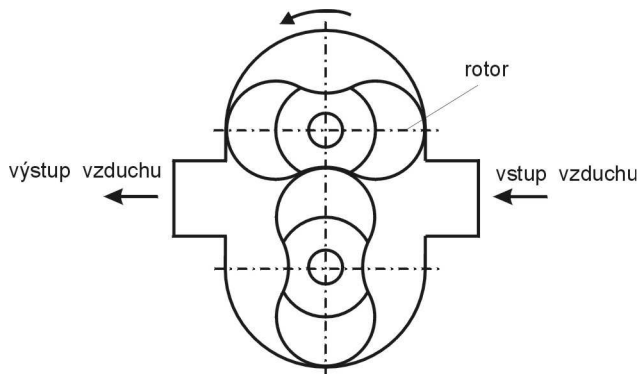
Princíp činnosti: pri rotačnom pohybe jedného alebo dvoch rotorov, dochádza ku zmenšovaniu pracovného priestoru a tým k stláčaniu vzduchu

Krídlový (lamelový) kompresor**Princíp:**

- vo valcovom telese s otvormi pre nasávanie a výtlak sa otáča excentricky uložený rotor
- v zárezoch rotora sú posuvne uložené lamely, ktoré sa opierajú a kľžu po vnútornom povrchu telesa statora a tým vytvárajú komory
- pri otáčaní rotora sa komory so vzduchom zmenšujú a tým dochádza k stláčaniu
- výhodou je malý rozmer kompresora, tichý chod a rovnomerná, bezpulzná dodávka stlačeného vzduchu

Skrutkový kompresor**Princíp:**

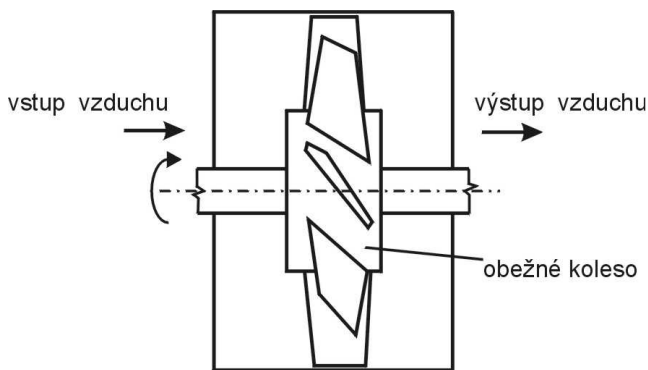
- vzduch je nasávaný a vytlačovaný dvomi skrutkovitými vretenami s konkávnymi a konvexnými zubami, ktoré stláčajú axiálnym smerom vytlačovaný vzduch

Rootsov kompresor**Princíp:**

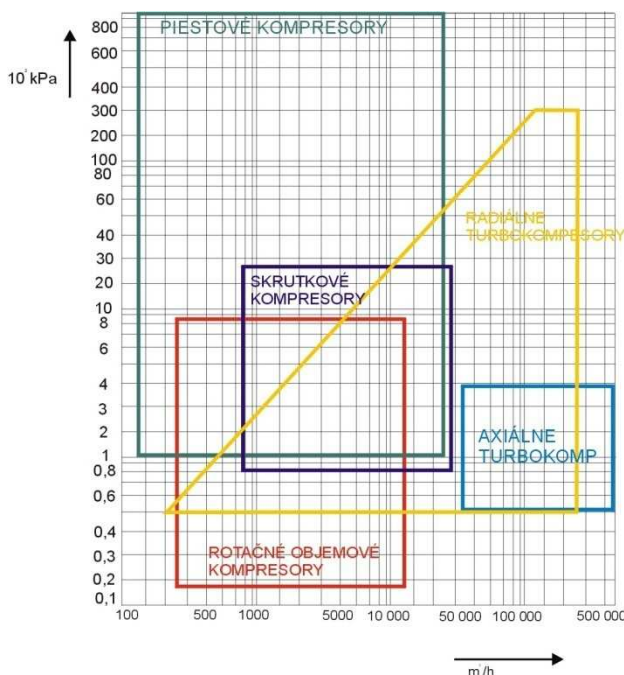
- vzduch je dodávaný z jednej strany na druhú dvoma rovnakými rotormi s prierezmom piškotovitého tvaru
- patrí do skupiny tzv. kompresorov z vonkajšou kompresiou, pretože k stláčaniu vzduchu nedochádza vo vnútri kompresora ale až pri vytlačovaní vzduchu do uzavretého priestoru.

Turbokompresory

- pracujú na rýchlostnom princípe
- používajú sa hlavne pri požiadavke veľkého dodávaného množstva vzduchu
- vyrábajú sa v axiálnom a radiálnom prevedení

Axiálny turbokompresor**Princíp:**

- nasávanému vzduchu sa jedným alebo viacerými obežnými kolesami udelí vysoká rýchlosť
- táto kinetická energia sa v difúzore mení na energiu tlakovú
- pri vysokej obvodovej rýchlosti dochádza i k čiastočnému stlačeniu pôsobením odstredivej sily
- v difúzore dochádza k spomaleniu vzduchu s výsledným zvýšením tlaku.

Výstupný tlak a dodávané množstvo vzduchu kompresorov

- graf zobrazuje oblasti použitia kompresorov
- piestové kompresory sú najuniverzálnejšie a zaberajú najväčší rozsah tlakov a výstupného prietoku vzduchu

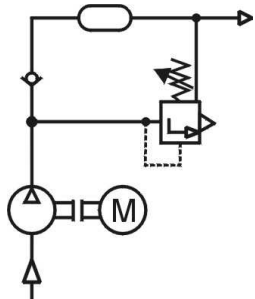
Kritéria pre voľbu kompresorov

- **dodávané množstvo vzduchu** - je to prietok vzduchu dodávaný kompresorom pri požadovanom tlaku za jednotku času
- jednotka prietoku – m^3/min alebo m^3/h
- **tlak vzduchu** - je potrebné **rozlišovať**:
- **prevádzkový tlak** – tlak vzduchu na výstupe kompresora, resp. vzdušníka
- **pracovný tlak** – požadovaný tlak nutný pre správnu funkciu jednotlivých pneumatických zariadení, obyčajne 600 kPa

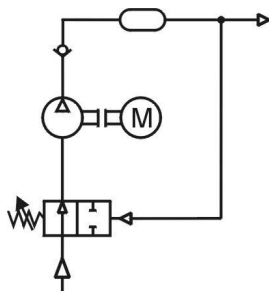
Udržiavanie konštantného tlaku je nutnou podmienkou pre spoľahlivú činnosť!

- **pohon kompresorov** - používa sa elektromotor alebo spaľovací motor prevažuje použitie elektromotora. Spaľovací motor sa používa hlavne pri mobilných kompresoroch.
- **regulácia kompresorov** - v dôsledku nerovnomernej spotreby tlakového vzduchu je nutné výkon kompresora prispôbiť tejto spotrebe. Používa sa regulácia, ktorá udržiava prevádzkový tlak v povolených medziach

Rozlišujú sa tieto druhy **regulácie**:

Regulácia odpúšťaním do atmosféry:

- jedna z najjednoduchších regulácií je realizovaná zabudovaním poistného ventilu vo výtlakovom potrubí
- ak dôjde k prekročeniu nastavenej hodnoty max. tlaku vo vzdušníku poistný ventil otvorí odľahčenie do atmosféry, kam je vzduch odpúšťaný do tej doby až tlak poklesne pod nastavenú hodnotu
- jednosmerný ventil medzi výstupom kompresora a vzdušníkom zamedzuje jeho vyprázdnenie
- tento spôsob regulácie je vhodný pre malé zariadenia

Regulácia uzatvorením nasávania:

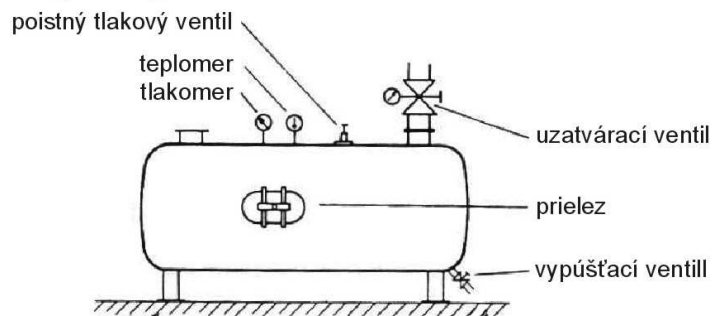
- regulácia je realizovaná uzatváraním sacieho vstupu kompresora, v dôsledku čoho kompresor nemôže nasávať vzduch a v nasávaní vzniká podtlak
- tento spôsob sa používa predovšetkým pri rotačných kompresoroch

Regulácia škrtením pri nasávaní:

- realizuje sa škrtením nasávacieho prierezu kompresora
- týmto spôsobom je možné regulovať výkon kompresora v širokom rozsahu
- používa sa hlavne pri rotačných kompresoroch a turbokompresoroch

chladenie kompresorov - pri stláčaní vzduchu v kompresoroch vzniká teplo, ktoré musí byť odvádzané. Podľa množstva vznikajúceho tepla je nutné voliť vhodný spôsob chladenia. Používa sa chladenie vzduchom a chladenie vodou, pri malých výkonoch postačuje chladenie vzduchom alebo chladenie vzduchom s núteným prúdením pomocou ventilátora. Pri väčších výkonoch sa používa chladenie vodou s núteným alebo bez núteného obehu chladiacej vody. Dobré chladenie predlžuje životnosť kompresorov a umožňuje dodávať kvalitnejší a chladnejší vzduch.

vzdušník je tlaková nádoba, vstavaný do výtláčného potrubia kompresora slúžiaca na akumuláciu stlačeného vzduchu a odstránenie kolísania tlaku, ktorá je vyvolávaná premenlivou spotrebou stlačeného vzduchu a typom kompresora. Súčasne je vzduch čiastočne ochladzovaný odvodom tepla veľkou plochou plášťa vzdušníka. Z tohto dôvodu dochádza vo vzdušníku i k zrážaniu vlhkosti.

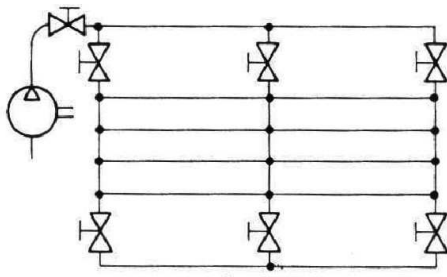


Veľkosť vzdušníka závisí od:

- množstva vzduchu dodávaného kompresorom
- spotreby vzduchu
- rozvodnej siete
- zvoleného spôsobu regulácie kompresora

Rozvod stlačeného vzduchu

- k jednotlivým strojom a zariadeniam, ktoré k svojej činnosti používajú stlačený vzduch je nutné stlačený vzduch od kompresora priviesť rozvodnou sieťou
- priemer potrubí rozvodnej siete je nutné voliť tak, aby tlaková strata medzi vzdušníkom a zariadením nepresiahla 10 kPa
- väčšie tlakové straty znižujú výkon a teda hospodárnosť



Úprava stlačeného vzduchu

- v praxi sa kladie veľký dôraz na kvalitu tlakového vzduchu
- znečistenie vzduchu mechanickými nečistotami, čistočkami hrdze, olejom a vlhkosťou často vedie k poruchám pneumatických zariadení, prípadne k ich zničeniu

Pri úprave sa odstraňujú mechanické čistočky, odstraňuje vodná para a prípadne sa dodáva do vzduchu olej.

Odstraňovanie vlhkosti

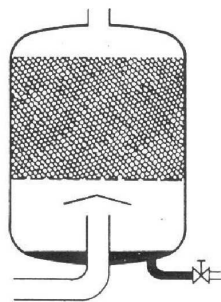
- k odstraňovaniu vlhkosti vzduchu sa **používa:**
 - absorpčné vysušanie
 - adsorpčné vysušanie
 - vysušanie ochladzovaním

Absorbčné vysušanie - ide o čiste chemický postup, pri ktorom sa stlačený vzduch vedie prostredím zo sušiaci prostriedkom. Voda alebo vodná para sa pri styku s sušiacim prostriedkom na neho viaže, preto sa musí sušiaci prostriedok vždy po určitej dobe vymieňať, 2x až 4x za rok.

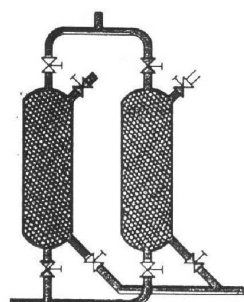
Výhodou je jednoduchá inštalácia, malé mechanické opotrebovanie a nevyžadovanie si prívodu energie

Adsorpčné vysušanie - základom tohto postupu je fyzikálny jav adsorpcie (zachycovania látok na povrchu pevných telies). Sušiacim prostriedkom je zrnitý materiál, väčšinou dioxid kremičitý, tzv. gel. Tento gel adsorbuje vodu a vodnú paru.

vlhký vzduch prechádza vrstvou gelu, ktorý na seba viaže vlhkosť. Akumulačná schopnosť gélovej náplne je obmedzená, je nutná regenerácia. Regenerácia sa prevádza vysušaním teplým vzduchom. Často sa používa dvojkomorové prevedenie, kde jedna komora sa využíva k vysušaniu tlakového vzduchu a druhá je prefukovaná teplým vzduchom – regeneruje sa



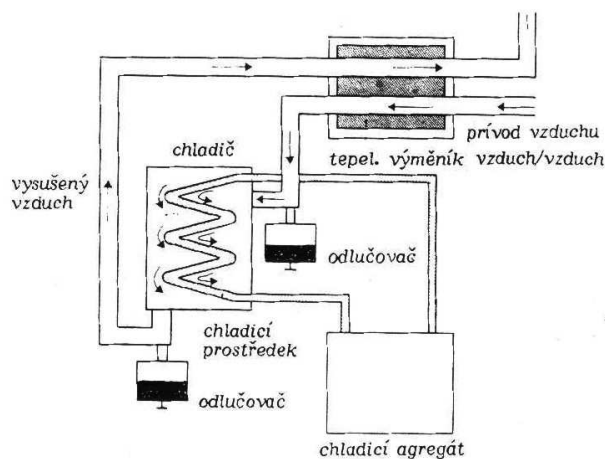
Absorbčné vysušanie



Adsorpčné vysušanie

Vysušanie ochladzovaním -

podstatou tohto postupu je zníženie teploty tlakového vzduchu pod teplotu rosného bodu, čo je teplota, pod ktorú je nutné plyn ochladiť, aby sa v ňom obsiahnuté vodné pary skondenzovali. Tlakový vzduch sa vedie vzduchovým tepelným výmenníkom, v ktorom sa predchladí. Vylúčený kondenzát sa zhromažďuje v odlučovači, ktorý je potrebné pravidelne vypúšťať predchladený vzduch prúdi chladiacim agregátom a je ochladzovaný na teplotu okolo 2 °C, kondenzát sa kondenzuje v druhom odlučovači. Vysušený vzduch sa ešte prevádza cez jemné filtre, kde sa zachytia posledné zvyšky nečistôt.



Redukčný ventil

- udržiava na svojom výstupe konštantný tlak i pri kolísaní rozvodnej siete a premenlivej spotrebe vzduchu
- tlak na vstupe redukčného ventilu musí byť vždy väčší ako tlak na výstupe redukčného ventilu
- z jednej strany ventilu pôsobí sila pružiny, ktorá je premenlivá a z druhej strany pôsobí na ventil tlak vzduchu
- ak dosiahne tlak vzduchu nastavenú hodnotu sila, ktorú vzduch vyvíja pretlačí silu pružiny a dôjde k vypusteniu prebytočného tlaku do atmosféry (redukčný ventil s odfukom do atmosféry), alebo ventil zastaví prechod vzduchu cez seba (redukčný ventil bez odfuku do atmosféry)
- pri poklese tlaku pod nastavenú hranicu sila pružiny presunie ventil do východiskovej polohy

Redukčný ventil s
odfukom do atmosféryRedukčný ventil bez odfuku
do atmosféry

Vzduchový čistič - filter

- úlohou vzduchového čističa je odstrániť z tlakového vzduchu nečistoty a skondenzovaný vzduch
- po vstupe vzduchu do čističa sa vzduch očistí od tekutých a väčších tuhých častíc, ktoré sa usadia v spodnej časti čističa
- vyčistený tlakový vzduch je potom vedený cez redukčný ventil a rozprašovač oleja vedený k pneumatickým zariadeniam
- kondenzát nahromadený na dne nádoby čističa musí byť často vypúšťaný a čistený
- je výhodné používať čističe s automatickým vypúšťaním kondenzátu

Vzduchový čistič
s ručným vypúšťaním



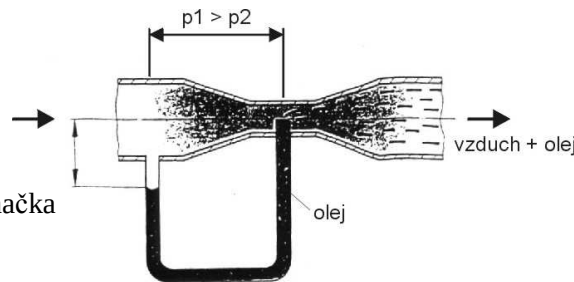
Vzduchový čistič s automatickým
vypúšťaním kondenzátu.

Rozprašovač oleja

- úlohou rozprašovača je dodávať do tlakového vzduchu mazivo, potrebné k mazaniu pneumatických prvkov
- toto mazivo znižuje opotrebenie pohyblivých častí, znižuje trecie sily a chráni pred koróziou
- rozprašovače väčšinou pracujú na princípe Venturiho trubice
- tlakový spád medzi priestorom pred trubicou a najužším miestom trubice sa využíva k nasávaniu oleja zo zásobníka a k jeho rozprašovaniu do prúdiaceho vzduchu
- funkcia je podmienená dostatočnou rýchlosťou prúdenia vzduchu



Venturiho trubica, schematická značka
rozprašovača oleja

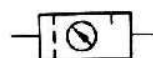
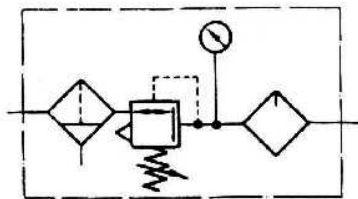
**Jednotka úpravy vzduchu**

- združuje všetky dôležité prvky na úpravu stlačeného vzduchu
- je umiestnená pri každom pneumatickom zariadení
- jednotku úpravy vzduchu tvoria tieto **zariadenia**:
 - čistič vzduchu
 - redukčný ventil
 - rozprašovač oleja
 - manometer

Čistič vzduchu - je nutné pravidelne kontrolovať výšku hladiny kondenzátu, ktorá nesmie prekročiť max. výšku, udanú ryskou na priehľadnej nádobke čističa

Redukčný ventil - nevyžaduje žiadnu údržbu

Rozprašovač oleja - je nutné kontrolovať množstvo oleja v priehľadnej nádobke, v prípade potreby doplniť



Združená a schematická značka jednotky úpravy
vzduchu.

3.4 Pneumatické pracovné prvky (motory)

- energia stlačeného vzduchu je pneumatickými motormi transformovaná na mechanickú energiu priamočiareho alebo otáčavého pohybu

3.4.1 Pneumatické priamočiare motory

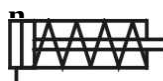
- energia stlačeného vzduchu sa mení na mechanickú energiu priamočiareho pohybu

Jednočinné pneumatické motory

- pri jednočinných pneumatických motoroch pôsobí tlakový vzduch iba na jednu stranu piesta
- vykonávajú mechanickú prácu iba v jednom smere pohybu
- spätný pohyb je realizovaný silou pružiny alebo inou vonkajšou silou, ktorá musí byť dostatočne veľká aby vratný pohyb piesta prebehol s dostatočnou rýchlosťou
- zdvih jednočinných motorov je obmedzený použiteľnou dĺžkou pružiny, cca do 100 mm
- tieto motory sa používajú predovšetkým pri vyhadzovaní, lisovaní, zdvíhaní ...

Piestové jednočinné priamočiare motory:

- najčastejšie používané typy jednočinných pneumatických priamočiarych motorov
- vo valci sa posúva piest vplyvom tlaku vzduchu
- piest musí byť opatrený vhodným tesnením a dostatočne mazaný



a)



b)



c)

Schematické značky jednočinných priamočiarych motorov.

:

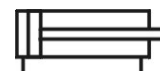
a) pracovný pohyb je realizovaný tlakom vzduchu a návrat je realizovaný pružinou

b) pracovný pohyb je realizovaný pružinou a návrat je realizovaný tlakom vzduchu

c) pracovný pohyb je realizovaný tlakom vzduchu a návrat je realizovaný vonkajšou silou

Dvojčinné priamočiare motory

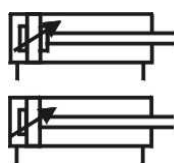
- pri dvojčinných motoroch vzniká sila od pôsobenia tlakového vzduchu v oboch smeroch, v doprednom i spätnom smere
- dĺžka zdvihu je teoreticky neobmedzená, prakticky je ale nutné uvažovať so vzperovou pevnosťou a priehybom piestnej tyče
- utesnenie piesta pri pohybe vo valci sa prevádza manžetami alebo membránami



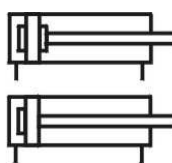
Schematická značka dvojčinného priamočiareho motora.

Piestové motory s tlmením v koncových polohách

- ak sú s pohybujúcim sa piestom spojené veľké hmotnosti, používa sa tlmenie jeho pohybu v koncových polohách, aby sa zamedzilo vzniku rázov a tým i prípadnému poškodeniu
- tlmenie sa dosahuje tým, že piest pred dosiahnutím koncovej polohy uzatvorí hlavný odfuk do ovzdušia a pre výtok vzduchu zostáva iba malý väčšinou nastaviteľný prierez
- tým dochádza k stláčaniu vyfukovaného vzduchu a pohyb sa pred koncom spomaľuje



tlmenie v oboch koncových polohách, nastaviteľné



tlmenie v oboch koncových polohách, nenastaviteľné



tlmenie iba v jednej koncovej polohe, nastaviteľné



tlmenie v jednej koncovej polohe, nenastaviteľné

Tlmenia pneumatických motorov.

Špeciálne prevedenia dvojčinných priamočiarych motorov

Pneumatický dvojčinný priamočiary motor s obojstrannou piestnicou

- tieto motory majú piestnu tyč na oboch stranách motora, piestna tyč je prechádza cez celú dĺžku pneumatického valca
- výhodou je lepšie vedenie piestnej tyče pri pohybe, pretože je uložená vo dvoch klzných vedeniach, čo dovoľuje i menšie bočné zaťaženie piestnice
- plocha piesta je z oboch strán rovnaká, preto i sila pri obidvoch pohyboch piesta sa rovná



Pneumotor s obojstrannou piestnicou.

Tandemový pneumatický dvojčinný priamočiary motor

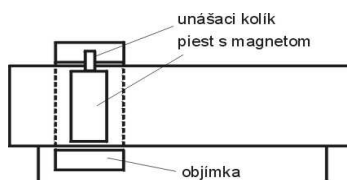
- ide o spojenie dvoch dvojčinných motorov do jednej konštrukčnej jednotky zo spoločnou piestnicou
- toto prevedenie umožňuje dosiahnutie až dvojnásobnej sily
- preto sa tandemové motory používajú v prípadoch, kedy potrebujeme dosiahnutie veľkých síl ale je obmedzená veľkosť vonkajšieho priemeru valca



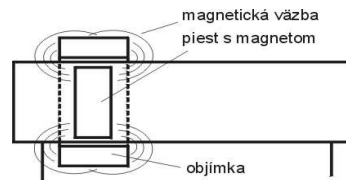
Tandemový pneumatický motor

Bezpiestnicový pneumatický dvojčinný priamočiary motor

- vo valci sa pohybuje piest vplyvom tlaku vzduchu
- motor nemá piestnu tyč, pohyb piesta je z valca prenášaný pomocou magnetickej väzby alebo mechanickej väzby
- pri magnetickej väzbe je v pieste osadený silný magnet, ktorý unáša objímku, ktorá sa pohybuje po povrchu valca, táto objímka nahrádza piestnu tyč
- pri mechanickej väzbe je vo valci drážka po celej jeho dĺžke, piest má k sebe pevne pripevnený kolík, ktorý zapadá do objímky pohybujúcej sa po povrchu valca a takto nahrádza piestnu tyč
- pracovný priestor je utesnený špeciálnou páskou, ktorá sa pri pohybe pred piestom rozpadá a tesne za ním spája
- výhodou bezpiestnicových motorov je menší montážny rozmer a dosahujú sa zdvihy i 10 m



Bezpiestnicový pneumatický motor s mechanickej väzbou.



Bezpiestnicový pneumatický motor s magnetickej väzbou.

Ďalšie schematické značky dvojčinných priamočiarych pneumotorov:



piestový motor s kývavým pohybom



diferenciálny priamočiary pneumotor



teleskopický dvojčinný pneumatický motor



pneumatický motor s zosilnenou piestnicou



pneumatický motor s teplotne odolným tesnením



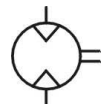
pneumatický motor s utesnením proti vysokým tlakom

3.4.2 Pneumatické rotačné motory

- tento typ pneumatických motorov transformuje energiu stlačeného vzduchu na mechanickú energiu rotačného pohybu

Podľa prevedenia sa **delia:**

- piestové motory s výstupným rotačným pohybom
- lamelové motory
- zubové motory
- turbínové motory



Rotačný pneumatický motor

Vlastnosti rotačných pneumotorov

- možnosť spojiť regulácie otáčok a krútiaceho momentu
- veľký rozsah otáčok
- malé rozmery
- jednoduchá ochrana proti preťaženiu
- necitlivosť voči prachu, vode, vysokým i nízkym teplotám
- nehrozí nebezpečenstvo výbuchu
- malé náklady na údržbu
- jednoduchá reverzácia smeru otáčania

Piestové motory s výstupným rotačným pohybom

- priamočiary pohyb piestov sa prevádza na rotačný pohyb kľukového hriadeľa
- pre zvýšenie rovnomernosti pohybu sa používa väčší počet valcov
- výkon týchto motorov závisí od vstupného tlaku vzduchu, počtu valcov, ich priemeru, zdvihu a rýchlosti
- pracujú ako piestové kompresory ale v opačnom poradí, prevádzajú tlakovú energiu vzduchu na mechanickú energiu rotačného pohybu

Lamelové krídlové motory

- sú to najčastejšie používané rotačné pneumotory, pretože sú konštrukčne jednoduché a majú malú hmotnosť
- pracujú v obrátenom princípe činnosti lamelových (krídlových) kompresorov
- otáčky týchto motorov sa pohybujú v rozsahu 3000 až 8500 ot/min

Zubové motory

- krútiaci moment je vyvodzovaný pôsobením tlaku vzduchu na plochy bokov zubov dvoch do seba zapadajúcich ozubených kolies
- jedno z ozubených kolies je pevne spojené s výstupným hriadeľom motora
- používajú sa pri veľkých požadovaných výkonoch – až do 44 kW

Turbínové motory

- pracujú v opačnom princípe ako turbokompresory
- používajú sa iba pre malé výkony, dosahujú sa pri nich ale vysoké otáčky (napr. zubná vŕtačka až 500 000 ot/min)

3.5 Pneumatické rozvádzače

Rozvádzače sú zariadenia, ktoré ovládajú smer prietoku vzduchu, najčastejšie k pneumotoru

Znázornenie rozvádzačov:

- pri znázornení rozvádzačov v schémach sa používajú normalizované značky, ktoré vyjadrujú iba ich funkciu, nie konštrukčné prevedenie

POPIS	ZNAČKA
Funkčný stav rozvádzača je znázornený štvorcom	
Počet štvorcov udáva počet funkčných stavov rozvádzača	
Čiary vo vnútri políčok udávajú vnútorné kanály, šípky smer prietoku	
Kanály uzatvorené vo vnútri prvku sa označujú priečnymi čiarami	
Kanály spojené vo vnútri prvku sa označujú bodkou	
Súčet vstupov a výstupov do funkčnej polohy udáva počet ciest rozvádzača, napr. 3 cestný	
Vonkajšie prívody (prívody potrubí) sú označené na štvorci, ktorý znázorňuje nulový alebo základný stav rozvádzača	
Ďalší stav rozvádzača dostaneme presunutím políčok	
Pri presunutí sa musia kryť kanály (cesty) v políčku s vonkajšími prívodmi. Jednotlivé funkčné stavy je možné označiť číslicami alebo malými písmenami a nulou, pričom nula označuje základnú polohu. <u>Základná (nulová) poloha</u> je poloha rozvádzača, ktorú zaujme rozvádzač sám od seba bez pôsobenia vonkajších síl (pružinami ovládané rozvádzače) Do základnej polohy sa zakresľujú vstupy a výstupy rozvádzača.	
Priamy odfuk do atmosféry – trojuholník	
Odfuk do atmosféry trubičkou	

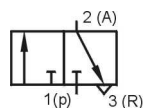
Označenie vstupov a výstupov rozvádzačov:

- pre jednoduchšiu a prehľadnú montáž sú výstupy a vstupy rozvádzačov označené
- označenie je pri starších typoch rozvádzačov veľkými písmenami, u novších typoch číslicami

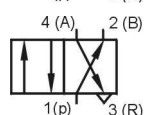
TYP VSTUPU ALEBO VÝSTUPU ROZVÁDZAČA	STARÉ OZNAČENIE	NOVÉ OZNAČENIE
Pracovné výstupy	A, B, C	2, 4, 6 (párne čísla)
Napájanie, vstup tlakového vzduchu	P	1
Odfuky do atmosféry, von z rozvádzača	R, S, T	3, 7, 5 (nepárne čísla)
Riadiace vstupy	Z, X, Y	12, 14, 16

Označenie rozvádzačov je dané počtom vonkajších prívodov a počtom funkčných polôh. Prvé číslo udáva počet prívodov (napájacích, pracovných a odŕukov mimo riadiacich) do rozvádzača. Druhé číslo udáva počet polôh, ktoré môže rozvádzač zaujať.

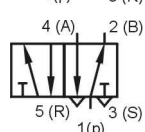
Príklady označenia rozvádzačov:



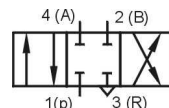
3/2 rozvádzač,
trojcestný, dvojpolohový
rozdávzač



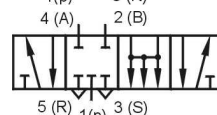
4/2 rozvádzač,
štvorcestný,
dvojpolohový rozvádzač



5/2 rozvádzač,
päťcestný,
dvojpolohový rozvádzač



4/3 rozvádzač,
štvorcestný,
trojpolohový rozvádzač



5/4 rozvádzač,
päťcestný,
štvorpolohový rozvádzač

Ovládanie rozvádzačov:

- zmenu polohy rozvádzača je možné previesť niekoľkými spôsobmi

OVLÁDANIE SVALOVOU SILOU



všeobecné svalové
ovládanie



ovládanie pedálom



ovládanie pákou



ovládanie tlačidlom

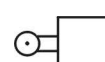
MECHANICKÉ OVLÁDANIE



ovládanie narážkou, dotyk



ovládanie pružinou



ovládanie kladkou



ovládanie sklopnou kladkou,
spätný chod naprázdno

ELEKTRICKÉ OVLÁDANIE



ovládanie
elektromagnetom
s jednou cievkou

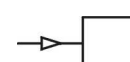


ovládanie
elektromagnetom
s viacerými vinutiami



ovládanie s dvoma
proti sebe pôsobiacimi
vinutiami

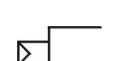
PNEUMATICKÉ OVLÁDANIE



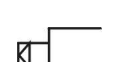
ovládanie stúpnutím tlaku



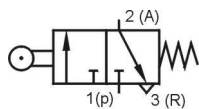
ovládanie poklesom tlaku



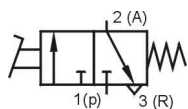
ovládanie stúpnutím tlaku
s predzosilňovačom



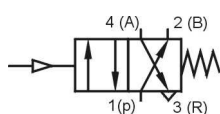
ovládanie poklesom tlaku s
predzosilňovačom

Príklady označenia rozvádzačov a ich ovládania:

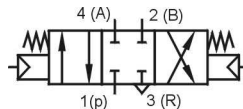
3/2 rozvádzač,
trojcestný,
dvojpolohový
rozvádzač ovládaný
kladkou a pružinou



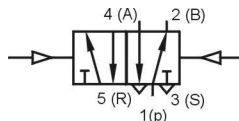
3/2 rozvádzač,
trojcestný,
dvojpolohový
rozvádzač ovládaný
pedálom a pružinou



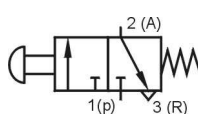
4/2 rozvádzač,
štvorcestný,
dvojpolohový
rozvádzač ovládaný
stúpnutím tlaku a
pružinou



4/3 rozvádzač, štvorcestný,
trojpolohový rozvádzač
ovládaný stúpnutím tlaku
s predzosilňovačom, do
nulovej polohy je nastavený
pružinami



5/2 rozvádzač, päťcestný,
dvojpolohový rozvádzač
ovládaný stúpnutím tlaku



3/2 rozvádzač, trojcestný,
dvojpolohový rozvádzač
ovládaný tlačidlom a pružinou

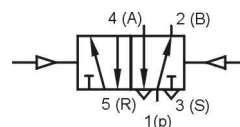
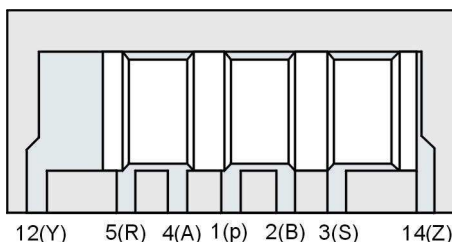
Konštrukcia rozvádzačov

Schematické značky určujú iba funkciu rozvádzača ale neurčujú jeho konštrukčné vyhotovenie. Konštrukčný princíp rozvádzačov je určujúcim faktorom pre ich životnosť, spôsob ovládania, ovládaciu silu a rozmery.

Podľa princípu konštrukcie **rozlišujeme:**

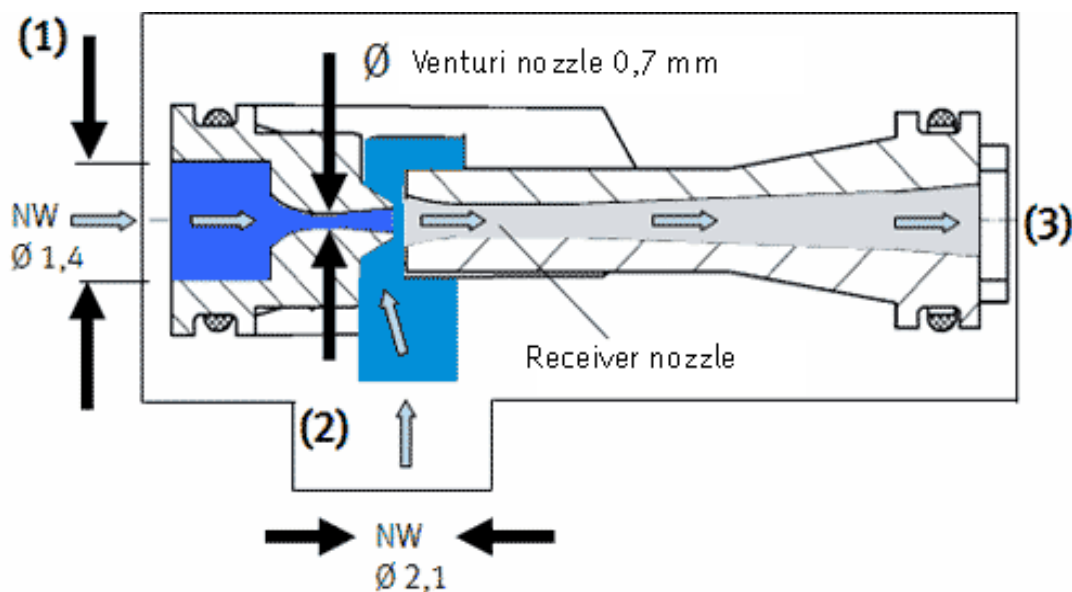
- **ventilové rozvádzače**
 - s sedlovými ventilmi
 - s guľčkovými ventilmi
 - s tanierovitými ventilmi
- **posúvačové rozvádzače**
 - s valcovým tvarom
 - s plochými posúvačmi
 - s plochými rotačnými posúvačmi

Príklad konštrukčného vyhotovenia posúvačového rozvádzača a jeho schematická značka



3.6 Vákuum

Vákuum je stav plynu, keď je hustota častíc nižšia ako atmosférický zemský tlak na úrovni mora. Vo všeobecnosti tlak v pneumatike predstavuje pretlak (relatívne k okolitému tlaku). To znamená, že vákuum sa vždy uvádza ako záporná hodnota (meraná voči tlaku v okolitom prostredí). Vo všeobecnosti sa ako jednotky používajú bary a milibary (mbar) (1 bar = 1000 mbar). Jednotka je odvodená z SI jednotky pre tlak, ktorou je pascal (Pa). Predtým používané jednotky tlaku ako napríklad Torr, Kp/cm², at, atm, mWS a mmHg sa už nemajú používať.



Vákuový ejektor

Vákuové ejektory Festo pracujú na princípe Venturiho trubice. Stlačený vzduch z prívodu stlačeného vzduchu prúdi do ejektora. V zúžení Venturiho trysky sa zvýši rýchlosť prietoku vzduchu až na rýchlosť zvuku. Po opustení Venturiho trysky sa vzduch rozpína a preteká cez trysku prijímača do výstupu (tlmič hluku). Pri tomto procese sa v komore medzi Venturiho dýzou a dýzou prijímača vytvorí vákuum, ktoré spôsobí nasatie vzduchu z vákuového portu. Odsatý vzduch a odvetrávaný vzduch prechádzajú cez výstup (tlmič hluku).

Štandardná prísavka

Pre ploché, jemne zvlnené a zakrivené povrchy



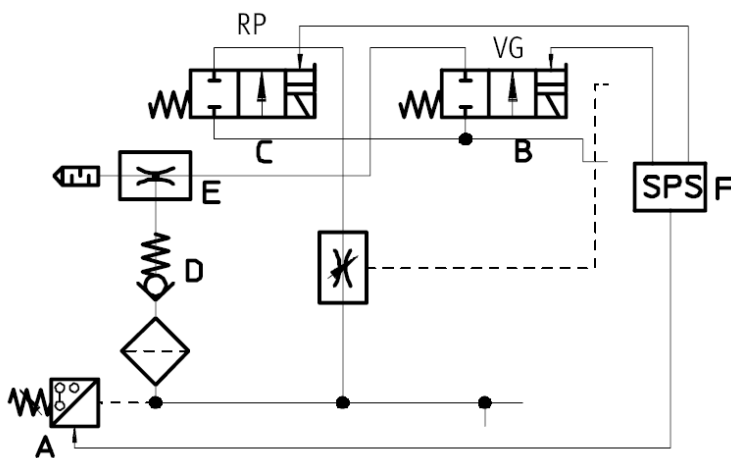
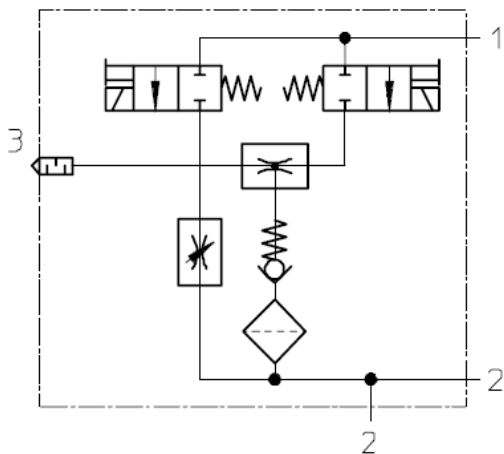
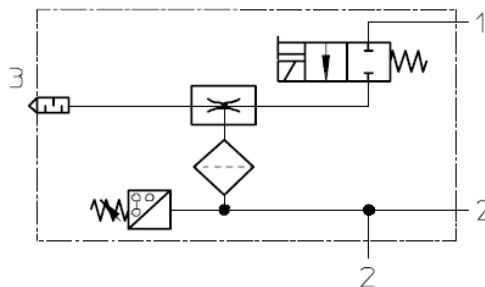
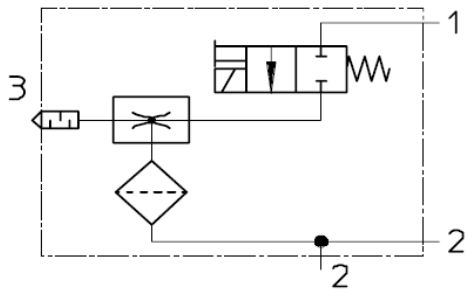
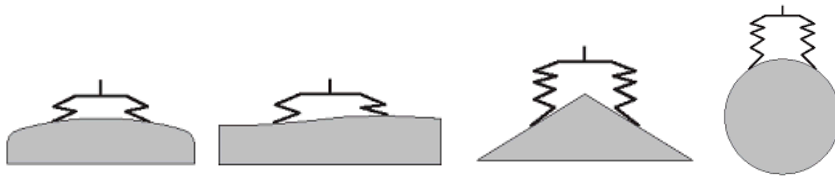
Extra hlboká prísavka

Pre okrúhle a zakrivené obrábané diely



Vlnovec

- Pre šikmé plochy
- Pre zakrivené, okrúhle plochy, flexibilné obrábané diely s veľkými plochami
- Pre citlivé obrábané diely ako sú sklenené fľaše a žiarovky

**zapnutie vákuua**

- 1 vonkajší riadiaci systém F zapne magnet VG
 - ventil pre prívod stlačeného vzduchu B sa otvorí
 - výroba vákuua E je zapnutá

zastavenie vákuua

- 2 dosiahnutá je stanovená maximálna hladina:
 - tlakový snímač A odošle signál do vonkajšieho riadiaceho systému
 - riadiaci systém vypne magnet VG
 - výroba vákuua sa preruší
 - spätný ventil D zabraňuje zníženiu hladiny vákuua

zapnutie vákuua

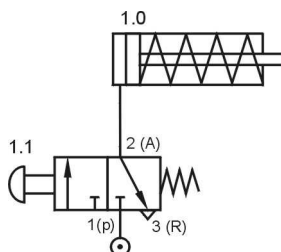
- 3 netesnosť za príčiní pokles hladiny vákuua až na minimálnu hodnotu
 - tlakový snímač A odošle signál do vonkajšieho riadiaceho systému F
 - riadiaci systém F opakovane zapne magnet VG B
 - výroba vákuua E je znovu zahájená
 - stále opakovanie bodov 2 a 3

ukončenie cyklu: vypnutie vákuua

- 4 preprava je ukončená
 - vonkajší riadiaci systém (OPP, t. j. ovládanie programovateľnou pamäťou) F vypne magnet VG B
 - výroba vákuua E je ukončená
 - vonkajší riadiaci systém zapne magnet RP C
 - hladina vákuua na 0
 - obrobok bude osadený

3.7 Základné zapojenia pneumatických motorov

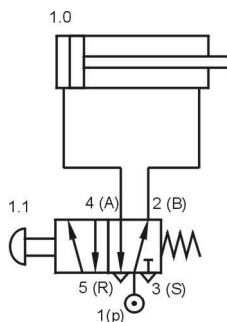
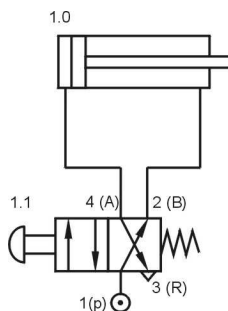
Priame riadenie jednočinného priamočiareho motora



- piest jednočinného pneumotora sa po stlačení tlačidla rozvádzača vysunie a po uvoľnení tlačidla sa ihneď vráti do východiskovej polohy
- k riadeniu je použitý 3/2 rozvádzač
- pri prestavení rozvádzača prúdi vzduch z P do A, výstup R je uzatvorený

- ak sa vráti rozvádzač pôsobením pružiny do východzej polohy, odľahčí sa priestor valca prostredníctvom spojenia A s R, prívod tlakového vzduchu je uzatvorený

Priame riadenie dvojčinného priamočiareho motora



- piest dvojčinného pneumatického motora sa po stlačení tlačidla rozvádzača vysunie a po uvoľnení tlačidla sa ihneď vráti do východiskovej polohy
- k riadeniu je možné použiť 4/2 alebo 5/2 rozvádzač
- pri rozvádzači 5/2 sú dva samostatné odfuky do atmosféry, pre každú stranu valca

jeden

- pri doprednom pohybe piesta (stlačení tlačidla) sú spojené P s B a A s S resp. A s R
- pri spätnom pohybe sú spojené P s A a valec je odvzdušňovaný prostredníctvom R

Nepriame riadenie dvojčinného priamočiareho motora

Riadenie dvojčinného priamočiareho motora z dvoch miest súčasne

Riadenie dvojčinného priamočiareho motora z jedného alebo druhého miesta

Samočinný návrat piesta

Samočinný pohyb piesta

Riadenie rýchlosti dvojčinného priamočiareho motora

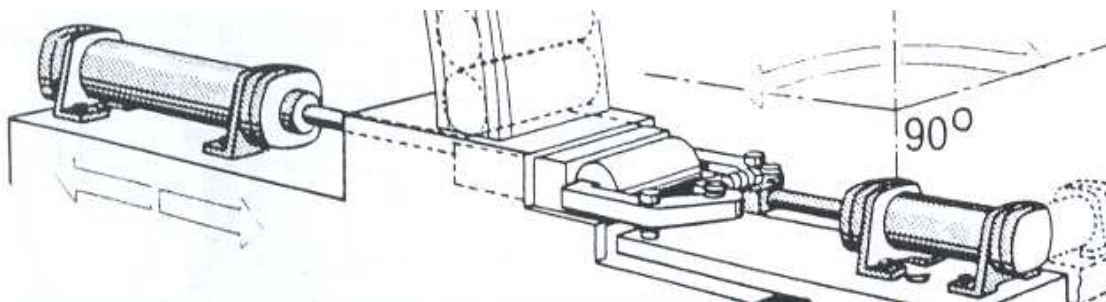
Riadenie dvojčinného priamočiareho motora v závislosti na čase

Úloha číslo 1

Názov: UPÍNANIE OBROBKOV

Zadanie:

Navrhnite pneumatický mechanizmus, určený k upínaniu obrobkov. Nožným pedálom sa má previesť upnutie materiálu v pneumatickom zveráku. Po uvoľnení pedálu sa obrobok nesmie uvoľniť.

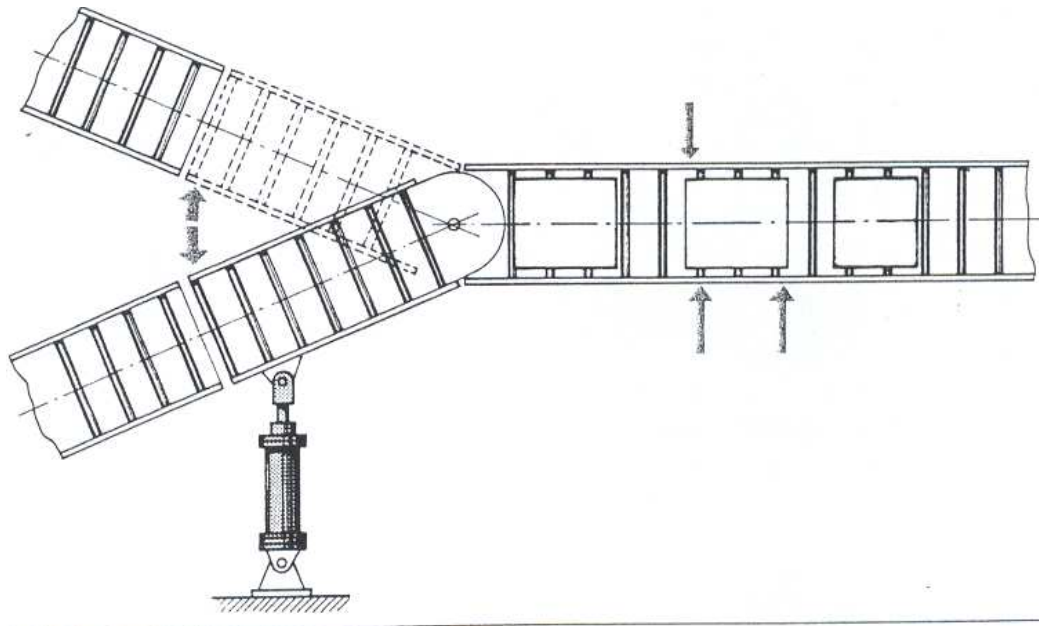


Úloha číslo 2

Názov: ROZDELOVANIE DEBIEN

Zadanie:

Navrhните pneumatický mechanizmus, pomocou ktorého budete rozdeľovať debny. Rameno valčekového dopravníka sa má presunúť na stlačenie tlačidla. Pri pustení tlačidla sa poloha ramena nemá zmeniť.

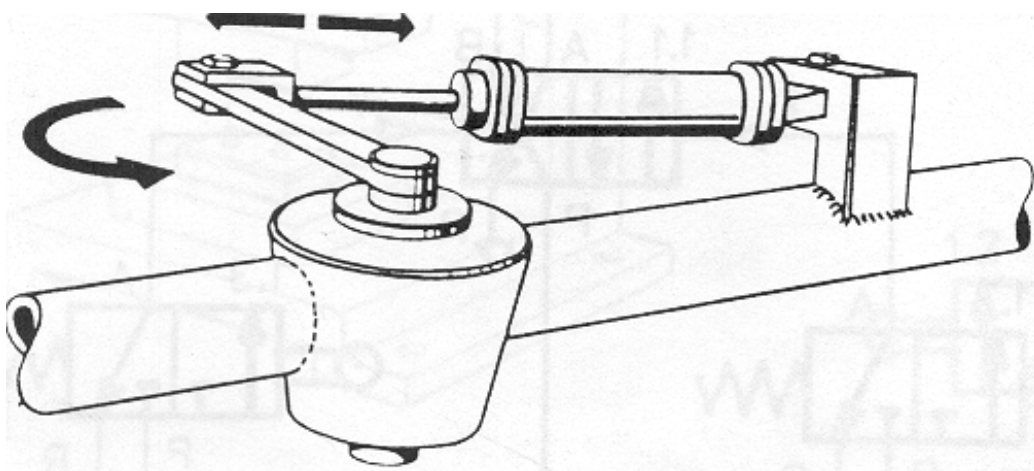


Úloha číslo 3

Názov: OVLÁDANIE DÁVKOVAČA

Zadanie:

Navrhnete pneumatický mechanizmus, ktorý bude ovládať dávkovač. Dávkovanie kvapaliny je riešené ručne ovládaným rozvádzačom. Dávkovací kohút musí byť nastaviteľný do ľubovoľnej polohy.

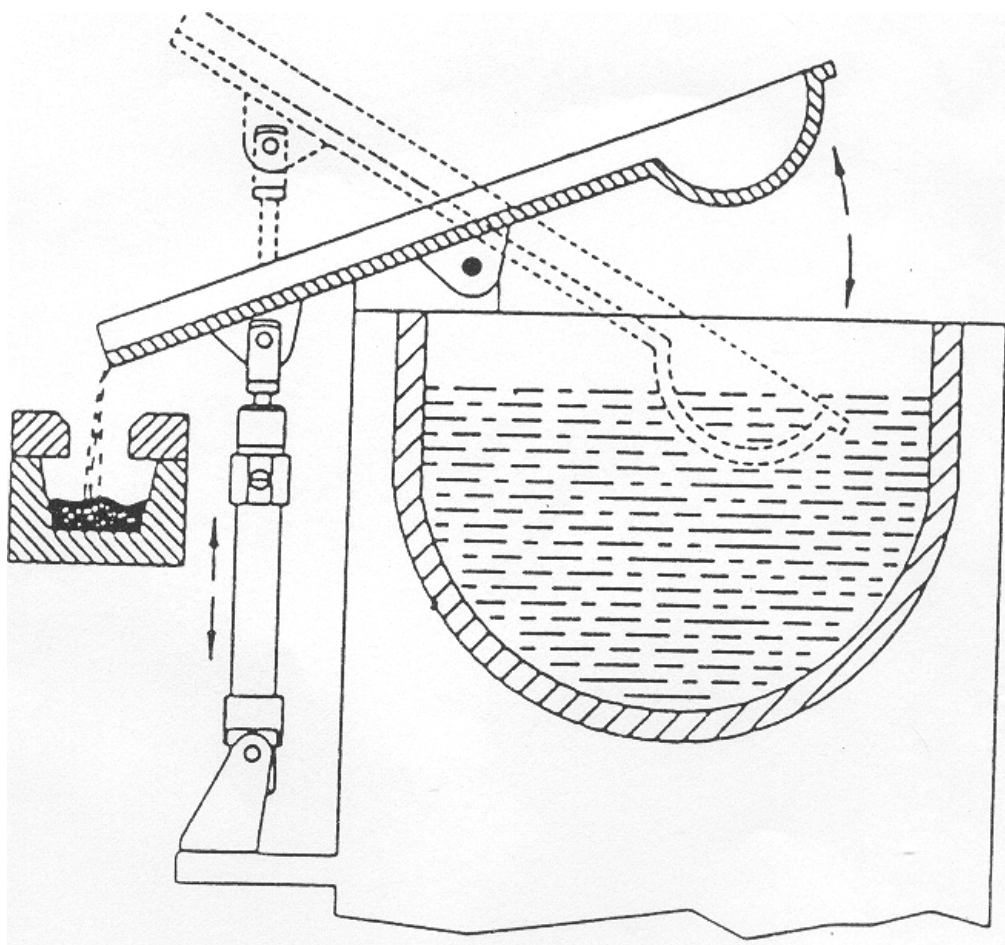


Úloha číslo 4

Názov: ODOBERANIE VZORIEK

Zadanie:

Navrhните pneumatický mechanizmus, určený k odoberaniu vzoriek. Ponorením panvičky sa riadi tlačidlom – požadovaný je pomalý pohyb. Spätný pohyb je samočinný (tiež pomalý pohyb).



Úloha číslo 5

Názov: NITOVANIE DOSIEK

Zadanie:

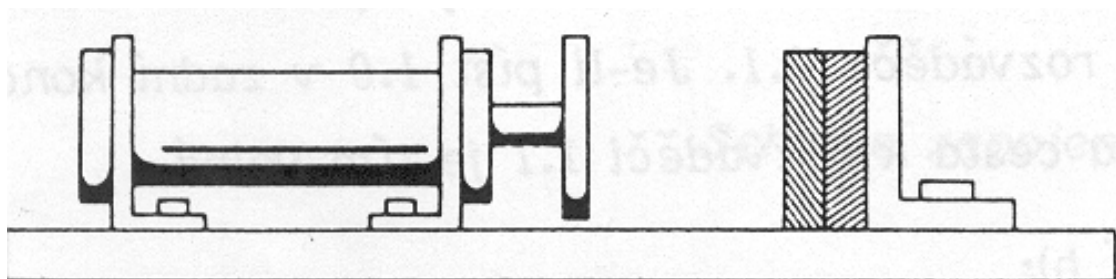
Navrhňte pneumatický mechanizmus , určený k nitovaniu dosiek. Po zatlačení štartovacieho tlačidla sa pneumotor vysunie a zatlačí na nit nastaviteľným tlakom . K jeho spätnému pohybu dôjde až vtedy keď piest dosiahne koncovú polohu. Spätný pohyb má byť pomalý. K opätovnému vysunutiu dôjde až keď piest bude v základnej polohe

Úloha číslo 6

Názov: PRÍPRAVOK PRE LEPENIE PLASTOV

Zadanie:

Navrhните pneumatický mechanizmus , ktorý bude lepiť dva obrobky. Po zatlačení tlačidla S1 sa vysunie pneumatický motor a zatlačí na obrobky. Tlak udržuje po dobu 10 s.(nutná doba k zlepeniu obrobkov) , potom sa samočinne zasunie. K zasunutiu dôjde i po zatlačení tlačidla S2 . K zasunutiu dôjde za každých okolností. K ďalšiemu štartu pneumatického piesta môže dôjsť až v prípade , že piest sa nachádza vo východiskovej polohe. Rýchlosť pohybu piesta je v oboch smeroch regulovateľný.



4 ELEKTROPNEUMATIKA

Je to samostatná oblasť pneumatiky, ktorej ovládacie a riadiace prvky sú elektrické.

Spolupráca pneumatických a elektrických obvodov a prvkov je možná pomocou prevodníkov

Výhody:

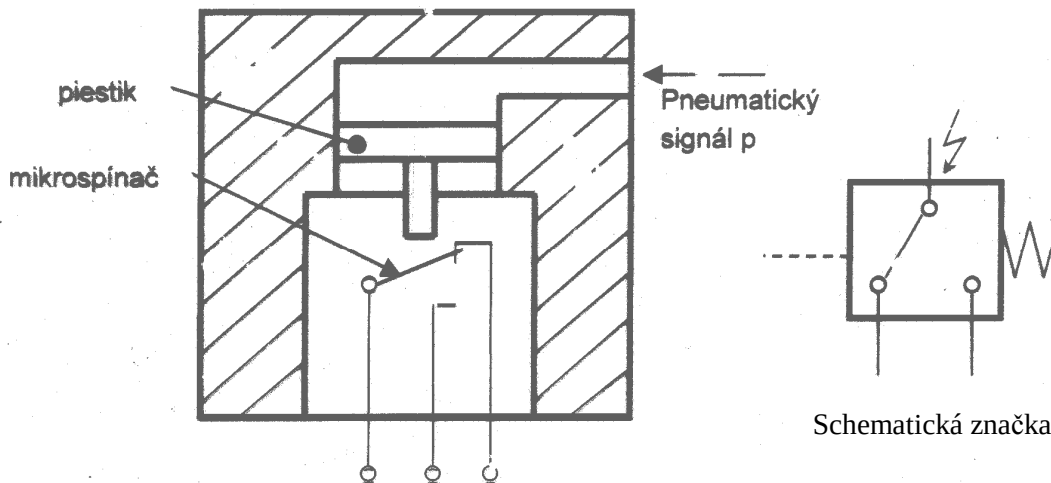
- ľahšie riadenie a ovládanie pneumatických motorov
- možnosť ovládania pomocou PLC (programovací logický automat)

Nevýhody:

- nemožnosť použitia vo výbušnom prostredí

Pneumaticko elektrický prevodník

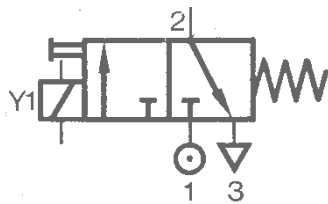
Prevodník ktorý prevádza pneumatický signál na elektrický. Jedná sa o kombináciu piestika a mikrosplínača



Popis: vstupný signál je pneumatický tlak p a výstupný signál je elektrický impulz. V prípade prítomnosti tlaku zmení polohu piestika a tým zopne prepínací kontakt mikrosplínača. Ide o binárny typ prevodníka.

Elektricko-pneumatický prevodník

- prevádza elektrický signál na pneumatický
- patria sem všetky rozvádzače a ventily ovládané elektrickým impulzom
- ide o binárny prevodník, na výstupe je alebo nie je pneumatický tlak



3/2 rozvádzač ovládaný elektromagnetom

Základné značky v elektropneumatike

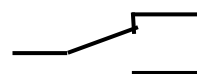
Kontakty



spínací

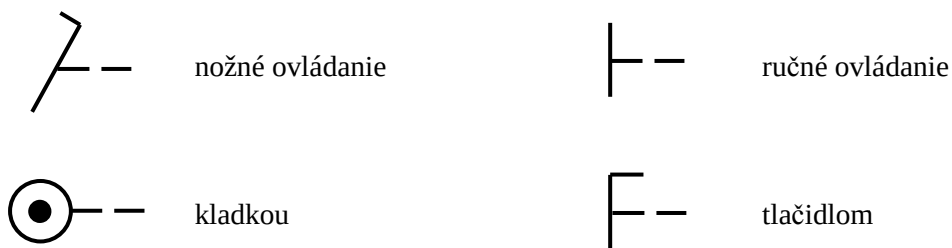


rozpínací

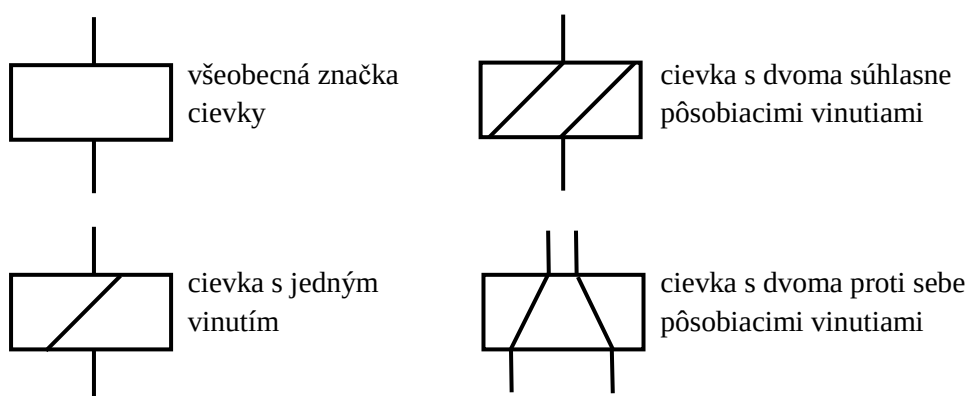


prepínací

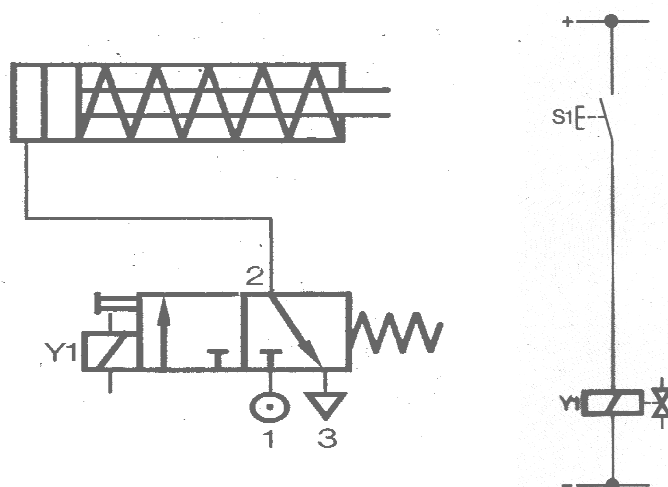
Ovládanie spínačov



Cievky elektromagnetov



Elektrické riadenie jednočinného pneumatického motora



Riadenie dvojčinného priamočiareho motora

Riadenie dvojčinného priamočiareho motora z dvoch miest súčasne

Riadenie dvojčinného priamočiareho motora z jedného alebo druhého miesta

Obojstranné impulzné riadenie

Samočinný návrat piesta

Samočinný pohyb piesta

Samodržné zapojenie

Riadenie pomocou snímačov

Riadenie v závislosti na čase

Úloha číslo 7

Názov: SITO

Zadanie:

Navrhnite elektro – pneumatický mechanizmus, ktorý bude pohybovať sitom na preosievanie zeme. Po zatlačení štartovacieho elektrického tlačidla s aretáciou sa pneumatický motor vysunie z východiskovej polohy do krajnej a po dosiahnutí krajnej polohy sa automaticky zasunie pričom koncové polohy sú indikované indukčnými snímačmi.

Tento pohyb sa automaticky opakuje. K ukončeniu pohybu dôjde po zatlačení tlačidla stop. Rýchlosť pohybu v oboch smeroch má byť regulovateľná.

Úloha číslo 8

Názov: BRÁNA

Zadanie:

Navrhnite elektro – pneumatický mechanizmus, ktorý bude otvárať a zatvárať bránu simulovanú dvoma pneumotormi. Brána sa otvorí v prípade ak bude optický senzor v aktívnom stave. Pohyb brány bude regulovateľný a pomalý.

5 HYDRAULIKA

5.1 Úvod

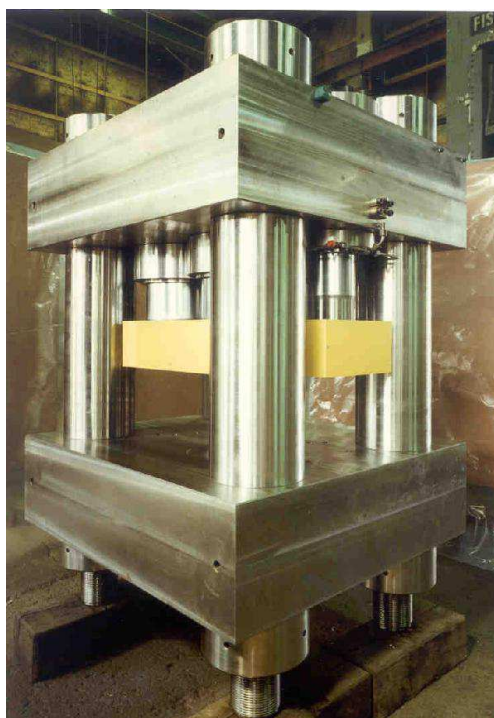
Pod pojmom hydraulika sa označuje tvorba síl a pohybov prostredníctvom tlakovej kvapaliny.

Tlaková kvapalina je pritom nositeľom energie

Hydrauliku delíme na: - **stacionárnu** (lisy, valcovacie trate, výťahy)

- **mobilnú** (stavebné, poľnohospodárske stroje, zdvíhacie ramena)

Mobilná hydraulika sa pohybuje na kolesách alebo pásoch, stacionárna je pevne vstavaná na jednom mieste. Charakteristickou vlastnosťou mobilnej hydrauliky je to, že jej riadiace prvky (rozvádzače, ventily) sú riadené priamo rukou a stacionárne hydraulické mechanizmy sú väčšinou ovládané elektromagneticky.



Výhody hydrauliky:

- vysoká zaťažiteľnosť
- vysoká výkonová hustota
- presné polohovanie
- rozbeh z pokoja i pri najnižšom zaťažení
- rovnomerný na zaťažení nezávislý pohyb
- tichý chod
- dobrá riaditeľnosť

Nevýhody hydrauliky:

- znečisťovanie okolia olejom
- nebezpečenstvo požiaru
- nebezpečenstvo vysokých tlakov

Fyzikálne základy

Hydraulika je náuka o silách a pohyboch, ktoré sú prenášané pomocou kvapaliny. Hydraulika sa rozdeľuje na hydrostatiku a hydrodynamiku. Hydrostatika predstavuje silový účinok tlaku a plochy a hydrodynamika silový účinok hmoty a zrýchlenia.

Hydrostatický tlak

- je tlak, ktorý vzniká v kvapaline pôsobením vlastnej tiaže

$$p = h * \rho * g$$

p – hydrostatický tlak	[Pa]
h – výška stĺpca kvapaliny	[m]
ρ – hustota kvapaliny	[kg/m ³]
g – gravitačné zrýchlenie	[m/s ²]

Každé teleso vykonáva na svoju podložku určitý **tlak**. Jeho veľkosť závisí na sile akou teleso pôsobí a ploche akou teleso pôsobí na podložku.

$$p = F / S$$

p – tlak	[Pa]
F – sila	[N]
S – plocha	[m ²]

Objemový tok

- je objem kvapaliny, ktorá za určitú časovú jednotku pretečie potrubím

$$Q = V / t$$

Q – objemový tok	[m ³ /s]
V – objem	[m ³]
t – čas	[s]

Rovnica kontinuity

$$Q = S * v$$

Q – objemový tok	[m ³ /s]
S – plocha	[m ²]
v – rýchlosť prúdenia	[m/s]

5.2 Časti hydraulických zariadení

- zdrojová časť
- tlaková kvapalina
- riadiace prvky
 - rozvádzače
 - prvky na riadenie tlaku - tlakové ventily, redukčné ventily
 - prvky na obmedzenie a riadenie prietoku - uzatváracie, jednosmerné, škrtiace ventily
- hydromotory
 - priamočiare
 - rotačné

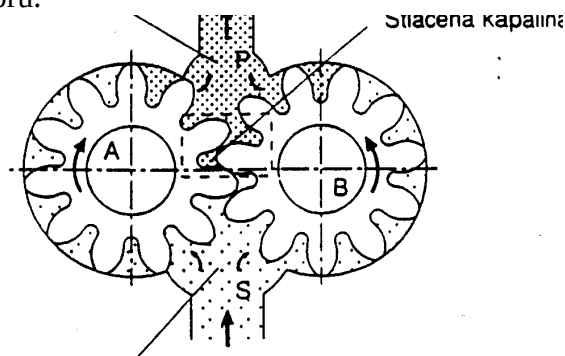
5.2.1 Zdrojová časť

- jednotka napájania dodáva potrebnú energiu pre hydraulické zariadenie
- má časti:
 - **pohon** – realizovaný je elektromotorom, alebo spaľovacím motorom
 - **generátor** – premieňa mechanickú energiu na energiu stĺpca kvapaliny. Väčšina hydrogenerátorov je konštruovaná na rotačný vstupný pohyb a umožňuje pohyb bežnými elektromotormi.
 - hydrogenerátory rozdeľujeme na:
 - zubové
 - skrutkové
 - lamelové
 - piestové



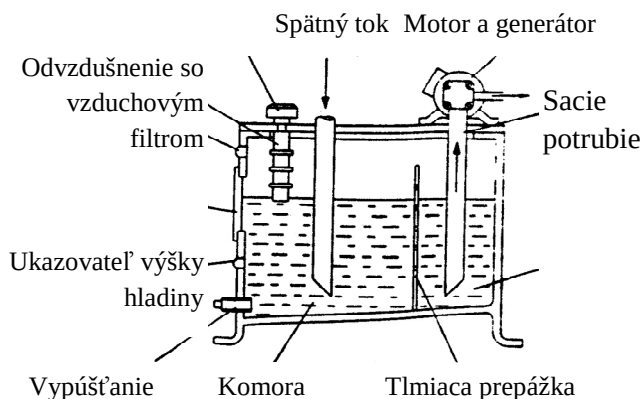
schematická značka
hydrogenerátora

Najrozšírenejšie sú zubové. Základné vyhotovenie tvorí pár ozubených kolies, ktoré sú uložené s malými vôľami v telese. Pri otáčaní kolies sa v zubovej medzere dopravuje kvapalina do výstupného tlakového priestoru.

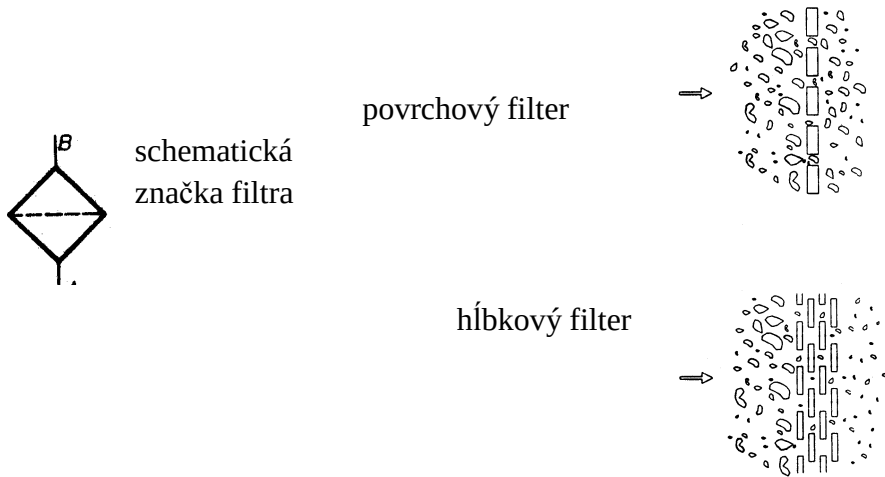


- **spojka** – zaisťuje prenos energie medzi motorom a generátorom
- **nádrž (tank)** – zásobník kvapaliny, odvádza teplo, zhromažďuje kvapalinu a upokojuje ju

schematická
značka nádrže



- **filter** – znižuje obsah nečistôt v kvapaline. Zachytávajú ich priepustnou vložkou. Vhodný typ filtra a jeho veľkosť zvolíme podľa požadovaných parametrov ku ktorým patrí maximálny tlak, maximálny prietok, čistiaca (filtračná) schopnosť, priepustný tlakový spád a pod. Pri prekročení tlakového spádu na vložke čističa vzniká nebezpečenstvo jej pretrhnutia a vyplavenia nečistôt, preto vložku musí chrániť obtokový ventil



- **výmenník tepla** (ohrievač, chladič) – ak v hydraulických mechanizmoch nenastávajú väčšie straty energie, funkciu výmenníka tepla môže zabezpečiť aj nádrž. Pri väčších stratách energie musí byť chladič kvapaliny, ktorý zabezpečí odvod tepla. Pri mobilných hydrogenerátoroch sa chladiče používajú skoro všade, lebo nádrže sú príliš malé.

Okrem odvodu tepla môže byť nevyhnutným aj jeho prívod vhodným zohrievačom. Táto požiadavka vystupuje osobitne pri mechanizmoch umiestnených v prostredí s nízkou teplotou, keď je nevyhnutné zohriať kvapalinu v nádrži pred spustením hydrogenerátora.

schematická
značka ohrievača



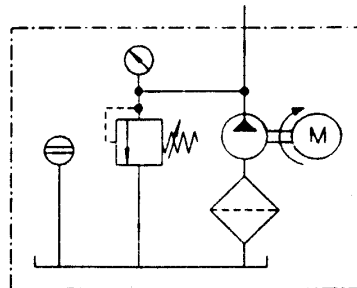
schematická
značka chladiča



Hydraulický agregát

Typizované zoskupenie ktoré obsahuje:

- zdroj tlakovej kvapaliny
- nádrž s kvapalinou
- prvky na úpravu kvapaliny
- kontrolné prvky
- riadiace prvky



Hydraulický agregát (hladinomer, manometer, tlakový ventil, filter, hydrogenerátor, elektromotor) pracuje a konštantným príkonom aj pri premenlivom výkone.

5.2.2 Tlaková kvapalina

- pracovné médium, ktoré prenáša energiu od zdrojovej k pohonnej časti (hydromotor)

V hydrostatických mechanizmoch na prenos energie sa najčastejšie používajú minerálne oleje, ktoré majú vhodné vlastnosti. Mažú súčiastky mechanizmov, chránia ich proti korózií, nepôsobia na bežné gumové tesnenia.

Hydraulické oleje delíme podľa ich vlastností do tried:

- hydraulický olej HL
- hydraulický olej HLP
- hydraulický olej HV

HL ochrana proti korózií a zvýšená odolnosť proti starnutiu

HLP zvýšená ochrana proti opotrebeniu

HV zlepšená závislosť viskozity na teplote

Vlastnosti hydraulického oleja:

- čo najmenšia hustota
- malá stlačiteľnosť
- dobrá závislosť viskozity – teplota, viskozita – tlak
- dobrá stabilita proti starnutiu
- ťažká zápalnosť
- dobrá materiálová znášanlivosť

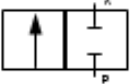
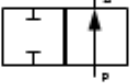
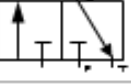
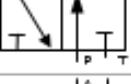
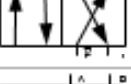
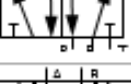
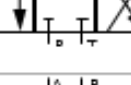
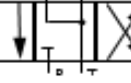
Pod pojmom viskozita rozumieme “tekutosť” kvapaliny. Dáva informáciu o vnútornom trení kvapaliny, t.j. o odpore ktorý musí byť prekonaný, aby sme posunuli dva susedné vrstvy kvapaliny navzájom.

5.2.3 Riadiace prvky

Riadiace prvky umožňujú riadenie tlaku alebo prietoku, prípadne obidvoch parametrov.

Rozvádzače

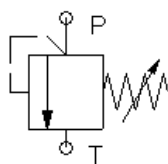
Sú konštrukčné prvky, ktoré menia v hydraulickom zariadení cesty prietoku tlakovej kvapaliny.

	2/2 rozvádzač - uzavretý
	2/2 rozvádzač - otvorený
	3/2 rozvádzač - uzavretý
	3/2 rozvádzač - otvorený
	4/2 rozvádzač
	5/2 rozvádzač
	4/3 rozvádzač - uzavretý
	4/3 rozvádzač - obtok generátora
	4/3 rozvádzač - H poloha
	4/3 rozvádzač - pracovné potrubie
	4/3 rozvádzač - obtok

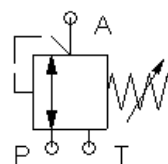
Prvky na riadenie tlaku

- tlakové ventily - použitie ako poistného člena pri preťažení
- redukčné ventily - pri potrebe súčasných viac tlakových hladín

schematická značka
tlakového ventilu



schematická značka
redukčného ventilu



Prvky na obmedzovanie a riadenie prietoku

- jednosmerné ventily – uzatvárajú objemový tok v jednom smere
- uzatváracie ventily - uzatvárajú objemový tok v oboch smeroch

schematická značka
jednosmerného ventila



schematická značka
uzatváracieho ventila



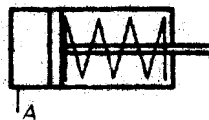
- škrtiace ventily – riadia veľkosť objemového toku

schematická značka
škrtiaceho ventila

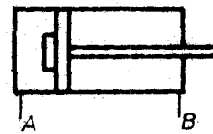
**5.2.4 Hydromotory****Priamočiary hydromotor**

- je akčný člen, ktorý mení hydraulický výkon na mechanický
- vykonáva priamočiare pohyby pôsobením tlaku na plochu pohyblivého piesta
- rozdelenie:
 - **jednočinný priamočiary hydromotor**
 - tlak kvapaliny pôsobí na piest len v 1 smere
 - spätný pohyb koná vonkajšia sila (pružina)
 - **dvojčinný priamočiary hydromotor**
 - tlak kvapaliny pôsobí v oboch smeroch, čo znamená pohyb v oboch smeroch

schematická značka
jednočinného priamočiareho hydromotora



schematická značka
dvojčinného priamočiareho hydromotora

**Rotačný hydromotor**

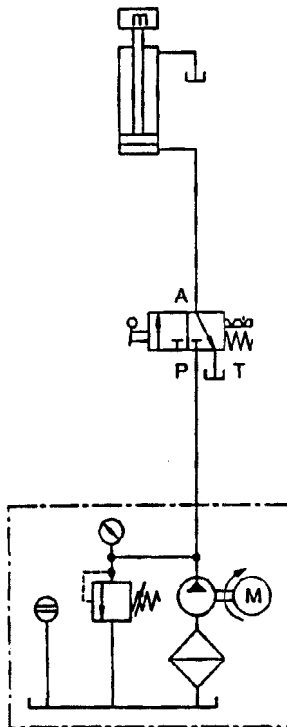
- hydraulické rotačné motory sú ako priamočiare motory
- menia hydraulický výkon na mechanický s tým rozdielom, že vykonávajú pohyb rotačný
- pre väčšie stroje a zariadenia je najvýhodnejšie použiť centrálnu hydrauliku

schematická značka
rotačného hydromotora



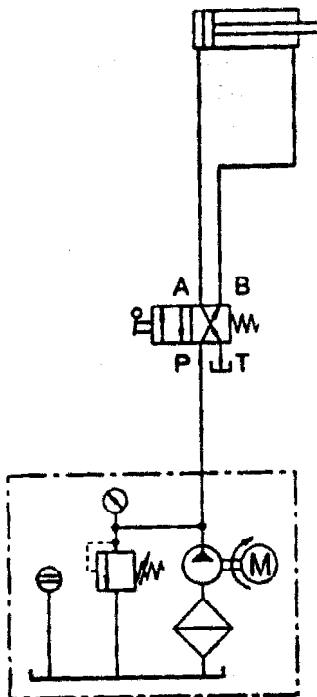
5.3 Základné zapojenia hydraulických motorov

Riadenie jednočinného priamočiareho hydromotora



- piest jednočinného hydraulického motora sa po prepnutí páky rozvádzača vysunie a po uvoľnení páky sa ihneď vráti do východiskovej polohy
- k riadeniu je použitý 3/2 rozvádzač
- pri prestavení rozvádzača prúdi kvapalina z P do A, T je uzatvorený
- ak sa vráti rozvádzač pôsobením pružiny do počiatočnej polohy, odľahčí sa priestor valca prostredníctvom spojenia A s T, prívod tlakovej kvapaliny je uzatvorený

Riadenie dvojčinného priamočiareho hydromotora



- piest dvojčinného hydraulického motora sa po prepnutí páky rozvádzača vysunie a po uvoľnení páky tlačidla sa ihneď vráti do východiskovej polohy
- k riadeniu je použitý 4/2 rozvádzač
- pri doprednom pohybe piesta sú spojené P s A a B s T.
- pri spätnom pohybe sú spojené P s B a A s T

Úloha číslo 9

Názov: HYDRAULICKÝ LIS

Zadanie:

Navrhните hydraulický mechanizmus, ktorý bude lisovať plechové karosérie. Prepnutím páky sa začne vysúvať priamočiary hydromotor a keď príde do koncovej polohy prepne rozvádzač a bude sa vysúvať druhý hydromotor. Prepnutím páky sa oba hydromotory zasunú rýchlo. Rýchlosť vysúvania má byť nastaviteľná. Pákou je možné zastaviť prvý hydromotor v ktorejkoľvek polohe. Vytvorte krokový diagram celej úlohy

Úloha číslo 10

Názov: RIADENIE DVERÍ

Zadanie:

Navrhните elektro – hydraulický mechanizmus, ktorý bude otvárať a zatvárať dvere simulované dvoma hydromotormi. Brána sa otvorí po zatlačení tlačidla z oboch strán dverí a zatvorí sa druhou dvojicou tlačidiel. Ak dvere zaťažíme silou 100 N dvere sa nezatvoria. Otvorenie a zatvorenie dverí bude signalizované zeleným a červeným svetlom. Vytvorte krokový diagram celej úlohy

6 AUTOMATIZÁCIA

6.1 Úvod do automatizácie

- je to ďalšia fáza mechanizácie
- mechanizácia = nahradenie fyzickej práce človeka
- postupné odstránenie človeka ako riadiaceho člena
- automatizácia = proces vývoja a konštrukcie samočinne pracujúcich systémov, ktoré oslobodzujú človeka od duševnej riadiacej a kontrolnej činnosti
- nahradzovanie duševnej práce človeka
- ďalšie zvýšenie produktivity
- úloha človeka sa presúva do oblasti kontroly
- ako riadiaci člen sa uplatňuje výpočtová technika

Typické oblasti využitia automatizácie

Automatická signalizácia	prístroj automaticky hlási dosiahnutie určitej nastavenej hodnoty <u>Príklad:</u> teplota v peci , prekročenie je indikované sirénou, svetlom...
Automatická kontrola	prístroj kontroluje vymedzený rozsah veličiny <u>Príklad:</u> kontrola priemeru obrobkov
Automatická ochrana	prístroj kontroluje určité podmienky . Pri splnení niektorej alebo viacerých podmienok prevedie určitú činnosť. <u>Príklad:</u> blokovanie prístupu k robotom. Pri vstupe nepovolanej osoby zariadenie vypína robot....
Automatické následné ovládanie	nasledujúca operácia sa môže uskutočniť len pri splnení určitých podmienok. <u>Príklad:</u> spustenie sústruhu je podmienené upnutím obrobku....
Automatická regulácia	zariadenie kontroluje výstupnú hodnotu veličiny a pomocou spätnej väzby upravuje riadenie vstupnej veličiny. <u>Príklad:</u> kontrola výšky hladiny a jej udržanie v požadovanej výške....
Adaptívne automatické riadenie	riadiace systémy prispôbujú svoje parametre podľa meniacich sa podmienok okolia. <u>Príklad:</u> autopilot...

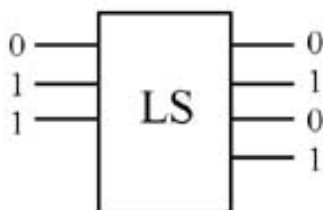
6.2 Logické systémy

Systém je objekt, pre ktorý sú definované veličiny sledované na objekte, ich rozlišovacie úrovne a vzájomné vzťahy medzi sledovanými veličinami. Je to množina prvkov určitých vlastností a vzájomných väzieb medzi nimi.

Logický systém je taký systém, ktorého vstupné i výstupné veličiny nadobúdajú hodnoty len v určitých diskretných časových intervaloch a majú konečný počet hodnôt.

Základné pojmy:

Vstupný (výstupný) stav – kombinácia hodnôt vstupných (výstupných) veličín



Max. počet vstupných stavov – N

$N = 2^n$, kde n je počet vstupných veličín

Max. počet výstupných stavov – M

$M = 2^m$, kde m je počet výstupných veličín

Množina vstupných stavov – X

$X = \{X_1, X_2, \dots, X_P\}, P \leq N$

Množina výstupných stavov – Y

$Y = \{Y_1, Y_2, \dots, Y_R\}, R \leq M$

Vnútrotný stav – kombinácia hodnôt vnútrotných veličín

Max. počet vnútrotných stavov – R

$R = 2^r$, kde r je počet vnútrotných veličín

Množina vnútrotných stavov – S

$S = \{S_1, S_2, \dots, S_T\}, T \leq R$

Takt – doba, kedy sa signál nemení

Signály sú nositeľmi informácií. Delíme ich na:

- analogové – nadobúdajú nekonečný počet hodnôt

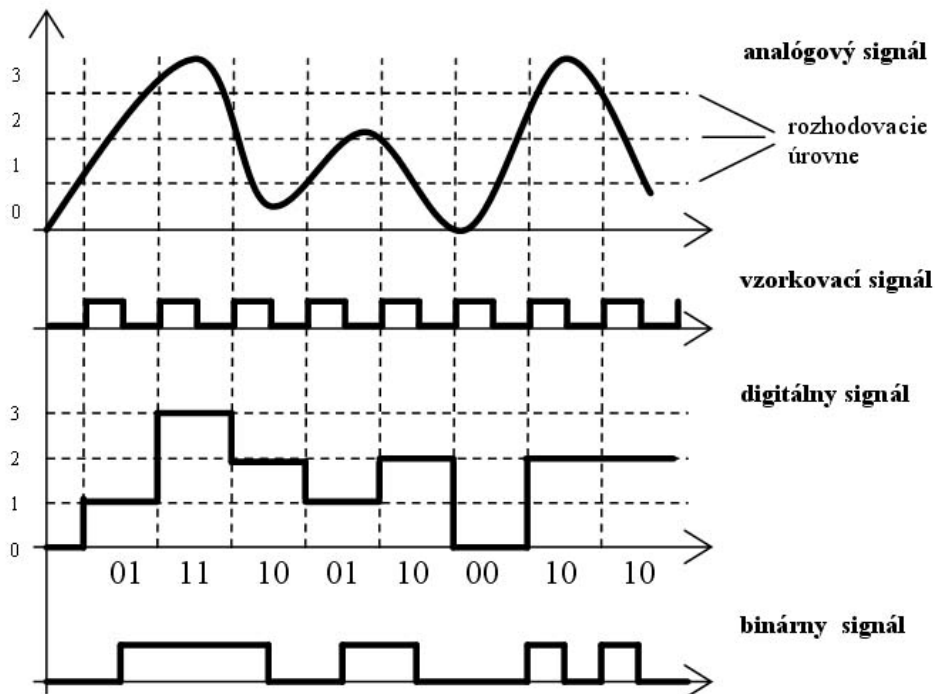


- digitálne (číslícové) – nadobúdajú konečný počet hodnôt



- špeciálnym typom digitálnych signálov sú binárne signály – nadobúdajú dve hodnoty

Prevod analógového signálu na binárny



Používané logické systémy pracujú s binárnymi signál. Pracujú teda s dvojhodnotovým signálom – logická nula a logická jednička.

Týmto hodnotám priradíme informáciu:

- | | | |
|---------------------|-----------------------|-------|
| 1 = zapnuté, | 0 = vypnuté, | alebo |
| 1 = prúd prechádza, | 0 = prúd neprechádza, | alebo |
| 1 = vyššie napätie | 0 = nižšie napätie | |

6.3 Binárna sústava

- vzhľadom k tejto skutočnosti je pre popis týchto systémov vhodná dvojková (binárna) číselná sústava
- dvojková číselná sústava má len dva číselné symboly 0 a 1, ktoré používame k vyjadreniu hodnoty signálov v logických systémoch

Prevod čísel medzi desiatkovou (DEC) a dvojkovou (BIN) sústavou

DEC => BIN

42	:2		58	:2		89	:2	
21	0		29	0		44	1	
10	1		14	1		22	0	
5	0		7	0		11	0	
2	1		3	1		5	1	
1	0		1	1		2	1	
0	1		0	1		1	0	
						0	1	
$42_{\text{DEC}} = 101010_{\text{BIN}}$			$58_{\text{DEC}} = 111010_{\text{BIN}}$			$89_{\text{DEC}} = 1011001_{\text{BIN}}$		

BIN => DEC

$$\begin{aligned}
 1100101_{\text{BIN}} &= 1 * 2^0 + 0 * 2^1 + 1 * 2^2 + 1 * 2^3 + 1 * 2^4 + 0 * 2^5 + 1 * 2^6 = \\
 &= 1 + 0 + 4 + 8 + 16 + 0 + 64 = 93_{\text{DEC}} \\
 1111011_{\text{BIN}} &= 1 * 2^0 + 1 * 2^1 + 0 * 2^2 + 1 * 2^3 + 1 * 2^4 + 1 * 2^5 + 1 * 2^6 = \\
 &= 1 + 2 + 0 + 8 + 16 + 32 + 64 = 123_{\text{DEC}} \\
 111001_{\text{BIN}} &= 1 * 2^0 + 0 * 2^1 + 0 * 2^2 + 1 * 2^3 + 1 * 2^4 + 1 * 2^5 = \\
 &= 1 + 0 + 0 + 8 + 16 + 32 = 57_{\text{DEC}}
 \end{aligned}$$

Navrhovať a analyzovať logické obvody nám umožňuje Boolova algebra.

6.4 Boolova algebra

Navrhovať a analyzovať logické obvody nám umožňuje Boolova algebra.

V polovici 19. storočia vypracoval írsky matematik G. Boole matematickú logiku ako aplikáciu matematiky v oblasti logiky. Nazýva sa algebra logiky alebo Boolova algebra. Je to súhrn pravidiel a zákonov, ktoré umožňujú pracovať s logickými výrokmi ako s logickými premennými a funkciami, a to formou algebraických operácií.

Základné pravidlá Boolovej algebry:

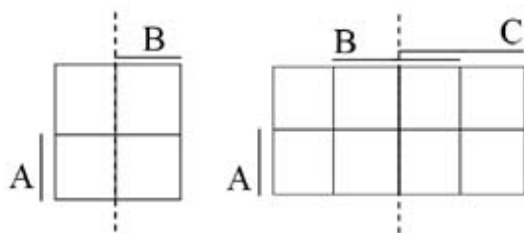
Pravidlo	Algebraické vyjadrenie	
komutatívne		
asociatívne		
distributívne		
vylúčenia tretieho		
agresívnosti hodnôt 0 a 1		
neutrálnosti hodnôt 0 a 1		
absorpcie		
absorpcie negácie		
dvojitej negácie		
De Morganove zákony		

Činnosť logických systémov môžeme popísať pomocou:

- **pravdivostnej tabuľky**
 - tabuľkový zápis log. funkcie
 - pre n vstupných premenných má tabuľka $n+1$ stĺpcov a maximálne 2^n riadkov
 - v každom riadku je zapísaná jedna kombinácia vstupných signálov
 - v poslednom stĺpci je uvedená hodnota výstupnej funkcie logického systému pre danú kombináciu na vstupe
- **Karnaughovej mapy**
 - slúžia na zjednodušovanie kombinačných log. obvodov
 - sú to diagramy skladajúce sa z polí, ktorých počet je rovný počtu riadkov pravdivostnej tabuľky (pre n premenných 2^n polí)
 - každé pole Karnaughovej mapy je jednoznačne priradené jednej kombinácii vstupov pomocou popisu na okraji a obsahuje hodnotu funkcie pre danú kombináciu
 - najjednoduchšia Karnaughova mapa (pre 1 premennú)



- polia označené na okraji čiarou majú pre danú premennú hodnotu 1
- Karnaughove mapy pre viac premenných vznikajú postupným zrkadlením
- novovzniknutá časť mapy má pre ďalšiu premennú hodnotu 1



- **logickej funkcie**
- matematický zápis funkcie log. funkcie
- **schémy**
 - zapojenie logických obvodov realizujúce funkciu log. systému
- **časového diagramu**

6.5 Základné logické obvody

	log. súčet	log. súčin	log. negácia	negácia log. súčtu	negácia log. súčinu																																																																		
Označenie	OR	AND	NOT	NOR	NAND																																																																		
Funkcia																																																																							
Pravdivostná tabuľka	<table><tr><th>A</th><th>B</th><th>F</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>	A	B	F	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	<table><tr><th>A</th><th>B</th><th>F</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>	A	B	F	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	<table><tr><th>A</th><th>F</th></tr><tr><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td></tr></table>	A	F	0	1	1	0	<table><tr><th>A</th><th>B</th><th>F</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr></table>	A	B	F	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	<table><tr><th>A</th><th>B</th><th>F</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr></table>	A	B	F	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0
A	B	F																																																																					
0	0	0																																																																					
0	1	1																																																																					
1	0	1																																																																					
1	1	1																																																																					
A	B	F																																																																					
0	0	0																																																																					
0	1	0																																																																					
1	0	0																																																																					
1	1	1																																																																					
A	F																																																																						
0	1																																																																						
1	0																																																																						
A	B	F																																																																					
0	0	1																																																																					
0	1	0																																																																					
1	0	0																																																																					
1	1	0																																																																					
A	B	F																																																																					
0	0	1																																																																					
0	1	1																																																																					
1	0	1																																																																					
1	1	0																																																																					
Karnaughova mapa	<table><tr><td></td><td colspan="2">B</td></tr><tr><td></td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>A</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>		B			0	1	A	1	1	<table><tr><td></td><td colspan="2">B</td></tr><tr><td></td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>A</td><td>0</td><td>1</td></tr></table>		B			0	0	A	0	1	<table><tr><td></td><td>1</td></tr><tr><td>A</td><td>0</td></tr></table>		1	A	0	<table><tr><td></td><td colspan="2">B</td></tr><tr><td></td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>A</td><td>0</td><td>0</td></tr></table>		B			1	0	A	0	0	<table><tr><td></td><td colspan="2">B</td></tr><tr><td></td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>A</td><td>1</td><td>0</td></tr></table>		B			1	1	A	1	0																										
	B																																																																						
	0	1																																																																					
A	1	1																																																																					
	B																																																																						
	0	0																																																																					
A	0	1																																																																					
	1																																																																						
A	0																																																																						
	B																																																																						
	1	0																																																																					
A	0	0																																																																					
	B																																																																						
	1	1																																																																					
A	1	0																																																																					
Schematická značka																																																																							
Časový diagram																																																																							
Zapojenie funkcie pomocou kontaktov																																																																							

6.6 Úplné normálové formy

6.6.1 Úplná normálová forma súčtová

n – počet vstupných premenných

y_i – hodnota funkcie pre $m(x_i)$

$m(x_i)$ – miniterm

Príklad:

A	B	F
0	0	0
0	1	0
1	0	1
1	1	1

6.6.2 Úplná normálová forma súčinová

n – počet vstupných premenných

y_i – hodnota funkcie pre $M(x_i)$

$M(x_i)$ – maxterm

Príklad:

A	B	F
0	0	0
0	1	0
1	0	1
1	1	1

6.7 Zjednodušovanie logických funkcií

- pomocou základných pravidiel Boolovej algebry
- pomocou Karnaughovej mapy
 - funkciu danú pomocou pravdivostnej tabuľky prepíšeme do Karnaughovej mapy
 - polia, ktorých hodnota je rovnaká je možné spájať a popísať pomocou funkcie
 - ak chceme získať výslednú funkciu v tvare úplnej normálovej formy súčtovej, spájame polia s hodnotou „1“
 - počet polí, ktoré chceme spojiť musí byť mocninou čísla 2
 - po označení skupiny polí zapíšeme ich pomocou funkcie nasledovne:
 - o ak všetky označené polia sú v oblasti kde premenná nadobúda hodnotu 1, zapíšeme hodnotu premennej napr. A, B, ..
 - o ak všetky označené polia sú v oblasti kde premenná nadobúda hodnotu 0, zapíšeme hodnotu premennej ako negovanú napr. $\bar{A}$, $\bar{B}$, ..
 - o ak časť polí je v oblasti kde premenná nadobúda hodnotu 0 a časť v oblasti, kde premenná má hodnotu 1, premennú do výrazu nezapíšeme
 - o jednotlivé premenné medzi sebou násobíme
 - po zapísaní log. funkcie pre danú skupinu polí označíme novú skupinu a tú tiež zapíšeme pomocou log. funkcie, ktorú pripočítame k funkcii z predošlej skupiny polí
 - pokračujeme až kým nie sú všetky jednotky v mape označené aspoň 1x
 - pri získavaní funkcie v tvare úplnej normálovej formy súčinovej postupujeme podobne, len spôsob označovania premenných a log. operácií je opačný (pri poliach, kde premenná nadobúda hodnotu 1 označíme premenné ako negované)

Príklad:

Zjednodušte funkciu danú pravdivostnou tabuľkou pomocou základných pravidiel Boolovej algebry a pomocou Karnaughovej mapy.

A	B	C	F
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	0

Pomocou pravidiel Boolovej algebry:

$$F = 1.\bar{A}.\bar{B}.\bar{C} + 0.\bar{A}.\bar{B}.C + 1.\bar{A}.B.\bar{C} + 0.\bar{A}.B.C + 1.A.\bar{B}.\bar{C} + 1.A.\bar{B}.C + 0.A.B.\bar{C} + 0.A.B.C =$$

$$= \bar{A}.\bar{B}.\bar{C} + \bar{A}.B.\bar{C} + A.\bar{B}.\bar{C} + A.\bar{B}.C = (\bar{A}.\bar{C}) * (\bar{B} + B) + (A.\bar{B}) * (\bar{C} + C) = \bar{A}.\bar{C} + A.\bar{B}$$

$$F = (1 + A + B + C) * (0 + A + B + \bar{C}) * (1 + A + \bar{B} + C) * (0 + A + \bar{B} + \bar{C}) * (1 + \bar{A} + B + C) *$$

$$(1 + \bar{A} + B + C) * (0 + \bar{A} + \bar{B} + C) * (0 + \bar{A} + \bar{B} + \bar{C}) = (A + B + \bar{C}) * (A + \bar{B} + \bar{C}) * (\bar{A} + \bar{B} + C) *$$

$$* (\bar{A} + \bar{B} + \bar{C}) = (A + \bar{C}) + (B * \bar{B}) * (\bar{A} + \bar{B}) + (C + \bar{C}) = (A + \bar{C}) * (\bar{A} + \bar{B})$$

Pomocou Karnaughovej mapy:

	B		$\bar{C}$	
	1	1	0	0
A	1	0	0	1

	B		$\bar{C}$	
	1	1	0	0
A	1	0	0	1

$$F = (A + \bar{C}).(\bar{A} + \bar{B})$$

7 PROGRAMOVACIE LOGICKÉ AUTOMATY SIEMENS

7.1 Vývoj automatizácie riadenia

Spôsob automatizácie výroby sa vyvíjal od jednoduchých mechanických systémov cez elektronické systémy, využívané hlavne na zapínanie riadiacich obvodov. Najmodernejšou metódou používanou v súčasnosti je programové riadenie, ktoré využíva na zadanie a uchovávanie riadiaceho programu pamäťové médium. K tejto metóde patria aj programovateľné logické automaty – PLC.

PLC (Programmable Logical Controller) je programovateľný logický automat, ktorý slúži k riadeniu automatických aplikácií. Na základe vstupných signálov a vstavanej logiky programu, zadanej programátorom, rozhoduje o výstupných signáloch. PLC má elektronickú konštrukciu, ktorá umožňuje programovať užívateľsko – orientovaným jazykom.

Programovateľný logický automat zabezpečuje nasledovné riadiace úlohy:

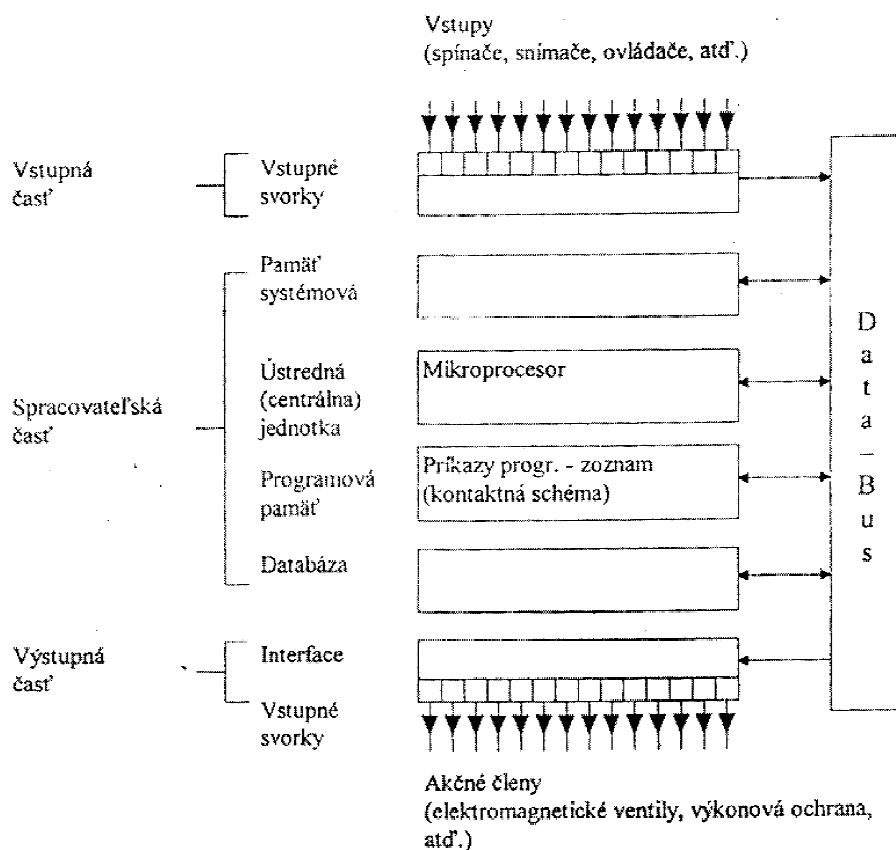
- vykonávanie logických operácií (log. súčet, log. súčin, negácia)
- počítanie (napr. počet kusov)
- časové zdržanie (vydanie signálu až po určitom nastavenom čase)
- ukladanie do pamäte (napr. nastavenie výstupu)

Medzi najväčšie výhody PLC systému patrí:

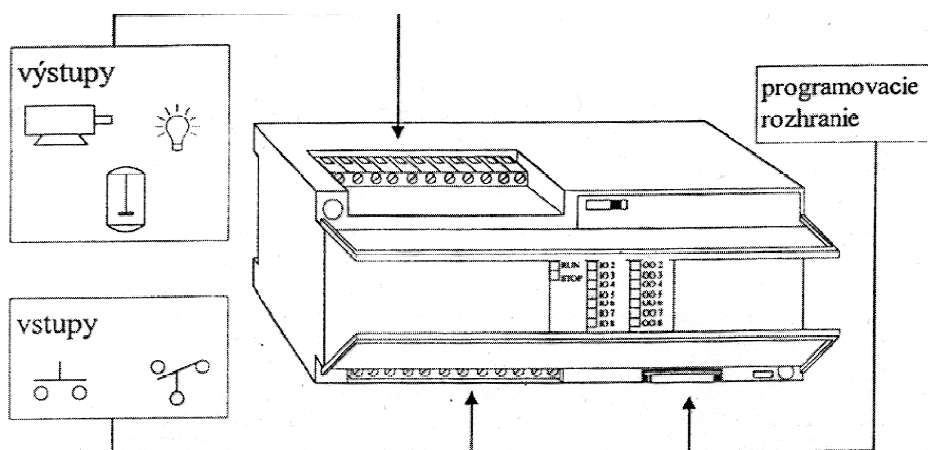
- jednoduchá zmena programu
- flexibilita použitia
- malá priestorová náročnosť
- bezporuchovosť vzhľadom na použitie polovodičovej techniky
- ľahké rozmnoženie programu
- menšie zriaďovacie náklady s narastajúcim počtom vstupov a výstupov

PLC pozostáva z týchto častí:

- vstupná časť
- spracovateľská časť
- výstupná časť
- Data Bus – spracúva údaje medzi blokmi

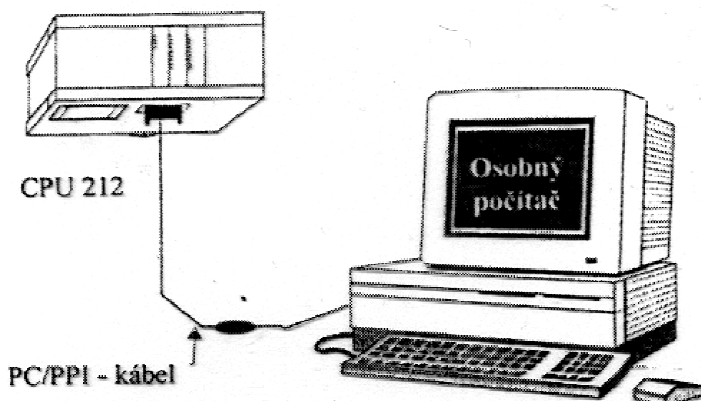


Vstupy a výstupy sú miesta riadenia systému. Vstupy zabezpečujú prístroje ako spínače, snímače, ovládače a pripájame ich na vstupnú zbernicu. Výstupy riadia prístroje a zariadenia ako motory, čerpadlá a pod. a pripájame ich na výstupnú zbernicu.



Programové rozhranie slúži na spojenie PLC s osobným počítačom PC, pomocou ktorého môžeme PLC naprogramovať. Prepojenie sa realizuje pomocou kábla PC/PPI (Personal Computer/Point to Point Interface)

Kábel PC/PPI sa spája s jednotkou PLC pri vypnutom stave!!!



Jednotka S7 – 200 vysiela a prijíma údaje 9600 bit/s. Príslušné nastavenie na kábli umožňuje DIP prepínač na ktorom nastavenie 0100 = 9600 bit/s

Mozgom systému je centrálna jednotka (CPU – Central Procesor Unit), v ktorom sa podľa príkazov užívateľa vykonávajú všetky potrebné rozhodnutia. Podľa CPU rozdeľujeme jednotlivé automaty a každá centrálna jednotka má svoje charakteristické vlastnosti.

Napríklad CPU 2. Generácie (S7 – 200):

CPU 212 obsahuje 64 časovačov, 64 čítačov a 128 bitov pamäte

CPU 214 obsahuje 128 časovačov, 128 čítačov a 256 bitov pamäte

CPU 216 obsahuje 256 časovačov, 256 čítačov a 256 bitov pamäte

a

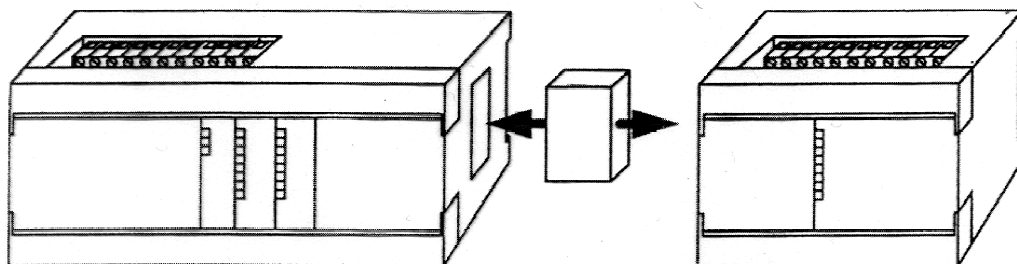
CPU 222 – 8 vstupov a 6 výstupov

CPU 224 – 14 vstupov a 10 výstupov

CPU 226 – 24 vstupov a 16 výstupov

pri 256 časovačov, 256 čítačov a 256 bitových pamätí.

Rozšírenie vstupov a výstupov môžeme dosiahnuť aj pripojením rozširovacieho modulu k CPU. Napríklad pri použití dvoch rozširovacích modulov k CPU 212 dosiahneme rozšírenie spolu 30 vstupov/výstupov.



7.2 Programovanie PLC

Program je rad príkazov, ktoré sa postupne za sebou vykonávajú. Funkcia PLC systému sa stanoví programovaním.

Programovanie PLC sa môže vykonávať:

- zostavením zoznamu príkazových riadkov (STL)
- kontaktovým plánom (Ladder/KOP)

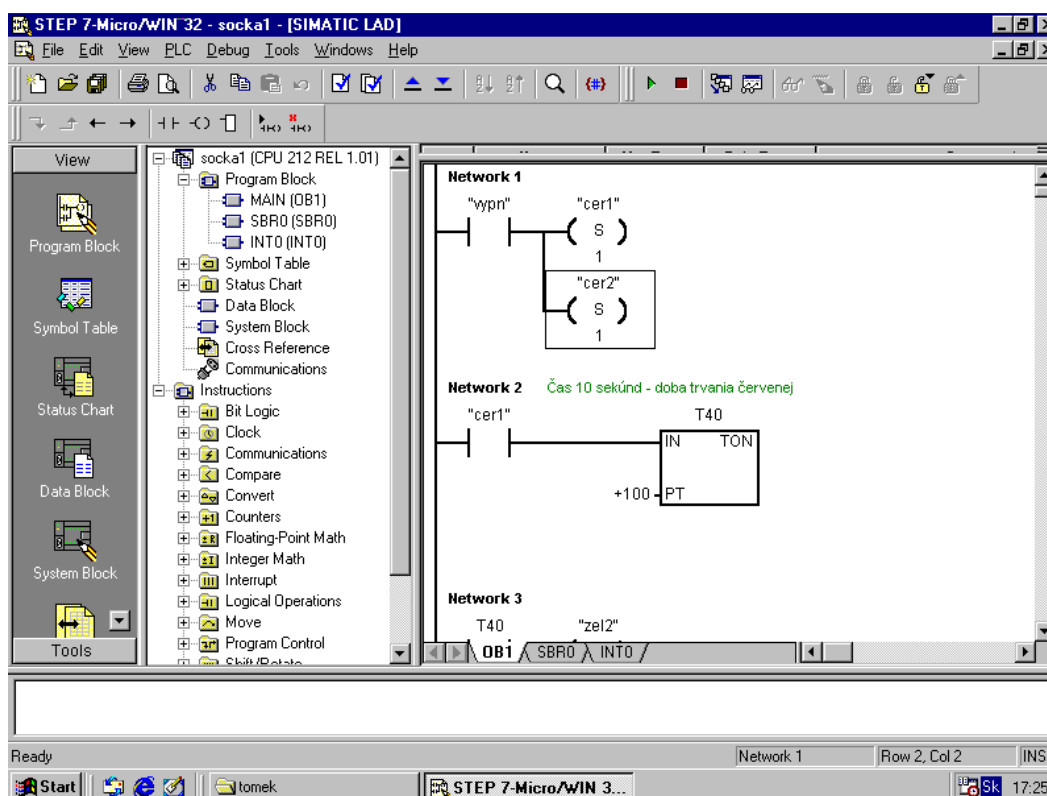
Programový riadok (príkaz) nie je pre všetky PLC prístroje predpísaný normou. Príkazové riadky PLC systémov rôznych výrobcov sa od seba odlišujú.

Princípy programovania uvádza každý výrobca PLC vo svojich priložených príručkách.

Riadky programu – príkazové riadky sú písané v programovacom jazyku.

Programovací jazyk tvoria skratky používané pre označenie funkčných rovníc v predpísanej forme.

Program pomocou ktorého sa PLC programuje sa nainštaluje do PC. Programuje sa pomocou programu STEP 7 – Micro/Win32



7.2.1 Programovanie v STL

STL = StateTement List = príkazový riadok

Operačné značky príkazov

Najčastejšie používané operácie sú:

LD – vloženie, predstavuje hodnotu kontaktu

A – a, je operácia logického súčinu

O – alebo, je operácia logického súčtu

= – priradenie výsledku operácie

S – „setnutie“ výstupu
R – „resetnutie“ výstupu
AN – a – nie (negovaný)
ON – alebo – nie
LDN – negácia vkladaného signálu

Značky a druhy operandov

I(input) – vstupný signál
Q(output) – výstupný signál
M – uložený medzivýsledok (merker)
T – časové zdržanie

PLC od firmy SIEMENS Simatic S7 – 200 (CPU 212) obsahuje 8 vstupov označených I0.0 – I0.7 a 6 výstupov označených Q0.0 – Q0.5.

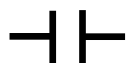
- každý krok sa začína názvom „NETWORK“
- ukončenie programu tvorí samostatný krok
NETWORK
MEND

7.2.2 Programovanie v KOP

Kontakťový plán (KOP) je programovací jazyk pre priemyselne riadenie. Používa grafické znaky – symboly ako v elektrickej schéme. Jeho prvky popisujú jeho logiku. Pospájaním týchto prvkov vznikne plne funkčná sieť (elektrický obvod).

Vytvorenie kontakťového plánu

KOP sa vytvára pomocou grafických symbolov.



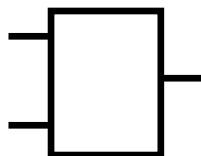
spínací kontakt – v zapnutom stave ním preteká prúd



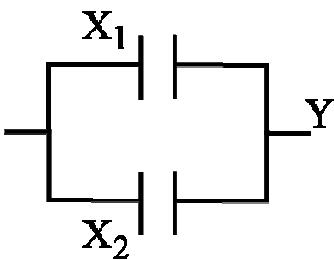
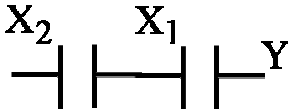
rozpínací kontakt – v zapnutom stave ním nepreteká prúd



cievka relé



Operačné bloky funkcií

	STL	KOP
Vstup	LD	
Výstup priradenie	=	
Výstup setnutie	S	
Výstup resetnutie	R	
Logický súčet	O	
Logický súčin	A	

priradenie signálu zo vstupu na výstup.

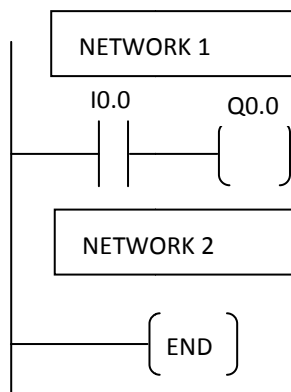
Program v STL

```

Network 1
LD      I0.0
=Q      Q0.0
Network 2
MEND

```

Program v KOP



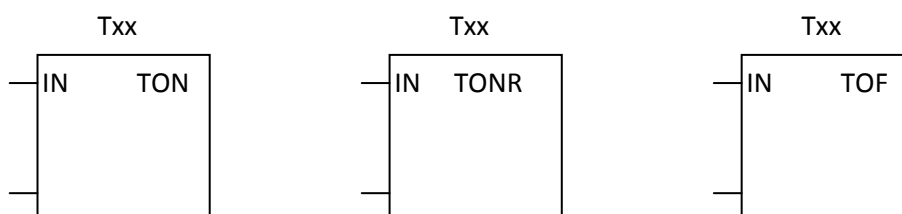
7.3 PLC časovač

Časovač slúži na vytvorenie časovej pomlky v programe. PLC Siemens pozná tri druhy časovačov:

- časovač zapnutia (TON – Time ON)
- remanentný časovač zapnutia (TONR – Time ON Remanent)
- časovač vypnutia (TOF – Time Off)

Časovač zapnutia (TON) a remanentný časovač zapnutia (TONR) odpočítavajú čas od zopnutia vstupu. Časovač vypnutia (TOF) sa používa na neskoršie rozopnutie výstupu o pevný čas po rozopnutí vstupu.

- TON je možné použiť pre intervalové časovanie
- TONR je možné použiť pre akumuláciu viacerých časových intervalov
- TOF je možné použiť pre predĺženie času pre vypnutie



Číslo Txx rozlišuje jednotlivé časovače.

Inštrukcie TON a TONR odpočítavajú čas, keď je ich vstup zapnutý. Pokiaľ je aktuálna hodnota rovná alebo väčšia ako nastavený čas tak sa zapne bit časovača.

Inštrukcia TOF sa používa na neskoršie rozopnutie výstupu o pevný čas po rozopnutí vstupu. Keď sa zopne povolovací vstup, zapne sa okamžite bit časovača a aktuálna hodnota je nastavená na 0. keď sa vstup rozopne, časovač počíta, až pokiaľ uplynutý čas nedosiahne nastavenej hodnoty.

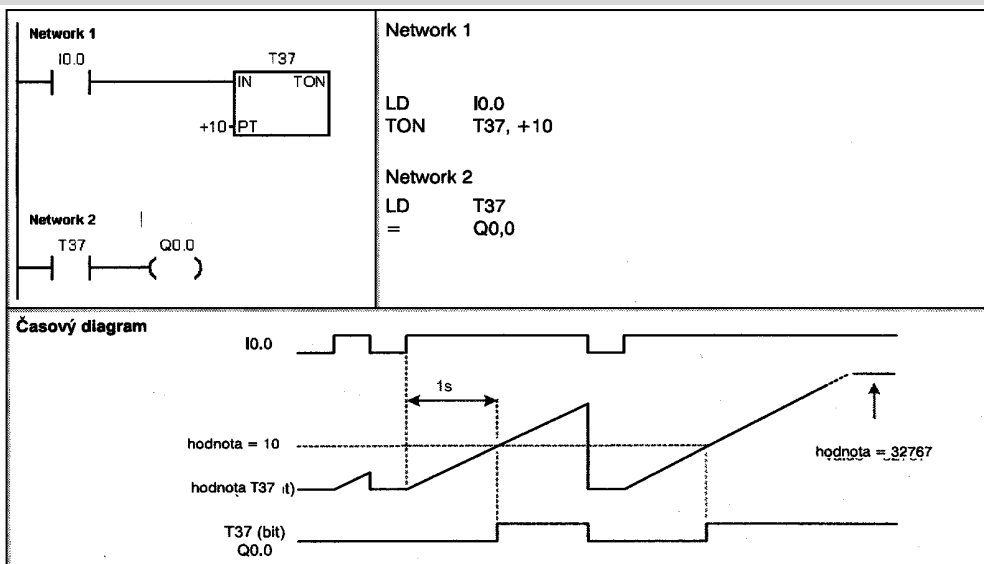
Typ časovača	Rozlíšenie	Max. hodnota	Číslo časovača
TONR	1 ms	32,767 s	T0, T64
	10 ms	327,67 s	T1 T4, T64 T68
	100 ms	3276,7 s	T5 – T31, T69 – T95
TON,TOF	1 ms	32,767 s	T32, T96
	10 ms	327,67 s	T33 – T36, T97 – T100
	100 ms	3276,7 s	T37 – T63, T101 – T255

CPU 212 obsahuje 64 časovačov, CPU214 obsahuje 128 časovačov, ale CPU 222 už obsahuje 256 časovačov.

Príklad 1: priradenie signálu na výstup ak vstup bude aktívny 1s.

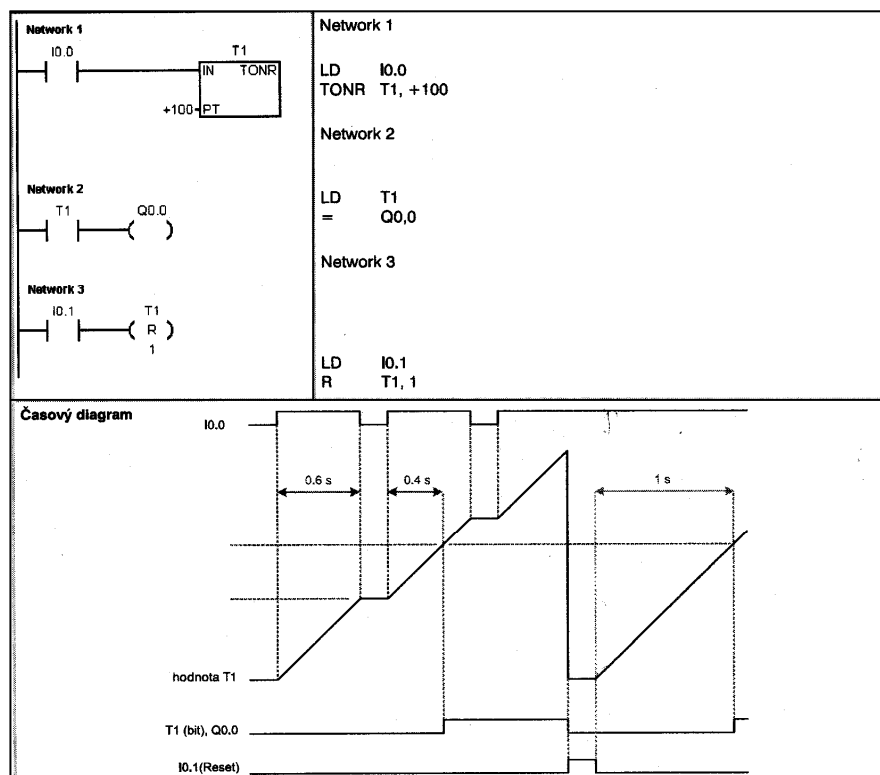
Pre riešenie tohto príkladu použijeme časovač zapnutia (TON). Časovač je aktívny len vtedy, ak je aktívny vstup I0.0. Ak vstup I0.0 prerušíme hodnota T37 padne na nulu ako je vidieť v časovom diagrame.

Hodnota PT pre 1s pri časovači T37 bude 10. Keďže T37 je časovač 100 ms, potom $10 \times 100 \text{ ms} = 1 \text{ s}$.

**Príklad 2: priradenie signálu na výstup ak vstup bude aktívny jednu sekundu, ale s možnosťou prerušenia vstupu**

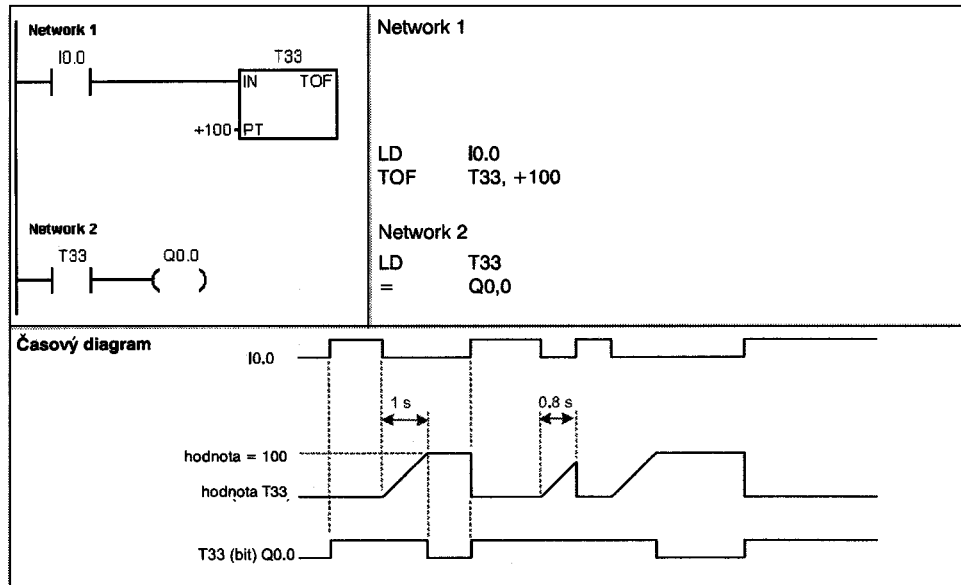
Pre riešenie tohto príkladu použijeme remanentný časovač zapnutia (TONR). Časovač je aktívny vtedy, ak je aktívny vstup I0.0. Ak vstup I0.0 prerušíme hodnota T37 nepadne na nulu ako pri časovači TON, ale udrží svoju hodnotu ako je vidieť v časovom diagrame.

Hodnota PT pre 1s pri časovači T1 bude 100. Keďže T1 je časovač 10 ms, potom $100 \times 10 \text{ ms} = 1 \text{ s}$.



Príklad 3: vypnutie výstupu ak vstup nebude aktívny jednu sekundu

Pre riešenie tohto príkladu použijeme časovač vypnutia (TOF). Časovač je aktívny vtedy, ak je vstup I0.0 vypnutý. Ak vstup I0.0 zopneme T33 padne na nulu a počítať začne opäť až vtedy ak sa vstup preruší ako je vidieť v časovom diagrame.

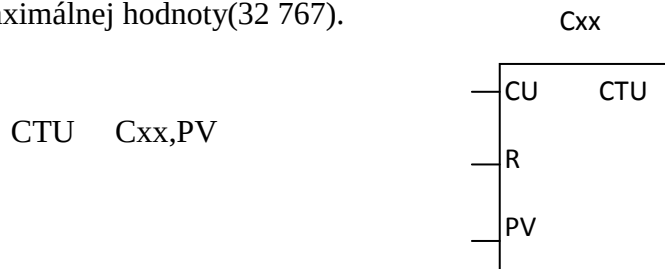


7.4 PLC čítač

Čítač slúži na počítanie vstupov. PLC Siemens pozná tri druhy čítačov:

- čítač hore (CTU – CounTer Up)
- čítač dole (CTD – CounTer Down)
- čítač hore/dole (CTUD – CounTer Up Down)

Čítač hore (CTU) zvyšuje aktuálnu hodnotu o jednotku – inkrementuje vždy, keď vstup pre čítanie (CU) prejde z vypnutého do zapnutého stavu (zo stavu log0 do stavu log1). Keď je aktuálna hodnota Cxx väčšia alebo rovná nastavenej hodnote PV, nastaví sa bit čítača Cxx. Čítač sa vynuluje pri zapnutí vstupu R (reset) alebo pri privedení inštrukcie "reset". Čítač prestane čítať pri dosiahnutí maximálnej hodnoty (32 767).



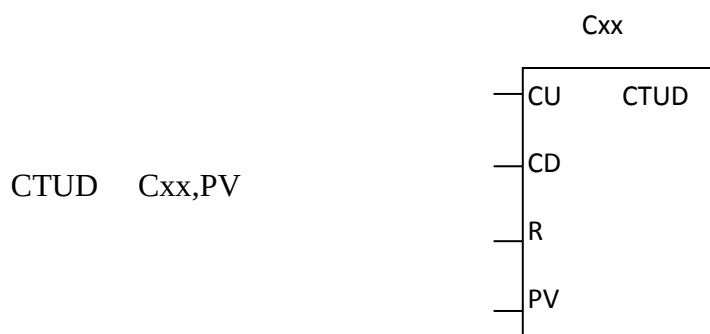
Číslo Cxx rozlišuje jednotlivé čítače. C0 až C255

CPU 212 obsahuje 64 čítačov, CPU214 obsahuje 128 čítačov, ale CPU 222 už obsahuje 256 časovačov.

Čítač dole (CTD) znižuje aktuálnu hodnotu čítača o jednotku – dekrementuje vždy, keď vstup pre čítanie (CD) prejde z vypnutého do zapnutého stavu. Keď je aktuálna hodnota Cxx rovná nule, zapne sa bit čítača Cxx. Čítač vynuluje bit Cxx a načíta do aktuálnej hodnoty nastavenú hodnotu PV pri zapnutí vstupu LD (Load). Čítač sa zastaví pri dosiahnutí nuly a bit čítača Cxx sa zapne.

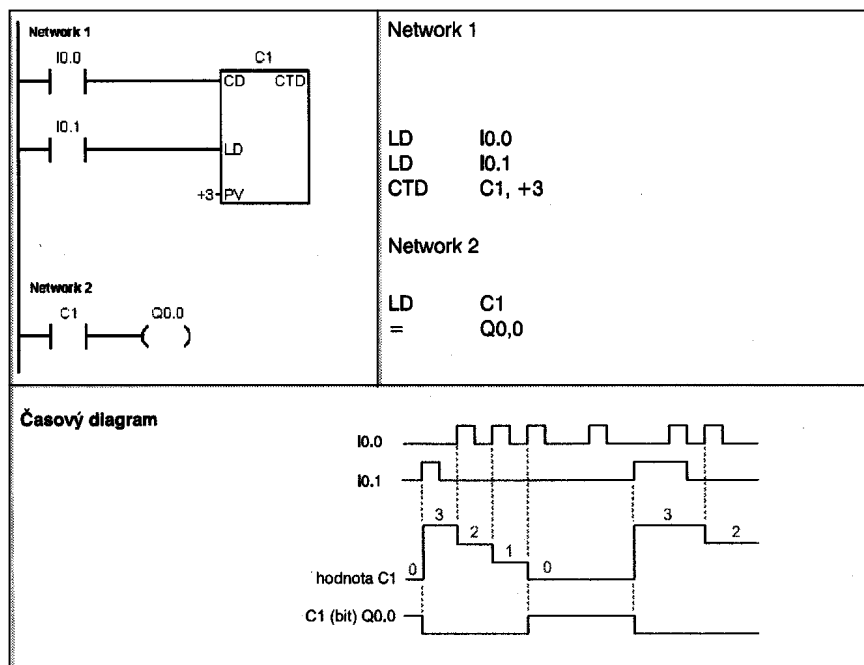


Čítač hore/dole (CTUD) zvyšuje aktuálnu hodnotu o jednotku – inkrementuje vždy, keď vstup pre čítanie (CU) prejde z vypnutého do zapnutého stavu (zo stavu log.0 do stavu log.1) a znižuje aktuálnu hodnotu čítača o jednotku – dekrementuje vždy, keď vstup pre čítanie (CD) prejde z vypnutého do zapnutého stavu (zo stavu log.0 do stavu log.1). Keď je aktuálna hodnota Cxx väčšia alebo rovná nastavenej hodnote PV, nastaví sa bit čítača Cxx. Čítač sa vynuluje pri zapnutí vstupu R (reset) alebo pri privedení inštrukcie "reset". Čítač prestane čítať pri dosiahnutí maximálnej hodnoty (32 767), alebo minimálnej hodnoty (-32 767).

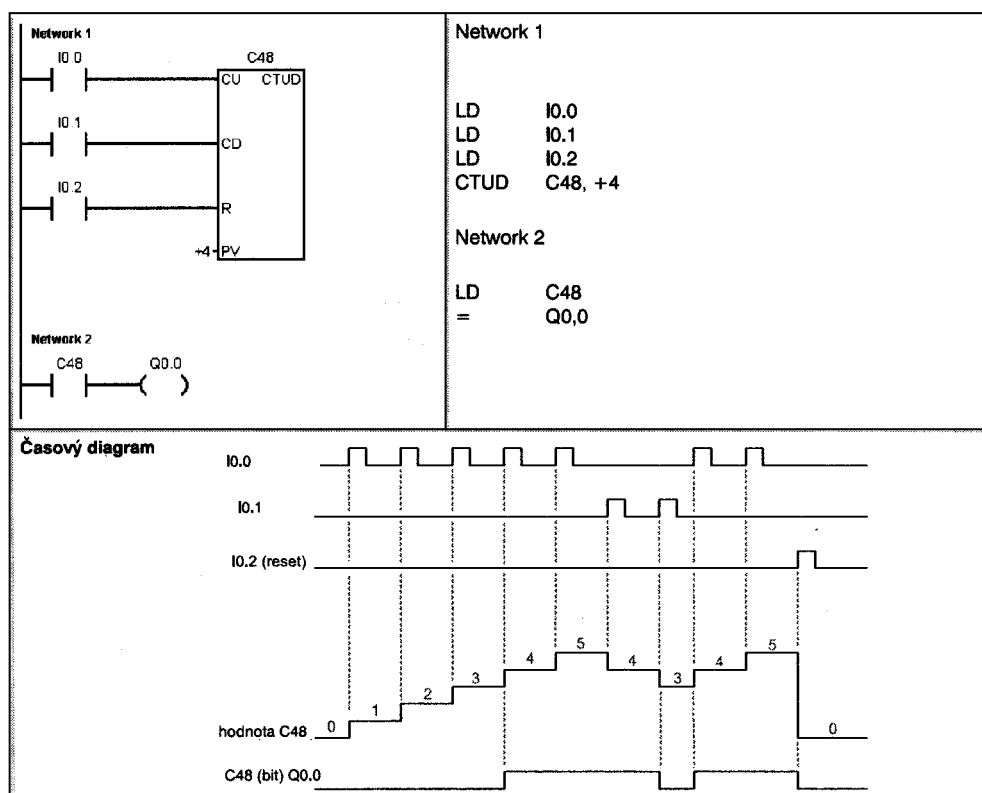


Príklad 4: zopnutie výstupu po odrátaní troch vstupov

Pre riešenie tohto príkladu použijeme čítač dole (CTD). Čítač je aktívny ak jeho aktuálna hodnota je rovná nule a hodnotu 3 priradíme PV. Časový diagram ukazuje hodnotu čítača pri každej zmene vstupu.

**Príklad 5: priradenie signálu na výstup po štvrtom aktivovaní vstupu, pričom je možné aj odpočítavať**

Pre riešenie tohto príkladu použijeme čítač hore/dole (CTUD). Časový diagram ukazuje hodnotu čítača pri každej zmene vstupu CU, alebo CD.



PLC 300

Číslo 300 označuje číslo rady PLCčiek, v pravom prednom rohu triedy si môžete všimnúť plniacu linku riadenú s týmto PLC, konkrétne s **PLC S-7 314 2DP**
Rozdiel v programovaní PLC 200 a PLC 300 je malý.

PLC 200 programujeme pomocou programu MicroWIN, PLC 300 sa programuje programom

Simatic Manager

Programuje sa v ňom rovnako v jazykoch LAD, STL, FBD ale taktiež SCL ktorý 200ka nepozná.

PLC 200	PLC 300
8 Digitálnych Vstupov	24 Digitálnych vstupov
6 Digitálnych výstupov	16 Digitálnych výstupov
Nemá analógové vstupy a výstupy	4 Analógové vstupy a 2 výstupy
Nie je možné priamo pripojiť k LCD	Má komunikáciu pomocou RS 343 s LCD

Programovanie PLC 300 je takmer rovnaké líši sa niektorými funkciami ako napríklad časovače PLC 200 pozná TON, TONR, TOF v PLC 300 sa stretneme s ODT, ODTs a OFDDT.

Programy v PLC 200 píšeme priamo do jednotlivých „Network-ov“ v PLC 300 môžeme tieto networky odseparovať od seba pomocou rôznych funkčných blokov a jednotlivo alebo súčasne ich spúšťať. Na tieto programy sa odvolávame hlavným programom OB 1 ostatné programové bloky môžu byť FC1, FB2 ..., FB1,.... atď.

PLC 300 sa taktiež líši adresami vstupov a výstupov.

V PLC 200 sme sa stretli s I0.0 až I0.7

V 300vke sú to I124.0-I124.7

I125.0-I125.7 atď.

alebo výstupmi

Q0.0 až Q0.5

v 300vke

Q124.0-Q124.7 atď.

Časovače sa používajú podobne. Stretli sme sa s rôznymi označeniami časovačov ako T40 (100ms) a i.

V 300vke si tieto časovače môžeme označiť akokoľvek a čas zadávame v podobe „S5T# čas“

Napríklad ak potrebujeme časovač s čakaním 2 sekundy

S5T#2S

10 mili-sekund

S5T#MS

8 PLC FESTO

programovací logický automat, Programmable Logic Controllers

sú to jedny z najdôležitejších mechatronických prvkov, ktoré sa používajú na ovládanie pneumatických mechanizmov, hydraulických mechanizmov, obrábacích centier, celých výrobných liniek, ...

Obsahujú tieto základné časti:

- vstupno-výstupné porty V/V
- časovače
- čítače
- vstupné a výstupné analógové kanály
- môžu obsahovať ďalšie prvky v závislosti od typu PLC automatu

VÝHODY

- jednoduché programovanie
- pri zmene výroby jednoduché preprogramovanie
- možnosť prepojenia s vyššími počítačovými kompletmi
- nahrádzajú klasické kombinačné a sekvenčné obvody
- vysoká spoľahlivosť

PLC FPC 101 B

Je to PLC automat vyrábaný firmou FESTO

Ide o základný modul, ktorého parametre sú nasledovné:

vstupy

- ide o digitálne vstupy 3x8 bitov
- sú označené I0.0 - I0.7, I1.0 - I1.7, I2.0 - I2.7
- vstupy I2.0, I2.1, I2.6, I2.7 sú určené pre vlastnú prácu PLC automatu
- užívateľ má k dispozícii 20 vstupov

výstupy

- 2x8 bitov
- sú označené O0.0 - O0.7, O1.0 - O1.7
- výstupy O1.6 a O1.7 sú použité pre vlastnú činnosť PLC automatu
- max. záťaž výstupu 0,3 A
- vstup I2.7 obsahuje možnosť spustenia alebo zastavenia programu

časovače

- obsahuje 32 časovačov T0 k- T31
- pracujú s intervalom 0,01 - 655,35 s
- predvoľba časovača TP0 - TP31

čítače

- obsahuje 16 čítačov C0 - C15
- max. hodnota čítača je 65 535
- umožňujú dopredné počítanie - inkrementácia
- spätné počítanie - dekrementácia
- predvoľby čítača CP0 - CP15

jednobitové pamäte tzv. FLAGS

- obsahuje 256 FLAGS F0.0 - F15.15

registre

- obsahuje 64 registov R0 - R63
- ide o 16 bitové registre

8.1 Programovanie PLC FESTO

firma FESTO dodáva s týmto PLC automatom programovací balík FST (Festo Software Tools)
Program slúži na programovanie PLC automatu FESTO FPC 101 B.
Spúšťanie programu - súborom FST101.EXE v adresári \FST101\FST_101.301

METÓDY PROGRAMOVANIA

1. Statement list - STL stavové položky
2. Ladder diagram - LDR rebríkové diagramy - schémy
3. Function chart - FCH logické schémy

STL program

Základný programovací jazyk. Základnou programovou štruktúrou je **krok (STEP)**.
V FPC môže byť iba jeden program s číslom 0 a 8 podprogramov - moduly 0 až 8.
Veľkosť programu môže byť maximálne 12 kB.

Všeobecný zápis kroku v programe:

STEP < označenie >

IF < podmienka >

THEN < čo sa má vykonať ak je podmienka pravdivá >

OTHRW < čo sa má vykonať ak je podmienka nepravdivá >

Popis:

< označenie > - ľubovoľné označenie , 1 - 9 znakov, nepoužívať nepovolené znaky (diakritika, ?, !)

< podmienka > - podmienka , ktorá môže nadobúdať hodnotu PRAVDA alebo NEPRAVDA
napr. I0.1 ...

Jednotlivé kroky sa vykonávajú v poradí v akom nasledujú alebo v prípade použitia skoku podľa daného skoku. K vykonávaniu ďalšieho kroku dochádza až vtedy, keď bol vykonaný príkaz THEN alebo OTHRW kroku predchádzajúceho.

Maximálny počet krokov je 255.

ALOKAČNÝ LIST

Alokačný list je vyžadovaný programom a je to prostriedok na priradenie väzieb medzi absolútnym operandom, symbolickým operandom a komentárom.

Programátor sa potom v programe môže vyjadrovať v symbolických operandoch.

Alokačný list je spoločný pre všetky programy jedného projektu.

Absolútny operand - označuje vstup, výstup, časovač atď. ako ho pozná PLC.

Napr. O0.1 , I0.1 , T1

Symbolický operand - označuje absolútny operand ľahšie zapamätateľným menom. Zadáva ho programátor.

Napr. **Ziarovka1** môže byť symbolický operand pre absolútny operand O0.1.

Komentár - užívateľské komentovanie vzťahu medzi absolútnym a symbolickým operandom.

Príklad celého vzťahu:

Absol. Operand	Symbolický operand	Komentár
O0.0	ziarovka1	Žiarovka 1 je pripojená k výstupu O0.0
I0.0	tlac1	Tlačidlo 1 je pripojené k vstupu I0.0

POSTUP NAVRHOVANIA PROGRAMU:

1. Zadefinovanie požiadaviek.
2. Určenie vstupných a výstupných funkcií.
3. Návrh vývojového diagramu návrh algoritmu.
4. Prepísanie algoritmu do programovacieho jazyka STL.
5. Kontrola na syntaktickú správnosť návrhu.
6. Nahratie programu do pamäte PLC.
7. Vyskúšanie programu v praxi.

POPIS ZÁKLADNÝCH POLOŽIEK PROGRAMU FST.

- | | |
|---|-------------------------------------|
| 1. Vytvorenie nového projektu - | Projekt management - Create project |
| 2. Výber z už existuj. projektu - | Projekt management - Select project |
| 3. Vymazanie projektu - | Projekt management - Delete project |
| 4. Vytvorenie alokačného listu projektu - | Utilities - Allocation list |
| 5. Vytvorenie a editácia STL programu - | Statement list - STL editor |
| 6. Syntaktický test STL programu - | Statement list - Syntax test |
| 7. Výpis chýb zistený Syntax testom - | Statement list - Error list |
| 8. Nahratie STL programu do PLC - | Statement list - Load program |

Práca v STL editore.

Pri spustení STL editora je možné si vybrať z existujúcich programov alebo je možné vytvoriť program nový pomocou klávesy F1.

Pri vytvorení nového programu je nutné vypísať údaje:

Version No. - číslo verzie

Description - komentár k novému programu.

Všetky funkcie programu sú vypísané v dolnom riadku programu.

Základné skratkové klávesy v STL editore:

CTRL+Y - vymazanie riadku

CTRL+N - vloženie nového riadku

F8 - ukončenie editora

8.2 Základné programové príkazy

- | | |
|-----------------|---|
| IF - | ak, začiatok podmienky, musí sa vyskytovať na začiatku každého kroku. |
| THEN - | potom, pokračovanie príkazu IF, musí sa nachádzať v každom kroku, za ním nasleduje príkaz , ktorý sa vykoná ak IF je pravdivý |
| OTHRW - | inak, pokračovanie príkazu IF, nemusí sa nachádzať v každom kroku, za ním nasleduje príkaz, ktorý sa vykoná ak IF je nepravdivý |
| SET - | nastav, aktivuj výstup, čítač, časovač ... |
| RESET - | vynuluj, deaktivuj výstup, čítač , časovač ... |
| JMP TO - | skok na krok, umožní presunutie ukazovateľa vykonávania programu na iné miesto programu |
| PSE - | ukončenie programu, v STL programu sa nemusí nachádzať |
| LOAD - | zavedenie hodnoty do registra, čítača, portu ... |
| TO - | do, zavedie zadanú hodnotu do daného registra, čítača ... |
| NOP - | nič, príkaz neprevedie nijakú činnosť |
| AND - | a, logický súčin |
| OR - | alebo, logický súčet |
| NOT, N - | not, logická negácia |

Príklad č.1

Navrhnete program, ktorý po stlačení tlačidla 1 zapne žiarovku.

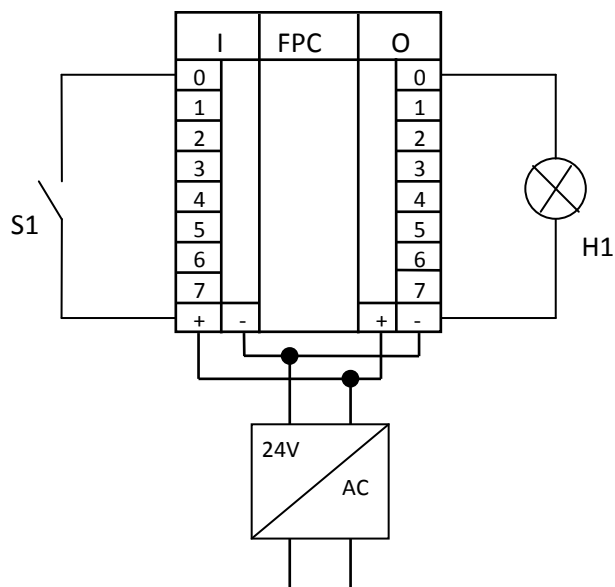
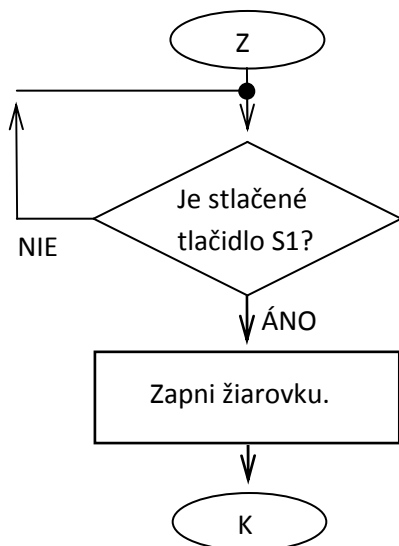
1. Zadanie je aj zadefinovaním požiadaviek.

2. Určenie vstupných a výstupných funkcií

vstup - tlačidlo 1 - S1

výstup - žiarovka - H1

3. Návrh vývojového diagramu



4. Prepísanie algoritmu do programovacieho jazyka:

a. Alokačný list

I0.0	S1	tlačidlo č.1
O0.0	H1	Žiarovka 1

b. Program v STL jazyku:

```

STEP INI
  IF NOP
    THEN RESET H1
STEP PROGRAM
  IF S1
    THEN SET H1
  
```

5. Vykonáme syntaktický test.

6. Nahráme program do PLC.

Postup:

PLC a PC musí byť spojené pomocou sériového kábla. Potom použijeme funkciu Load project.

7. Vyskúšanie programu v praxi.

Odštartovanie vykonávania programu sa deje po privedení logickej jednotky na vstup I2.7 PLC automatu.

Príklad č.2

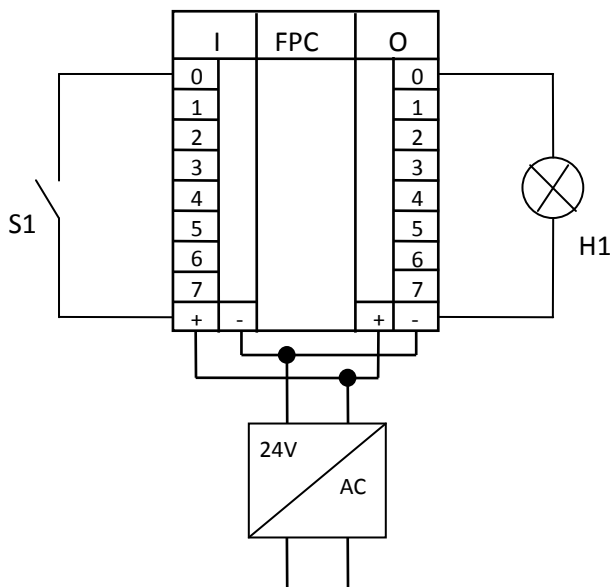
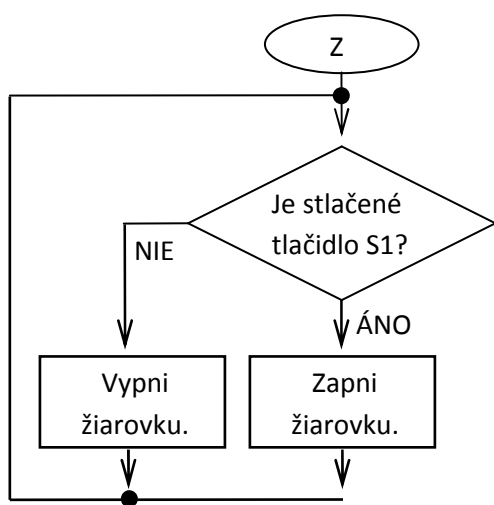
Navrhните program, ktorý po stlačení tlačidla S1 zapne žiarovku a po pustení tlačidla dôjde k vypnutiu žiarovky.

1. Určenie vstupných a výstupných funkcií

vstup - tlačidlo 1 - S1

výstup - žiarovka - H1

2. Návrh vývojového diagramu:



3. Prepísanie algoritmu do programovacieho jazyka:

a. Alokačný list

I0.0 S1 tlačidlo č.1

O0.0 H1 Žiarovka 1

b. Program v STL jazyku:

```

STEP INI
  IF NOP
    THEN RESET H1
STEP PROGRAM
  IF S1
    THEN SET H1
    OTHRW RESET H1
STEP SKOK
  IF NOP
    THEN JMP TO PROGRAM
  
```

Príklad č.3 - použitie funkcie logická negácia

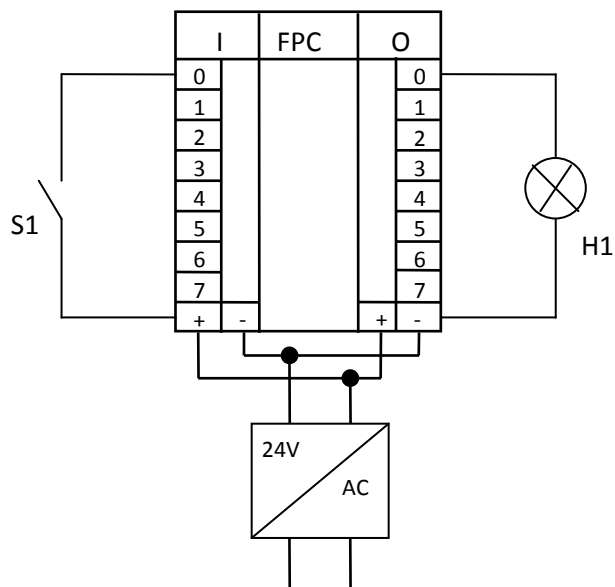
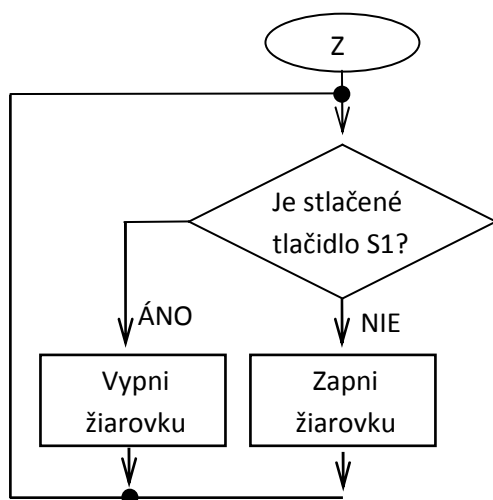
Navrhnete program, ktorý po stlačení tlačidla S1 vypne žiarovku a po pustení tlačidla dôjde k zapnutiu žiarovky.

1. Určenie vstupných a výstupných funkcií

vstup - tlačidlo 1 - S1

výstup - žiarovka - H1

2. Návrh vývojového diagramu:



3. Prepísanie algoritmu do programovacieho jazyka:

a. Alokačný list

I0.0	S1	tlačidlo č.1
O0.0	H1	Žiarovka 1

b. Program v STL jazyku:

```

STEP INI
  IF NOP
    THEN RESET H1
STEP PROGRAM
  IF N S1
    THEN SET H1
    OTHRW RESET H1
STEP SKOK
  IF NOP
    THEN JMP TO PROGRAM
  
```

8.3 Práca s časovačmi.

Časovač slúži na vytvorenie časovej pomlky s nastaviteľnou veľkosťou. Časovač je jednobitový operand. Môže sa nastavovať, mazať a snímať.

PLC FST 101 B obsahuje 32 programovateľných časovačov. T0 - T31.

Ku každému časovaču **patria** :

stav časovača - Tnn

predvoľba časovača - TPnn

slovo časovača - TWnn

pozn. : nn označuje číslo časovača 0 - 31

Stav časovača - udáva či je časovač aktívny alebo nie.

Log. 0 - časovač neaktívny

Log. 1 - časovač je aktívny

Predvoľba časovača –

udáva čas ako dlho bude časovač aktívny. Čas sa udáva v sekundách s krokom 0,01 s v rozmedzí 0,01 - 655,35 s

Slovo časovača –

udáva momentálnu hodnotu časovača

Inicializácia časovača –

pri inicializácii sa požadovaná časová pomlka zavedie do slova časovača ako východisková hodnota.

Príklad inicializácie:

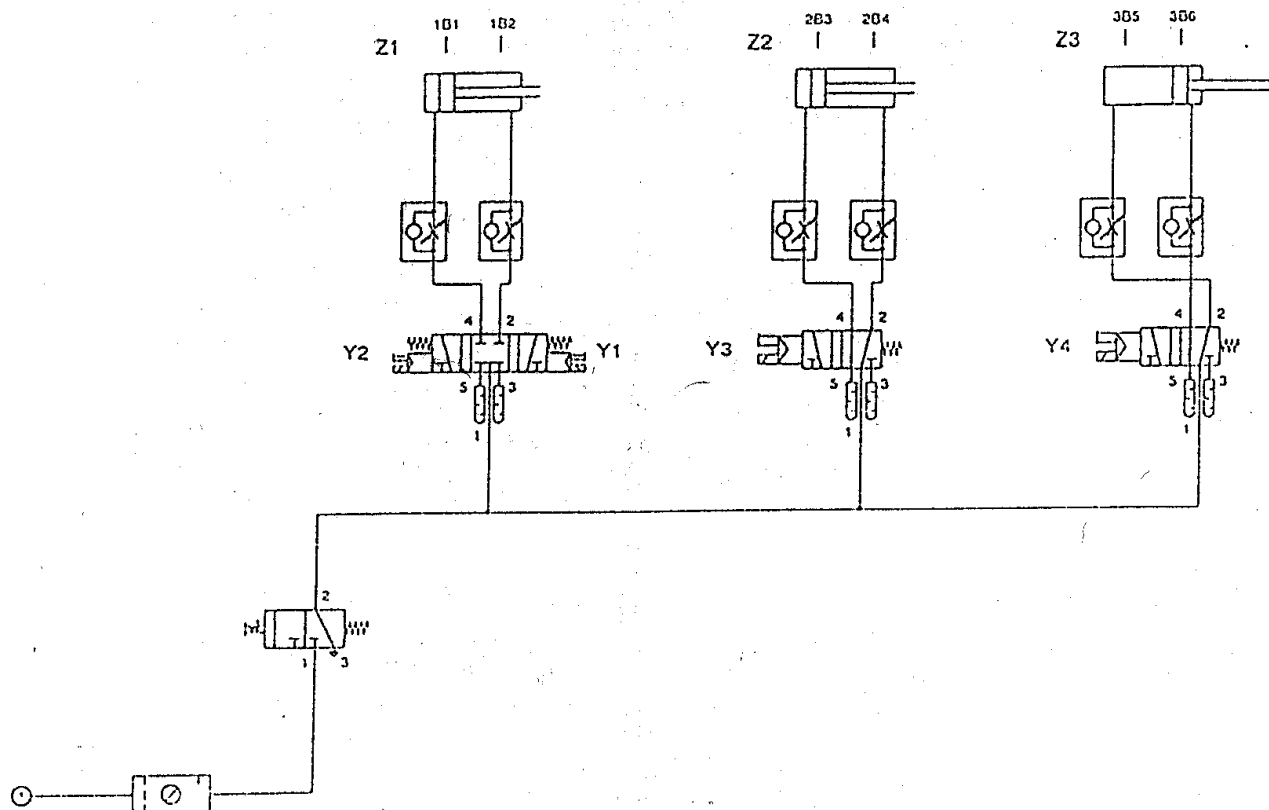
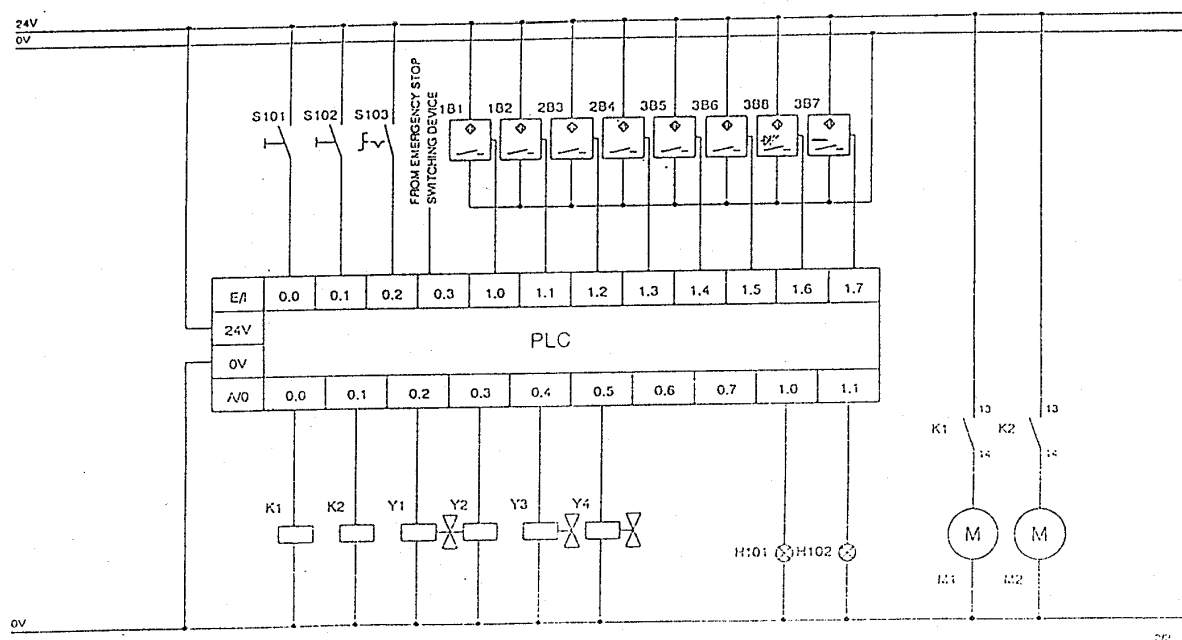
```
STEP INI
      IF NOP
      THEN LOAD V100
           TO TP0
```

9 STANICA SPRACOVANIA

Stanica spracovania je jednou zo štyroch častí výrobnjej linky. Predstavuje samostatný modulárny systém. Výrobky sú transportované rotačným stolom s uhlom natočenia 90°.

- indikácia prítomnosti výrobku
- upevnenie a vŕtanie
- testovanie vyvŕtaného otvoru
- príprava na odloženie

Stanica spracovania sa skladá z elektrickej a pneumatickej časti.



Elektrická časť

Hlavným prvkom elektrickej časti je PLC. K nemu sú pripojené vstupné a výstupné časti.

K vstupnej časti je pripojené:

S101 – spínací kontakt ovládaný tlačidlom

S102 – spínací kontakt ovládaný tlačidlom

S103 – spínací kontakt ovládaný tlačidlom s aretáciou

1B1 – magnetický snímač, vrtačka je hore

1B1 – magnetický snímač, vrtačka je hore

1B2 – magnetický snímač, vrtačka je dole

2B3 – magnetický snímač, testovací trň je hore

2B4 – magnetický snímač, testovací trň je dole

3B5 – magnetický snímač, materiál je neupnutý

3B6 – magnetický snímač, materiál je upnutý

3B8 – optický snímač, prítomnosť obrobku

3B7 – indukčný snímač, rotácia stola

K výstupnej časti je pripojené:

K1 – relé, spínanie elektrického motora rotácie vrtačky

K2 – relé, spínanie elektrického motora rotácie stola

Y1 – cievka, pohyb vrtačky hore

Y2 – cievka, pohyb vrtačky hore

Y3 – cievka, pohyb vrtačky hore

Y4 – cievka, pohyb vrtačky hore

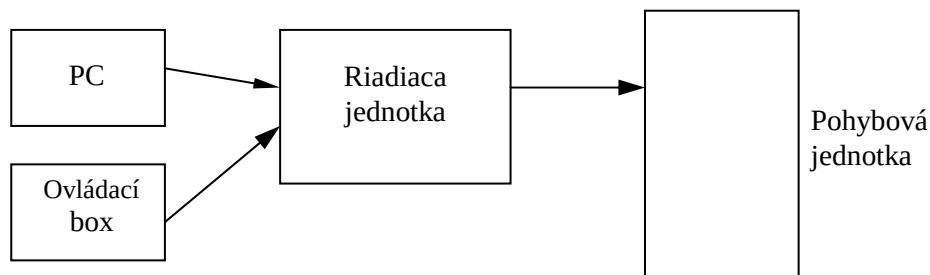
Pneumatická časť

10 PRIEMYSELNÝ MINIROBOT RV-M1

RV-M1 je priemyselný minirobot firmy Mitsubischi.

Skladá sa z častí:

- pohybová jednotka
- riadiaca jednotka
- ovládací box
- personálny počítač



10.1 Riadiaca jednotka

Je ústrednou časťou robota. Sú k nej hviezdicovito pripojené ostatné elektronické zariadenia. Sprostredkuje komunikáciu medzi programovacími prvkami (PC, ovládací box) a pohybovou jednotkou. Program vytvorený pomocou PC alebo ovládacím boxom je prenesený do riadiacej jednotky a dá sa spúšťať priamo z riadiacej jednotky. Program zostáva v pamäti riadiacej jednotky i po vypnutí.

Funkcia ovládacích prvkov a signalizácie na prednom paneli:

- POWER** – indikácia zapnutia
- EMG. STOP** – tlačidlo núdzový stop
- ERROR** – indikácia chýb (súčasne akustická indikácia)
- EXECUTE** – indikácia vykonávania príkazu
- START** – spustenie programu z riadiacej jednotky
- STOP** – zastavenie programu z riadiacej jednotky
- RESET** – nulovacie tlačidlo

Po stlačení tlačidla STOP sa pohyb neukončí okamžite ale až po vykonaní aktuálneho príkazu. Po vynulovaní tlačidlom RESET a následnom spustení programu tlačidlom START sa začína vykonávať program od prvej zadefinovanej pozície programu.

10.2 Pohybová jednotka

Vykonáva mechanické pohyby, pôsobí ako vykonávateľ programu.

Väčšinou ide o manipulátor , ktorý má na konci ramena akčný člen. Môže to byť skrutkovač, zváracie kliešte atd.

Robot RV-M1 má štandardne nainštalované čelúste na uchopenie obrobku.

Predstavuje vertikálny systém s piatimi stupňami voľnosti. Rotačné pohyby ramien v kĺboch a lineárny pohyb čelústí vykonávajú servomotory prevádzované pomocou ozubených remeňov.

Každý kĺb má dve **polohové informácie:**

- Digitálnu** – koncové mikropínače s akustickou signalizáciou dosiahnutia koncovkej polohy
- Analógovú** – impulzné meranie polohy

Technické parametre :

Mechanická štruktúra		5 stupňov voľnosti	Poznámka
Operačný rozsah	Rotácia drieku	300 ° (max. 120 ° /s)	Kĺb J1 WAIST, BODY (pás, telo)
	Rotácia ramena	130 ° (max. 72 ° /s)	Kĺb J2 SHOULDER (rameno)
	Rotácia lakt'a	110 ° (max. 109 ° /s)	Kĺb J3 ELBOW (lakeť)
	Postavenie zápästia	± 90 ° (max. 100 ° /s)	Kĺb J4 WRIST (zápästie)
	Rotácia zápästia	± 180 ° (max. 163 ° /s)	Kĺb J5 ROLL
	Rozsah čel'ustí	0 až 60 mm	
Dĺžka ramien		250 + 160 + 72 + 75 mm	
Maximálna nosnosť		1,2 kg	Včítane pracovného nadstavca s hmotnosťou 0,6 kg.
Maximálna rýchlosť		1000 mm/s	
Opakovacia presnosť		0,3 mm	

Robot má zadefinované dve nezmeniteľné pozície **NST a ORG.**

Pozícia NST je základná. Postavenie ramien v tejto pozícii zabezpečí minimálne zaťaženie ložísk vplyvom vlastnej hmotnosti ramien a motorov.

Do NST sa musí robot uviesť vždy po zapnutí zariadenia, pred vypnutím a po použití tlačidla NÚDZOVÝ STOP.

Poloha ORG je vzťažná pozícia kartézskych súradníc. V tejto polohe je robot najdlhší. Je doporučené a výhodné používať ju ako východiskovú pozíciu pri programovom riadení činnosti.

Pohybové operácie možno vykonávať ovládacím boxom, PC v terminálovom spojení a programom , alebo pomocou riadiacej jednotky.

Pohyb sa uskutočňuje po vopred definovaných bodoch. Dráhu, ktorou sa ramená presúvajú operátor nemôže priamo ovplyvniť. Rozhoduje o tom riadiaca jednotka.

Nebezpečenstvo nárazu do pracovnej plochy je nevyhnutné eliminovať dostatočným počtom definovaných bodov dráhy!!!

Nastavenie ramien do žiadanej polohy umožňujú **tri režimy:**

- PTP
- XYZ
- TOOL

PTP režim – umožňuje zmenu polohy v kĺboch J1 až J5. Nie je možná súčasná rotácia viacerých ramien.

- + predstavuje pohyb kĺbu v smere hodinových ručičiek
- predstavuje pohyb kĺbu proti smeru hodinových ručičiek

Zmena polohy je najrýchlejšia, pretože pracuje vždy iba jeden motor.

XYZ režim – umožňuje zmenu v kartézskych súradniciach. Zmena polohy sa vykonáva len v jednej súradnici. Riadiaca jednotka rozhoduje, s ktorými kĺbmi sa bude hýbať.

- | | |
|------------|-------------|
| + X vľavo | - X vpravo |
| + Y dozadu | - Y dopredu |
| + Z hore | - Z dole |

Rýchlosť sa mení v súvislosti s koordináciou pohybu motorov vo všetkých kĺboch podieľajúcich sa na zmene.

TOOL režim – mení polohu ramien v smere pohybu fiktívneho nástroja uchyteného v čeľustiach. Závisí od uhla zápästia.

- | | |
|-------------|------------|
| + Z dopredu | - Z dozadu |
|-------------|------------|

10.3 Ovládací box

Je to štandardné priemyselné periférne zariadenie robotov používané v prevádzkových podmienkach. Umožňuje ovládanie pohybovej jednotky v režimoch PTP, XYZ, TOOL.

Do činnosti sa uvádza prepínačom ON/OFF. Zapnutý ovládací box má najvyššiu prioritu z periférnych zariadení.

Tlačidlo EMG. STOP má funkciu analogickú s tlačidlami rovnakého označenia na riadiacej jednotke.

Svetelný štvormiestny sedemsegmentový display **alternatívne zobrazuje:**

- Číslo pozície
- Číslo vykonávaného riadku programu
- Stavový indikátor tlačidla ENT

FUNKČNÉ TLAČIDLÁ:

INC	inkrementácia do preddefinovanej pozície
DEC	dekrementácia do preddefinovanej pozície
P.S	definovanie pozície do čísla pamäte
P.C	vymazanie pozície z pamäte
NST	návrat do základnej NST pozície
ORG	pohyb do referenčnej pozície kartézskych súradníc
MOV	pohyb do pozície s definovaným číslom
STEP	skok v programe na definovaný riadok
PTP	prepnutie do režimu ovládania pohybu v kĺboch
XYZ	prepnutie do režimu ovládania pohybu v kartézskych súradniciach
TOOL	prepnutie do režimu ovládania pohybu v smere nástroja
ENT	enter, potvrdenie operácie

VÝKONOVÉ TLAČIDLÁ :

B, S, E, P, R	pre režim PTP
X, Y, Z, P, R	pre režim XYZ
Z, P, R	pre režim TOOL
0 až 9	definovanie čísel pozícií
<O>	otvorenie čeľustí
>C<	zatvorenie čeľustí

POLOHOVANIE ROBOT A OVLÁDACÍM BOXOM

Riadenie touto periférnou jednotkou je najjednoduchšie. Má veľké výhody v mobilnosti, čo je využiteľné hlavne pri presnom navádzaní ramien na pozície vzdialené od PC. Nevýhodou sú značné obmedzenia pri programovaní, oneskorená reakcia na tlačidlo a zotrvačnosť.

Po zapnutí je nastavený režim PTP. Zmena sa realizuje výberom jedného z troch režimov tlačidlom a jeho potvrdením klávesov ENT.

Po voľbe režimu pomocou sady výkonových ovládacích prvkov navedieme robot na pozície, ktoré potrebujeme.

Zapísanie pozície do pamäte:

Pozíciu zapíšeme do pamäte pod zvoleným číslom pomocou klávesy P.S

<P.S>, <číslo pozície>, <ENT>

Neskoršie úpravy pozície je možné urobiť opakovaním postupu.

Vymazanie pozície z pamäte:

Je možné kedykoľvek bez ohľadu na momentálnu polohu pohybovej jednotky.

<P.C>, <číslo pozície>, <ENT>

Ak sú v pamäti uložené všetky potrebné pozície, môžeme uskutočniť presun na požadovanú polohu **pomocou:**

<MOV>, <číslo pozície>, <ENT>

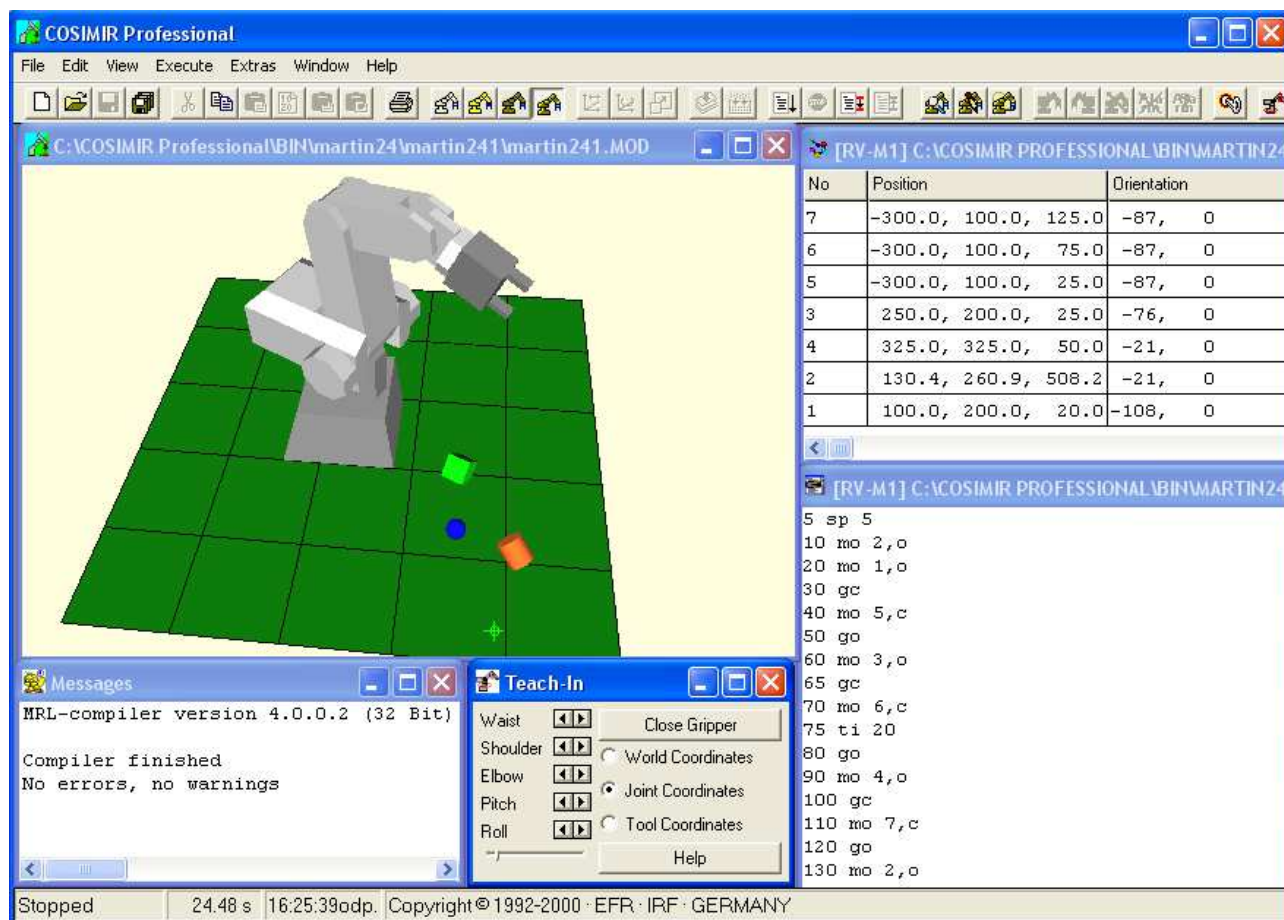
Najvýhodnejšie je číslovať pozície postupne tak ako budú nasledovať za sebou. Potom je vykonanie celej operácie zjednodušené.

Po navedení na prvú pozíciu opakovanie používame tlačidlá **<INC>** alebo **<DEC>**

Pozor!

Pri programovaní polôh prepisujete pôvodné nastavenia. Pri následnej inkrementácii sa môžete dostať na pozíciu naprogramovanú v predchádzajúcom cvičení a robot môže vykonať neočakávaný pohyb. Vždy si skontrolujete aké polohy sa nachádzajú za vašim programom alebo tieto polohy vymažte.

10.4 Polohovanie robota pomocou PC



Vkladanie objektu

1. execute – model explorer
2. pt na objekt a vložiť nový objekt
3. na nový objekt pt a nová sekcia
4. na nove base pt a nový útvar
5. na base pt a nový gripp point
6. klik na base, na náš útvar pt a polyhedron
7. klik na base pt, properties a určité veľkosť, pozícia, farba