

mag. Ferdinand Humski
Šolski center Ptuj, Strojna šola
Volkmerjeva 19, 2250 Ptuj

PNEVMATIKA IN HIDRAVLIKA

učno gradivo za:

- modul Pnevmatika in hidravlika,
srednje strokovno izobraževanje Tehnik mehatronike
- modul Delovanje krmilnih in električnih komponent,
srednje strokovno izobraževanje Strojni tehnik

Ptuj, september 2021

KAZALO

Mehanika fluidov	3
Pnevmatika	13
Elektropnevmatika	49
Hidravlika	62
Automation Studio	76
Seznam uporabljene literature	83

UVOD

Katalog znanja za modul Pnevmatika in hidravlika, izobraževalni program Tehnik mehatronike, navaja precej obširne zahteve. Ta strokovni modul je tudi sestavni del poklicne mature (zajema približno 20% maturitetnih nalog in vprašanj), zato je še posebej pomemben.

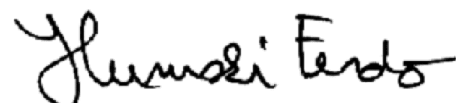
Obravnavana snov zajema mehaniko fluidov, pnevmatiko, hidravliko, elektropnevmatiko, elektrohidravliko, poznavanje specialnih računalniških programov, vzdrževanje, poznavanje tabel, diagramov, obvezne so praktične vaje ... zahtev je ogromno. Dodatno zahtevo pa postavljajo dijaki, ki potrebujejo **enotno literaturo v slovenščini** - zato, da bo učenje lažje!

Za učitelja je naloga podobna kot pri alpinistih: cilj približno poznamo, sedaj pa mrzlično iščemo pravo pot ...! Treba je brskati po mnogih literaturah in po spletu ter vztrajno zbirati podatke.

V knjigi Pnevmatika in hidravlika sem zajel celotno snov, ki je potrebna za poučevanje in za razumevanje tega modula. Red prihrani čas, zato sem gesla najprej razdelil na **5 delov**: Mehanika fluidov, Pnevmatika, Elektropnevmatika, Hidravlika in pojasnila za uporabo specialnega računalniškega programa Automation Studio, ki je brezplačno dostopen na spletu. Kdor išče neko pojasnilo, ta gotovo ve, v kateri del spada iskana tematika in samo s tem si je takoj močno zožil področje iskanja.

Gesla so pojasnjena preprosto in razumljivo. Ker so razporejena po abecednem vrstnem redu, jih najdemo hitro in zato je tudi učenje lažje, bolj tekoče.

Dijakom je povsem jasno, da morajo napredovati v znanju in da je to dobro zanje, saj jih znanje vodi proti uspehu. Zato se je skozi leta poučevanja izkazalo, da dijaki radi uporabljajo takšno učno gradivo, ki jim omogoča lažje in hitrejše usvajanje znanja.



mag. Ferdinand Humski

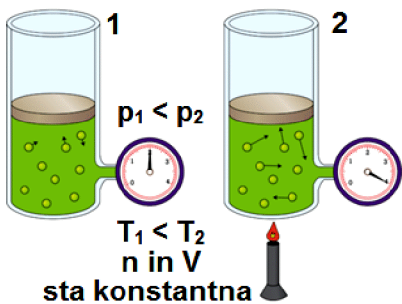
MEHANIKA FLUIDOV

Absolutni tlak Glej Tlak.

AME Atomska masna enota, glej Dalton.

Amontonov zakon Zakon, ki ga je leta 1702 odkril Guillaume Amontons (1663 - 1705).

Zakon povezuje tlak in temperaturo v posodi zaprtega idealnega plina pri spremembi, ki poteka pri stalnem volumnu V = konst (pri izohorni spremembi):

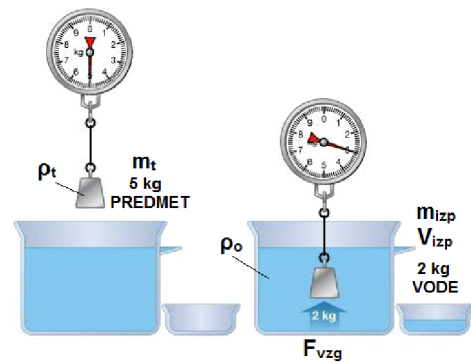


Tlak in temperatura se spreminjata tako, da velja:

$$\frac{p}{T} = \text{konstanta}$$

Pri tem je treba upoštevati, da je merska enota za temperaturo Kelvin [K]. Sin. Amontonsov zakon, Grahamov zakon. Prim. Plinska enačba.

Arhimedov zakon Teža telesa, potopljenega v mirujočo tekočino, se navidezno zmanjša za težo izpodrinjene tekočine:



Na telo torej deluje sila, ki deluje v nasprotni smeri sile težnosti - vzgon. Sila vzgona je enaka teži izpodrinjene tekočine:

$$F_{vzg} = m_{izp} \cdot g = V_{izp} \cdot \rho_o \cdot g \quad [N]$$

m_izp = V_izp * rho_o ... masa izpodrinjene tekočine [kg]

V_izp ... volumen izpodrinjene tekočine [m³]

rho_o ... gostota fluida [kg/m³]

g ... gravitacijski pospešek [9,81 m/s² ≈ 10 m/s²]

rho_t ... gostota predmeta, ki ga potopimo [kg/m³]

m_t ... masa telesa (predmeta), ki ga potopimo [kg]

Gostoto telesa nato izračunamo iz enačbe:

$$\rho_t = m_t / V_{izp}$$

Glede na gostoto telesa poznamo tri možnosti:

rho_t > rho_o telo v tekočini potone

rho_t = rho_o telo v tekočini lebdi

rho_t < rho_o telo plava na tekočini

Atomska masa Masa atoma v [kg] ali v [g]. Če jo podamo v atomskih masnih enotah, jo imenujemo relativna atomska masa (glej posebno geslo).

Atomska masna enota Glej Dalton. Kratica ame.

Atomsko število Število protonov v atomskem jedru. Pove tudi mesto elementa v periodnem sistemu. Sin. vrstno število. Razl. masno število.

Avogadrov zakon Molska prostornina V_m je pri vseh (idealnih) plinih in pri enakem stanju enaka. Pri temperaturi 0°C in tlaku 1,013 bar znaša:

$$V_m = R_m \cdot T/p = 22,41 \text{ m}^3/\text{kmol}$$

Pojasnila spremenljivk: glej geslo plinska enačba.

Avogadrovo število Število atomov ali molekul v 1 mol snovi, N_A = 6,0234 x 10²³. Sin. Avogadrova konstanta. Prim. Avogadrov zakon.

Bernoullijeva enačba Enačba, ki povezuje tlak, hitrost in višino V TOKU NEVISKOZNEGA (brez trenja) in NESTISLJIVGA fluida. Kot približek jo uporabljamo za tok KAPLJEVIN in PLINOV, če odmiki od navedenih zahtev niso preveliki:

$$p + \rho \cdot g \cdot h + \frac{\rho \cdot v^2}{2} = \text{konst}$$

p ... tlak [Pa = N/m²]

rho ... gostota [kg/m³]

g ... zemeljski pospešek [9,8 m/s²]

h ... višina nad izbrano ničelno ravnino [m]

v ... hitrost [m/s]

VSOTO p + rho * g * h imenujemo statični tlak p_st

p [Pa = N/m²] povzročata tlačno energijo W_t = p * V:

- absolutni tlak p_abs (glej geslo Tlak): vsota tlaka okolice p_o in relativnega tlaka p_r (ki je povzročen z mehanskimi silami)
- če mehanske sile ne povzročajo dviga relativnega tlaka, je p enak tlaku okolice p_o

Komponenta rho * g * h imenujemo tlak zaradi višinske razlike fluida (glej Hidrostatski tlak), posledica je energija lege W_p = m * g * h.

KOMPONENTA rho * v²/2 pa je dinamični tlak p_din,

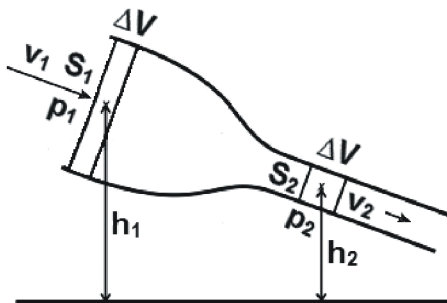
ki povzročata hitrostno energijo W_k = m * v²/2

Vsoto statičnega in dinamičnega tlaka imenujemo skupni (celotni, totalni) tlak p_t:

$$p_t = p_{st} + p_{din} = \text{konst}$$

Skupni tlak p_t je konstanten. Če povečujemo hitrost, tedaj statična komponenta tlaka pada.

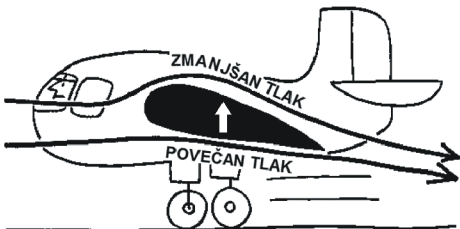
Pojasnilo Bernoullijeve enačbe na primeru pretoka fluida skozi cev, ki se postopno zožuje, obenem pa se znižuje tudi njena višina h:



$$p_1 + \rho \cdot g \cdot h_1 + \frac{\rho \cdot v_1^2}{2} = p_2 + \rho \cdot g \cdot h_2 + \frac{\rho \cdot v_2^2}{2}$$

Delovanje nekaterih naprav lahko pojasnimo s pomočjo Bernoullijeve enačbe, npr.:

Letalsko krilo je konstruirano tako, da zrak v istem času prepotuje po zgornji strani krila večjo pot kakor po spodnji strani krila - zato je hitrost zraka z zgornje strani krila večja kakor spodaj. Dinamična komponenta tlaka p_din je torej zgoraj večja kakor spodaj. Ker pa je totalni tlak p_t konstanten, se pojavi sprememba pri statični komponenti tlaka p_st. Zato je statični tlak p_st na spodnji strani krila večji kakor zgoraj. Sila deluje od večjega proti nižjemu tlaku, torej navzgor. Temu pojavu pravimo dinamični vzgon.



Bernoullijeva enačba je izpeljana iz skupne energije gibajočih se fluidov W_s, ki jo sestavlja:

tlačna energija: W_t = p * V

energija lege: W_p = m * g * h

hitrostna energija W_k = m * v²/2

V ... prostornina (volumen) [m³]

m ... masa [kg]

Velja torej enačba:

$$W_t + W_p + W_k = W_s$$

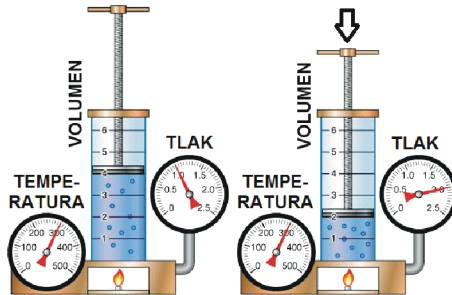
oziroma

$$p \cdot V + m \cdot g \cdot h + m \cdot v^2/2 = W_s$$

Če zgornjo enačbo na obeh straneh delimo z V, dobimo Bernoullijevo enačbo.

Prim. Tlak, Odpori toka v ceveh in armaturah, Venturijeva cev, Pitotova cev, Kontinuitetna enačba.

Boyllov zakon Zakon, ki nosi ime po svojem odkritelju, angl. naravoslovcu Robertu Boyleu (1627-1691), objava 1662. Francoski fizik in duhovnik Edme Mariotte (1620-1684) je odkril zakon leta 1676 neodvisno od Boylea, zato se zakon imenuje tudi Boyle-Mariottov zakon:



Prostornina in tlak v posodi zaprtega idealnega plina pri stalni temperaturi (izotermna sprememba) se spreminjata tako, da velja:

$$p \cdot V = \text{konstanta}$$

ali drugače:

$$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$$

Prim. Plinska enačba.

Charlesov zakon Glej Gay-Lussacov zakon.

Dalton Enota za atomsko in molekulsko maso. Znaša 1,660566 x 10²⁴ g (1/12 mase ogljikovega izotopa ¹²C). Sin. atomska masna enota, ame.

Daltonov zakon Skupni tlak vlažnega zraka p je enak vsoti delnih (parcialnih) tlakov suhega zraka p_z in vodne pare p':

$$p = p_z + p'$$

Prim. vlažnost.

Delovni valj - preračun Delovni valji morajo vsekakor zagotavljati zadostno silo F_valja, če želimo z njimi opravljati načrtovano delo. Pri preračunu izhajamo iz definicije tlaka.

Če je delovni valj že izbran, tedaj lahko izračunamo zahtevani nadtlak p_e:

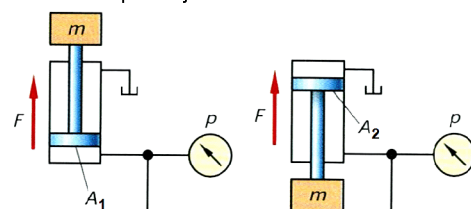
$$p_e > \frac{F_{valja}}{A \cdot \eta_{hm}}$$

eta_hm je hidravlično - mehanski izkoristek

Kadar pa imamo p_e že poznan, lahko izračunamo površino bata A:

$$A > \frac{F_{valja}}{p_e \cdot \eta_{hm}}$$

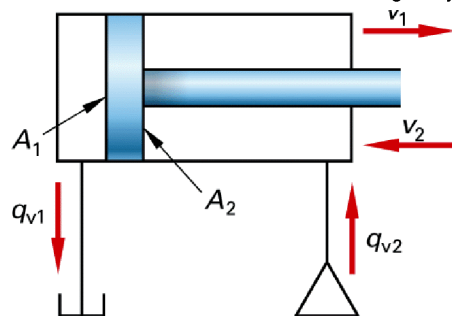
Izračunana površina bata A je enaka A_1 ali A_2, odvisno od položaja batnice:



Če je premer bata D, premer batnice pa d, velja:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot A_1}{\pi}} \quad D = \sqrt{\frac{4 \cdot (A_2 + \frac{\pi \cdot d^2}{4})}{\pi}}$$

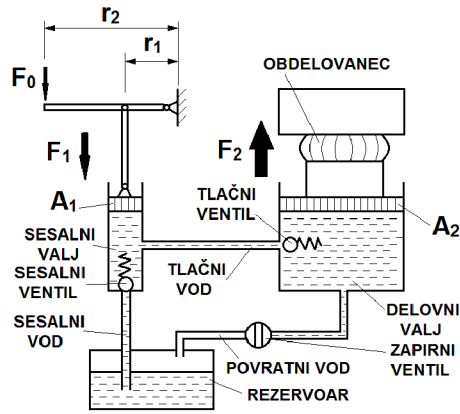
Proučimo še volumske tokove hidravličnega valja:



Predpostavimo, da velja q_v1 = q_v2! Če upoštevamo kontinuitetno enačbo q_v1 = A1 * v1 = q_v2 = A2 * v2, in A1 > A2, potem ugotovimo: v2 > v1

Ferdinand Humski

[Delovanje hidravličnega dvigala](#) ali stiskalnice bo mo tehično dovolj podrobno razumeli, če na zgornji risbi z vzvodom povečamo silo F_1 , dodamo dva enosmerna ventila, zapirni ventil in rezervoar:



Prim. Pretvornik tlaka.

Hidrodinamika Veja fizike, del mehanike fluidov, veda o pretakanju nestisljivih tekočin.

Zajema predvsem naslednje pojme:

- **kontinuitetna enačba**
- **hidravlične energije** (Bernoullijeva enačba, Ventourijeva in Pitotova cev)
- **trenje in tlačne izgube**
- **hidravlični tok in njegove zakonitosti** (laminarni in turbulentni tok, viskoznost)

Hidrostatični tlak Tlak mirujoče kapljevine, ki ga povzroča teža kapljevine:

$$p = p_0 + \rho \cdot g \cdot h \quad [\text{Pa}]$$

p_0 - tlak okolice

h [m] - višina nivoja kapljevine

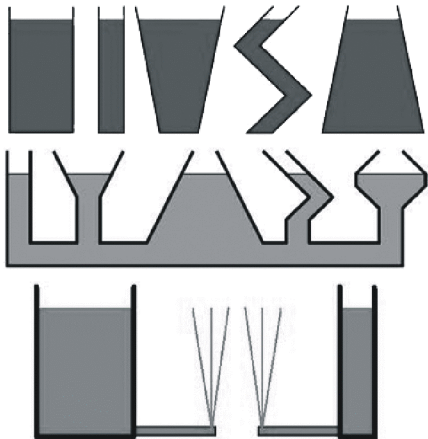
ρ [kg/m^3] - gostota kapljevine

g - zemeljski pospešek = $9,81 \text{ [m/s}^2]$

Nadtlak zaradi višinske razlike fluida:

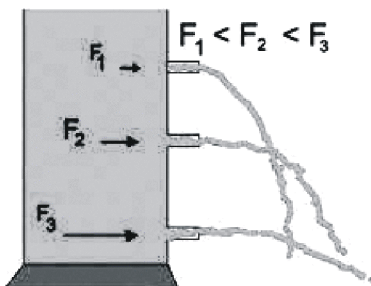
$$p_h = \rho \cdot g \cdot h \quad [\text{Pa}]$$

Hidrostatični tlak **ni odvisen od oblike posode**:



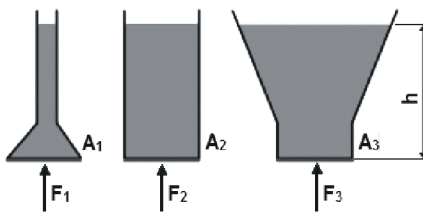
Sredinska risba zgoraj prikazuje [vezno posodo](#): če je nad gladinami enak tlak, so vse v isti ravnini.

Hidrostatični tlak **je odvisen od višine vodnega stolpca**:

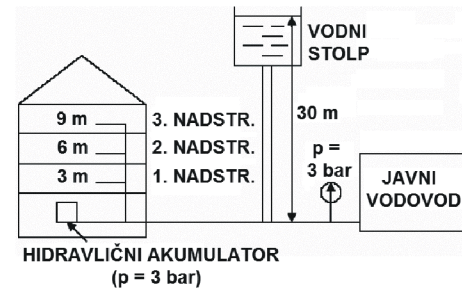


Zamislimo si, da je dno posode zatesnjeno s čepom, na katerega pritiskamo s tolikšno silo F , da tekočina ne izteče. Tekočina je natočena do višine h . Ne glede na obliko posode bodo sile F_1 , F_2 in F_3 enake $F_1 = F_2 = F_3$, če bodo enake tudi površine čepov $A_1 = A_2 = A_3$. Ta pojav imenujemo **hidrostatični paradoks**:

Stran 6



Vloga hidrostatičnega tlaka [pri javnem vodovodu](#):

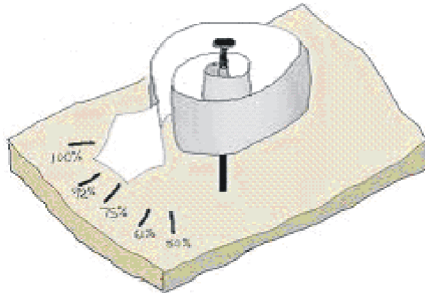


Hidrostatika Veja fizike - del mehanike fluidov, ki preučuje mirujoče tekočine.

Zajema predvsem naslednje povezane pojme:

- **vzgon** (Arhimedov zakon, Kartezijev plavač)
- **hidrostatični tlak** (hidrostatični paradoks)
- **Pascalov zakon** - sifon - načelo hidravlične stiskalnice - načelo pretvarjanja tlaka

Higrometer Vlagomer, priprava za merjenje vlage v zraku. Deluje na principu raztezanja materialov v odvisnosti od vlage. Taki materiali so npr. živalska dlaka, nekatere vrste gum itd.



HTHS Najmanjša viskoznost olja v $\text{mPa}\cdot\text{s}$ pri 150°C in strižni hitrosti 10^6 s^{-1} . Up.: predvsem pri SAE oznakah olj za motorje za notr. zgorevanjem. Ang. High Temperature High Shear Viscosity.

Izkoristek Koristno lahko uporabimo samo del energije, ki jo stroji oddajajo. Preostali del energije se porabi za [segrevanje](#) in ga običajno ne moremo uporabiti. Izkoristek stroja nam pove, [kolikšen del vložene energije stroj koristno uporabi](#):

$$\text{Izkoristek} = \frac{\text{koristna energija}}{\text{vložena energija}} = \frac{\text{izhodna moč}}{\text{vhodna moč}}$$

Izkoristek označujemo z grško črko η (eta):

$$\eta = \frac{W_k}{W_{vl}} = \frac{P_{izh}}{P_{vh}} = \frac{P_{vh} - P_{izg}}{P_{vh}} = 1 - \frac{P_{izg}}{P_{vh}} < 1$$

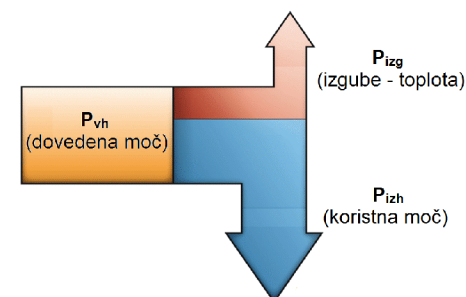
W_k - koristna energija [J]

W_{vl} - vložena energija [J]

P_{izh} - izhodna (oddana, koristna) moč [W], P_{odd}

P_{vh} - vhodna (dovedena) moč [W], tudi P_{dov}

P_{izg} - izgubljena moč (toplota) [W]



Termodinamični izkoristek toplotnega stroja (izkoristek **desnega** krožnega procesa):

$$\eta = \frac{W_O}{Q_{do}} = \frac{Q_{do} - Q_{od}}{Q_{do}} = 1 - \frac{Q_{od}}{Q_{do}} < 1$$

W_O - izhodno delo desnega krožnega procesa [J]

Q_{do} - dovedena toplota krožnega procesa [J]

Q_{od} - odvedena toplota krožnega procesa [J]

Pri **levih** krožnih procesih se namesto izkoristka običajno izračuna **grelno** (toplotno) **število**.

Izkoristki [obdelovalnih stojev](#): stružnice 0,70 do 0,85; vrtnali stroji 0,75 do 0,90; frezalni stroji 0,60 do 0,80; skobeljni in pehalni stroji 0,60 do 0,80.

Izkoristki [motorjev z notranjim zgorevanjem](#): bencinski motorji 0,22 do 0,25; plinski motorji 0,27 do 0,35; majhni dizelski motorji 0,31 do 0,34; veliki dizelski motorji 0,35 do 0,41.

Izkoristek stroja je [vedno manjši od 1](#), čeprav se v praksi pogosto pretirava - glej Toplotna črpalka.

Nekatere naprave imajo [volumenski](#) η_v , [mehanski](#) η_m in [hidravlični](#) izkoristek η_h . Mehanski in hidravlični izkoristek se običajno združita v η_{hm} , skupni izkoristek η je zmnožek $\eta = \eta_v \cdot \eta_m$, glej geslo Črpalka - podatki.

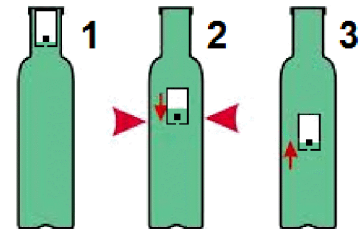
Izobaren Nanašajoč se na spremembo stanja (pri plinih), pri kateri se tlak ne spreminja. Prim. Gay-Lussacov zakon.

Izohoren Nanašajoč se na spremembo stanja (pri plinih), pri kateri se prostornina ne spreminja. Prim. Amontonov zakon.

Izotermen Nanašajoč se na spremembo stanja (pri plinih), pri kateri se [temperatura ne spreminja](#). Prim. Boylov zakon.

Izotopi Atomi, ki pripadajo istemu kemičnemu elementu, imajo enako vrstno število, toda različno masno število - nuklidi z različnim številom nevtronov. Izotopi se med seboj razlikujejo po masi in fizikalnih lastnostih, redkeje pa tudi po kemičnih lastnostih. V periodnem sistemu so vsi na istem mestu. Način označevanja izotopov je razviden npr. iz gesla Ogljik. Prim. Kemijske oznake.

Kartezijev plavač Klasični znanstveni eksperiment, ki je poimenovan po René Descartesu du Perron Cartesiusu. Poskus na zanimiv način prikazuje princip vzgona in plinsko enačbo:



Plastenko do vrha napolnimo z vodo in zadelamo z zamaškom. Plavač je votel, na spodnji strani ima odprtino in obežitev. Pri tem ni vseeno, kolikšna je utež. Če bo plavač:

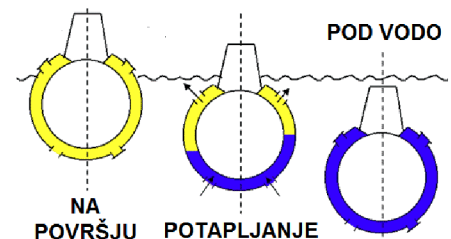
- preveč obtežen, bo sam od sebe potonil
- premalo obtežen, ga ne bomo mogli potopiti

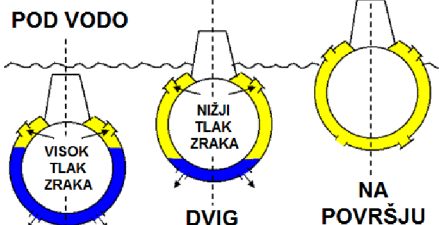
V osnovnem položaju naj plavač plava na vrhu plastenke, obrnjen z odprtino navzdol (slika 1).

Če plastenko stisnemo (2), bo zaradi dviga tlaka voda prodrla v plavač. Volumen mehurčka zraka v plavaču se bo zmanjšal in zato se bo gostota zraka v mehurčku povečala. S tem bo tudi povprečna gostota celotnega plavača postala [večja od gostote vode](#) - zato plavač potone (slika 2).

Ko tlak popusti, se plavač spet dvigne (slika 3).

Na enak način deluje [podmornica](#):



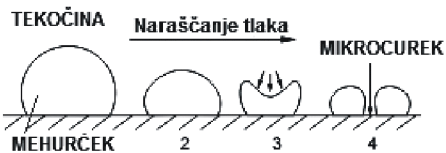


Kavitacija Hidraulični pojav, ki povzroči poškodbe na površini hidr. naprav: črpalk, ventilov itd. Razlog za trganje materiala so **parni mehurčki**:

a) Ki nastajajo pri podtlaku $p_e \leq -0.3$ bar (uparjalni tlak 0,7 bar), podobno kot nastajajo mehurčki pri odpiranju plastenke z gazirano pijačo:



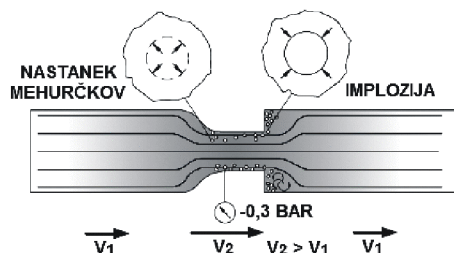
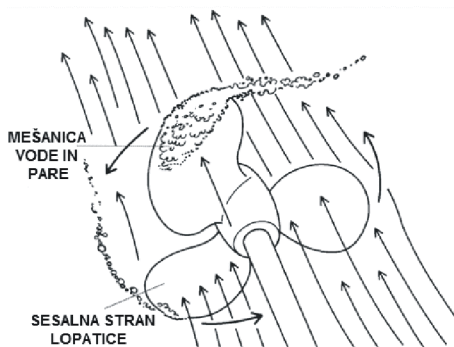
b) Ki se ponovno utekočinijo, ko tlak spet naraste. Ta pojav je **implozija** - tekočina z visoko hitrostjo vdre v mehurčke (mikrocurek), zato se na lokaciji mehurčka pojavijo **velike sile**:



Implozija mehurčka na trdni površini in nastanek mikrocurek - KAVITACIJA

Oba procesa (nastajanje mehurčkov in implozija) potekata zelo hitro, govorimo le o **delčkih sekunde**. Pokanje mehurčkov seveda povzroča hrup, zato lahko s pomočjo sonarja ugotovimo lokacijo kavitacije. Razen mehanskih poškodb pa ob imploziji nastane tudi zelo visoka temperatura, kar lahko povzroči samovžig mešanice olja in zraka (dizel efekt).

Pogoj za nastanek mehurčkov je **PODTLAK**, npr.: - na sesalni strani črpalk ali - na mestih, kjer se zožajo pretočni kanali - hitrost se poveča in zaradi Bernoullijeve enačbe nastane padeč tlaka.



Kako **preprečimo nastajanje kavitacije**: Pri nameščanju črpalke moramo paziti, da na sesalni strani ne presežemo največje višine, ki jo predpiše proizvajalec. Običajno je to krivulja v ka-

rakteristiki črpalke, ki jo proizvajalci označijo s kratico **HPSH** - net positive suction head oz. držalna pretočna višina. To je višina, pri kateri še ne pride do uparjanja vode.

Pojav kavitacije pa lahko tudi **koristno izrabljamo**, npr. čiščenje z ultrazvokom deluje tako, da ultrazvok povzroča kavitacijo, zato umazanija odpade. Ang. cavity: votlina, luknja.

Količina Število merskih ali drugih enot, množina, eden osnovnih pojmov v fiziki. Lahko je povezana z **veličino** (~ sile, hitrosti, mase itd.) ali pa tudi ne (~ proizvodov, padavin itd.).

Za vsako količino mora biti poznan natančen **postopek za merjenje in merska enota** - ni pa nujno, da jo kakšna enačba povezuje z drugimi količinami (kot je to primer pri veličini). Če se lahko izrazi z enim samim številom, je količina **skalar** (npr. masa, temperatura itd.). Če pa količina določa tudi smer, je **vektor** (npr. pospešek, navor, sila itd.).

Koncentracija Vsebnost posamezne sestavine v zmesi oz. vsebnost raztopljene snovi (topljenca) v raztopini. Izražamo jo lahko na različne načine:

1. V **prostorninskih odstotkih**, predvsem pri opisovanju sestave plinskih zmesi. Npr.: zrak vsebuje 20,95% v/v kisika.
2. V **masnih odstotkih**, npr.: zrak vsebuje 23,16 % w/w kisika. **Masni delež** se lahko označi s črko W in se izračuna na naslednji način:

$$W_{snovi} = \frac{m_{snovi}}{m_{sk}}$$

Pri tem je m_{sk} skupna masa zmesi oziroma raztopine ($m_{topila} + m_{topljenca}$).

3. **Molalnost**, ki se označuje s črko b in ima enoto mol/kg topila. Molalnost se s temperaturo ne spreminja.
4. **Molarnost** oz. množinska koncentracija, v kemiji zelo pogosto up. oblika izražanja koncentracije in se pogovorno imenuje kar "koncentracija". Enota je mol/L, oznaka c, pogosto se označuje tudi z **oglatimi oklepaji**, npr. [H⁺]. Ker se molarnost s temperaturo spreminja, jo običajno podajamo pri 20°C.

$$c_{snovi} = \frac{n_{snovi}}{V_{razt}}$$

Pri tem je V_{razt} volumen raztopine, n_{snovi} pa je množina snovi [mol]:

$$n = m/M$$

M ... molska masa snovi [kg/mol]

m ... masa snovi [kg]

5. **Masna koncentracija** ima enoto g/L (grami topljenca v litru raztopine) in je definirana kot:

$$\gamma_{snovi} = \frac{m_{snovi}}{V_{razt}}$$

Enačbe, ki povezujejo različne oblike koncentracij med seboj, so naslednje:

$$c_{snovi} = \frac{W_{snovi} \cdot P_{razt}}{M_{snovi}} \quad c_{snovi} = \frac{\gamma_{snovi}}{M_{snovi}}$$

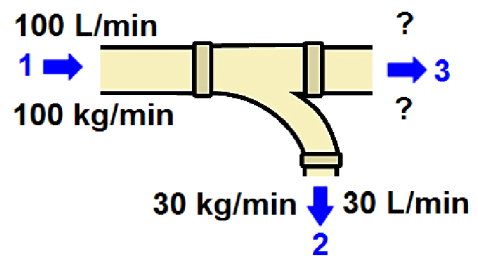
$$W_{snovi} = \frac{c_{snovi} \cdot M_{snovi}}{P_{razt}} \quad W_{snovi} = \frac{\gamma_{snovi}}{P_{razt}}$$

$$\gamma_{snovi} = W_{snovi} \cdot P_{razt} \quad \gamma_{snovi} = c_{snovi} \cdot M_{snovi}$$

Prim. refraktometer.

Kontinuiran Nепretrgan, zvezan, nadaljujoč se. Ang. continue: nadaljevati.

Kontinuitetna enačba Pri pretakanju nestisljivih fluidov velja: **količnik fluida vstopi** v cev, **toliko** ga iz nje tudi **izstopi**. To pravilo velja tudi, če eno cev razcepimo na dva dela:



V zgornjem preprostem primeru hitro ugotovimo: $q_{m1} = q_{m2} + q_{m3}$ in

$$q_{m3} = q_{m1} - q_{m2} = 100 \text{ kg/min} - 30 \text{ kg/min} = 70 \text{ kg/min}$$

q_m ... masni pretok [kg/min]

Nato sklepamo: pri pretakanju nestisljivih fluidov je **masni pretok konstanten**.

Matematični zapis kontinuitetne enačbe:

$$q_m = A \cdot \rho \cdot v = \text{konst}$$

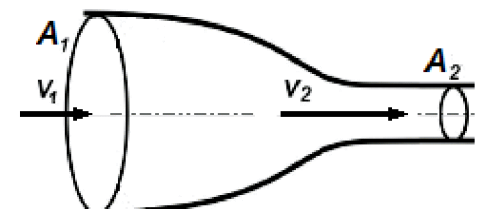
q_m [kg/s] - masni pretok fluida

A [m²] - presek, skozi katerega se pretaka fluid (je pravokoten na pretok)

ρ [kg/m³] - gostota fluida

v [m/s] - hitrost pretoka fluida

Na podoben način računamo, kadar se spremeni svetli (notranji) premer cevi:



Pri **nestisljivem fluidu** se gostota ne spreminja in kontinuitetno enačbo napišemo tudi z volumskim (prostornim) pretokom:

$$q_v = A \cdot v = \text{konst}$$

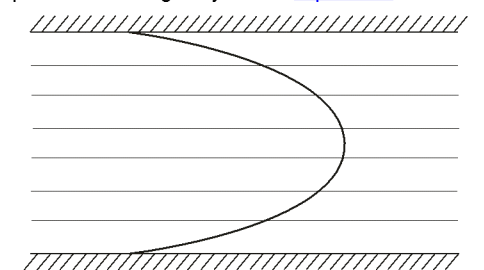
$$A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2$$

q_v [m³/s] - volumski pretok (prostorninski tok)

V splošnem velja kontinuitetna enačba **tudi za ostale nestisljive količine**, npr. za **naboj**: količina v neki prostornini se poveča za razliko toka količine, ki priteče v izbrano prostornino in toka količine, ki izteče iz te prostornine v časovni enoti.

Sin. Zakon o ohranitvi mase. Prim. Kirchhoffov zakon.

Laminaren V plasteh, **plastast**. Lat. *lamina*: plošča, list, deska. Npr. **laminarni tok**: gibanje, pri katerem se posamezne plasti tekočine ali plina gibljejo druga ob drugi, **ne da bi se med seboj mešale**. Celo neskončno tanke plasti drse druga po drugi brez mešanja. Pravimo, da so **tokovnice** pri laminarnem gibanju fluida **zvporedne**:



Laminarni tok

Hitrost tekočine na steni je enaka 0, prva plast pa že ima neko hitrost. Hitrost druge plasti je še nekoliko večja itd. - zato je hitrost tekočine v sredini cevi največja.

Eksperimentalno je dokazano, da laminarno gibanje tekočine prehaja v turbulentno pri določenem razmerju vztrajnostnih sil in sil notranjega trenja, tj. pri kritičnem Reynoldsovem številu. Za tok v okroglih ceveh velja $Re_{kr} = 2320$.

Masni delež Pojasnilo pod geslom koncentracija.

Masni pretok Masa fluida, ki steče v časovni enoti skozi izbran presek. Oznaka je q_m ali Q_m , merska enota je [kg/s], tudi [kg/h] itd.:

$$q_m = m/t = \rho \cdot A \cdot v = \rho \cdot q_v$$

m ... masa fluida [kg]

t ... čas [s]

A ... presek, skozi katerega se pretaka fluid [m²]

v ... hitrost pretoka fluida [m/s]

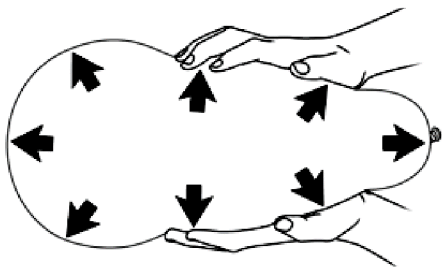
ρ ... gostota fluida [kg/m³]

q_v ... volumski pretok [m³/s]

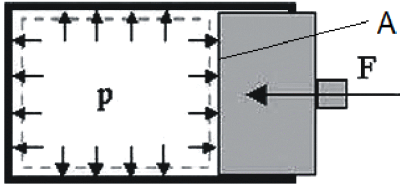
Prim. Volumski pretok, Kontinuitetna enačba.

Masno število Celo število: seštevek nukleonov (protonov in nevtronov) v atomskem jedru. Merska enota je atomska masna enota (ame) in je običajno ne pripišemo.

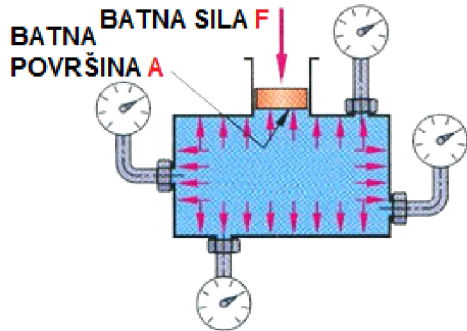
Različni atomi istega elementa se razlikujejo po



Tlak v zaprtem prostoru lahko povečujemo tudi tako, da zrak v zaprtem prostoru stiskamo z batom. Tudi v tem primeru se bo povečanje tlaka enakomerno porazdelilo na vse površine:



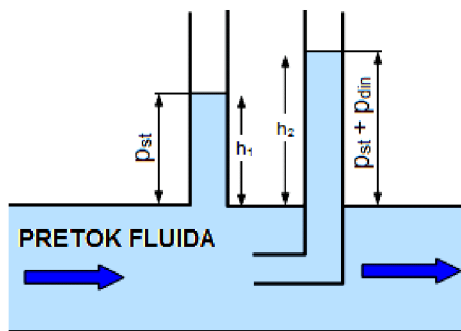
Manometer bo kazal enako vrednost, ne glede na to, kje ga namestimo:



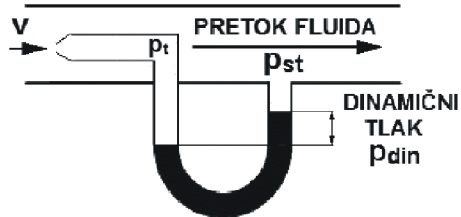
Pitotova cev Priprava za merjenje hitrosti fluida z znano gostoto. Osnovno načelo Pitotove cevi je **hkratno** merjenje **statičnega** in **dinamičnega** tlaka.

Za merjenje uporabljamo vsaj dve cevi:
 • ena cev je usmerjena **v smeri toka** (tako merimo skupni oz **totalni tlak** $p_t = p_{st} + p_{din}$); nekatere literature že samo to cev imenujejo Pitotova,
 • druga cev je usmerjena **pravokotno na smer toka** (merimo **statični tlak** p_{st}).

Če sta obe cevi dovolj blizu ena drugi, lahko direktno razberemo dinamični tlak p_{din} , ki je razlika med skupnim p_t in statičnim tlakom p_{st} .
 Pri tekočinah izvedemo meritev tako:



Pri plinih pa uporabimo U cev s tekočino:



Skupni tlak p_t je vsota statičnega in dinamičnega:

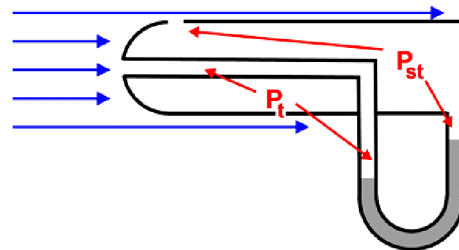
$$p_t = p_{st} + p_{din}, \text{ torej: } p_{din} = p_t - p_{st}$$

Ker velja $p_{din} = \rho \cdot v^2 / 2$, dobimo:

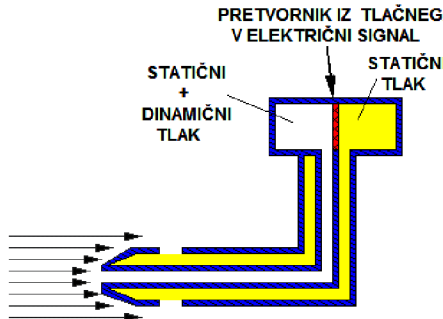
$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot (p_t - p_{st})}{\rho}}$$

Na ta način se merijo pretočne hitrosti fluidov v zaprtih kanalih oziroma cevovodih.

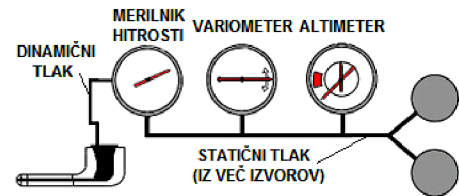
Hitrosti letal se prav tako merijo s Pitotovo cevjo, katere princip delovanja je podoben:



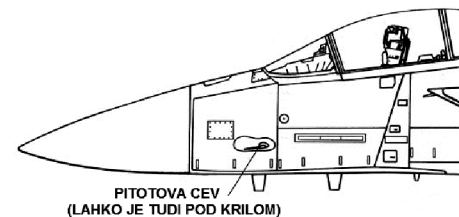
Pitotova cev na letalih je običajno oblikovana tako:



Variometer in altimeter potrebujeta le podatke o statičnem tlaku, merilnik hitrosti pa potrebuje oba podatka (statični in dinamični tlak):



Položaj pritotove cevi na letalu:



Sin. Pitot-Prandtlava cev. Prim. Bernoullijeva enačba, tlak.

Plinska enačba Enačba, ki podaja zvezo med tlakom, temperaturo in prostornino za **idealni plin**, ki je zaprt v posodi:

$$\frac{p \cdot V}{T} = \text{konst}$$

Konstanto lahko tudi izračunamo:

$$p \cdot V = \frac{m}{M} \cdot R_m \cdot T$$

- p ... tlak [Pa = N/m²]
- V ... prostornina [m³]
- m ... masa [kg]
- M ... molska masa plina [kg/kmol = g/mol]
- R_m ... splošna plinska konstanta [8314 J/kmol K]
- T ... temperatura [K]

Ulomek m/M je množina snovi n [kmol]:

$$p \cdot V = n \cdot R_m \cdot T$$

Druga oblika enačbe:

$$p \cdot V = m \cdot R \cdot T$$

Če levo in desno stran delimo z m, dobimo:

$$p \cdot v = R \cdot T$$

v ... specifična prostornina [m³/kg]

R je plinska konstanta, ki je odvisna samo od sestave plina in ima enoto [J/kgK]. Izračuna se po enačbi:

$$R = R_m / M$$

in je enaka razliki specifičnih toplot:

$$R = c_p - c_v$$

Plinska enačba je povzetek naslednjih zakonov:

- Boylov (Boyle-Mariottov) zakon pri T = const.
- Gay Lussacov zakon pri p = const.
- Amontonov zakon pri V = const.
- Avogadrov zakon V_m = 22,41 m³/kmol

Plinski zakoni Glej Plinska enačba, Boylov

(Boyle-Mariottov) zakon, Gay Lussacov zakon, Amontonov zakon, Avogadrov zakon.

Podmornica Delovanje podmornice pojasnjuje geslo Kartezijev plavač.

Podtlak Glej tlak.

Prandtlava cev Glej Pitotova cev.

Pretok Količina nekega fluida, ki preteče v določeni časovni enoti skozi izbran presek. Poznamo **masni** in **volumski** pretok, podrobneje glej istimenski gesli. Prim. Kontinuitetna enačba.

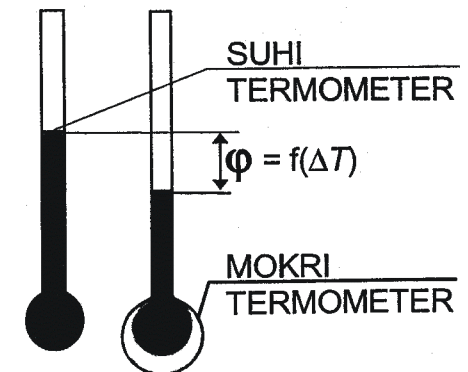
Primarni tlak Tlak, ki ga ustvari kompresor in je odvisen tudi od položaja meritve, zato ga lahko podrobneje razčlenimo na tlak **kompresorja**, tlak **v shranjevalniku** in tlak **v cevovodih do porabnikov**. Od regulatorja tlaka naprej pa imamo delovni tlak. Glej Tlak, Pnevmatika - osnovne naprave.

Prostorninski pretok Glej Volumski pretok.

Psihrometer Merilnik vlažnosti. Deluje na principu ugotovitve, da vlaga neprestano izpareva v zrak. Za izparevanje potrebna toplota se pri tem oddaja, **zato se vlažen predmet ohladi**. Na enak način reagira tudi naše telo: ko je vroče, se potimo (navlažimo svoje telo), znoj se uparja in na ta način **znižujemo temperaturo svojega telesa**.

Psihrometer sestavljata **dva termometra**:

1. Prvi termometer je **moker**, je **100% vlažen**. Ves čas merjenja moramo skrbeti za vzdrževanje te 100% vlažnosti. Prvi termometer izmeri T₁.
2. Drugi termometer, ki izmeri T₂, pa se nahaja **v okolju, katerega vlažnost merimo**. Imenujmo ga **suhi termometer**. S prislilnim kroženjem zraka okoli njega povečujemo natančnost meritve. Relat. vlažnost zraka je sorazmerna razliki T₂ - T₁:

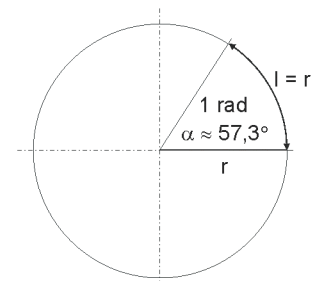


Prim. vlažnost, higrometer.

Radian Enota za merjenje ravninskega kota, kratka rad, tudi rd.

Definicija: središčni kot 1 rad na krogu odreže lok, ki je po dolžini enak polmeru kroga.

Pojasnilo: obseg kroga je enak 2 · π · r, torej je 2 · π rad enako 360°!
 1 rad ≈ 57,3°.



Pretvarjanje iz rad v ° in obratno:

$$\alpha [\text{rad}] = \alpha [^\circ] \cdot \pi / 180$$

$$\alpha [^\circ] = \alpha [\text{rad}] \cdot 180 / \pi$$

Primeri uporabe merse enote radian:

- za izračun dela pri vrtenju, glej geslo Delo, fiz.
- za izračun kotne hitrosti, kotnega pospeška ipd.

Relativna atomska masa Število, ki nam pove, kolikokrat je masa nekega atoma večja od atomske masne enote.

Za razliko od atomske mase je relativna atomska masa realno število, zapiše se **na nekaj decimalnih mest** natančno. Npr.: element B (bor) ima relativno atomsko maso 10,811.

Relativna atomska masa se običajno vnaša v periodni sistem elementov, pod ime elementa.

Relativna vlažnost Glej Vlažnost.

PNEVMATIKA

Absorbent Snov (učinkovina), ki **vsrka** (vpije vase, lahko tudi kemično veže) plin, tekočino, toplo, žarke. Primer absorbenta za plin: voda, ki vsrka amoniak. Vodo absorbira glicerol, kalcijev klorid CaCl_2 (kloralkalij), fosforjev pentoksid P_4O_{10} in **magnezijev klorid** MgCl_2 , ki veže 6 molekul vode: $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Ang. absorb: vsrkati. Sin. absorbens. Prim. higroskop.

Absorpcija **Vsrkavanje***, vpijanje, vpoj.

1. **Fiziološko**: sprejemanje, vpijanje snovi v tkiva ali skozi tkiva. Sin. resorpcija: ~ vitamina B, črvesna ~, enteralna ~, parenteralna ~, pomembni sta hitrost in stopnja absorpcije.

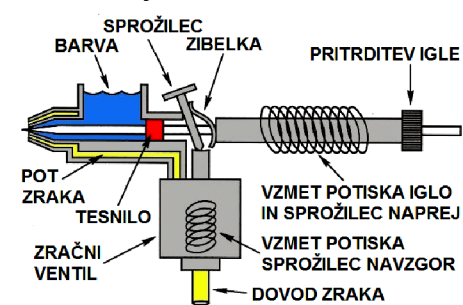
2. **Kemijsko: vgraditev** (prodiranje) **topila** v notranjost - **v kristalno rešetko** (molekulo) snovi. To je močna vezava, npr. hidrat $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Prim. kristalna voda, voda v farmaciji.

3. **Fizikalno**: zmanjšanje (izguba) energijskega toka ali toka delcev pri prehodu skozi snov: ~ toplote, ~ zvoka, ~ žarkov.

Adsorpcija Vežanje neke snovi **na površino** druge (adsorbenta) - npr. barvila pri prekristalizaciji na aktivno oglje. Razl. absorpcija. Prim. steklo.

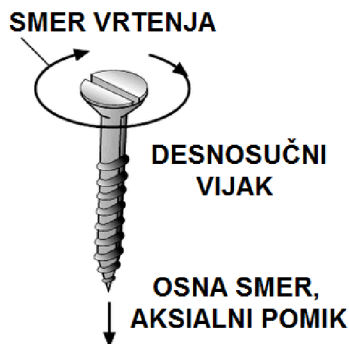
Adsorbent Snov (učinkovina), ki **na svoji površini** veže druge snovi ali delce. Npr. aktivno oglje, silicijeve spojine (**silikagel**) oz. silicijev dioksid SiO_2 , bela glina, magnezijev trisilikat [$\text{Mg}_2\text{Si}_2\text{O}_7 \cdot \text{XH}_2\text{O}$] in aluminijev oksid Al_2O_3 . Ang. adsorb: priskravati. Sin. adsorbens. Razl. absorbent. Prim. higroskop.

Airbrush Majhna in zelo natančna brizgalna pištola za nanašanje barve, s katero lahko ustvarjamo umetniške slike, med drugim tudičasne tattooje (2 - 5 dni). Za airbrush potrebujemo prenosno, majhen, lahek in tih kompresor z majhno tlačno posodo (~3L). Ang. airbrush: zračni čopič. Sin. brizgalna pištola za oblikovanje (dizajn).

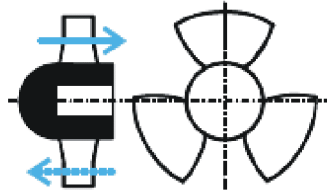


Aksialen **V smeri osi**, nanašajoč se na os, osen, vzporeden z osjo, vzdolžen. Primeri:

Aksialni ležaji prestrezajo sile, ki delujejo v smeri osi. **Aksialni kompresor** stiska zrak v smeri osi. Tudi turbina je lahko aksialna. Aksialna sila deluje v smeri osi - glej risbo ob geslu Ležaj. **Aksialni pomik** je pomik v osni smeri. Sin. **osovinski**.



Spodnja risba prikazuje možni smeri toka delovne snovi pri aksialnih ventilatorjih, črpalkah, turbinah, kompresorjih:



Prim. Radialen, Ventilator, Črpalka, Kompresor - aksialen.

Aksialni kompresor Glej Kompresor - aksialni. **Aktiviranje** Ustvarjanje sile, ki preklopi (spremeni) stanje npr. na kontaktnih ali na potnih ventilih.

Aktivirati - sprožiti.

Ker je kontakt obvezni **sestavni del** stikal, relejev, kontaktorjev, varovalk itd., je način aktiviranja zelo pomembna postavka. V splošnem ločimo:

1. **Fizično** aktiviranje (preklop) kontaktov, ki ga namensko povzroči človek: glej gesli Fizično aktiviranje (pojasnilo) in Stikala (simboli).

2. **Mehansko** (mehanično) aktiviranje kontaktov, ki ga s fizičnim kontaktom povzroči neki mehanski proces. Deluje podobno kot kontaktna končna stikala. Npr.: mejno stikalo z drsečim kontaktom, tlačno stikalo itd. glej gesli Fizično aktiviranje (pojasnilo) in Stikala (simboli).

3. **Brezdotično** aktiviranje kontaktov: glej istoimensko geslo.

Aktuator Premikalo. Naprava, ki neko **energijo** (električno, pnevmatično, hidravlično) **pretvarja v premikanje** (v mehansko delo), npr.:

- predmet **linearno premakne** - porine/povleče, dvigne/spusti, odpira/zapira (npr. delovni valji)
- ventil ali predmet **zavrti** - obrne/rotira (npr. zasučni cilindri, pnevmatični motorji, hidromotorji, elektromotorji, servomotorji, koračni motorji)
- predmet v neki legi **fiksira ali sprosti** - vpne/izpne ali prime/spusti (npr. pnevmatična prijemala, sesalna prijemala, delovni valji)

Motor je aktuator, ki **poganja**. Aktuatorji so nepogrešljivi **deli krmilnih ali regulacijskih sistemov**. Ang. actuate: premakniti, aktivirati.

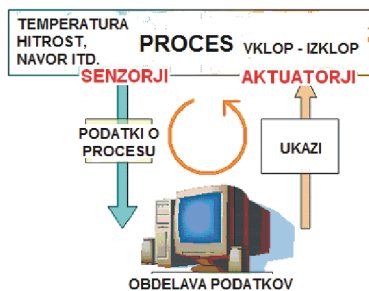
Primeri aktuatorjev glede na **vrsto signalov**:

- **pnevmatični cilindri** se uporabljajo kot prijemala, naprave za vpenjanje, za linearne premike itd., vhodni signal je **energija stisnjenega zraka**
- **hidravlični cilindri** se uporabljajo za dvigovanje, štancanje itd., vhodni signal je **tlak olja**
- aktuatorji z **vgrajenim električnim motorjem** (npr. servomotor), v tem primeru je vhodni signal **električna energija**

Glavni sestavni deli **računalniško nadzorovanih sistemov** so **SENZORJI** in **AKTUATORJI**:

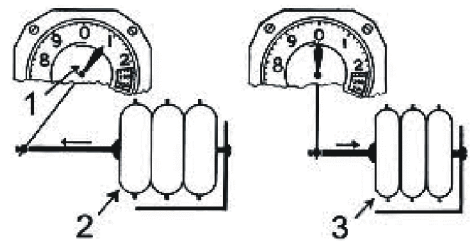
- **senzorji** so **vir podatkov** o sistemu (z njimi "tipamo" zunanji svet),
- **aktuatorji** pa so namenjeni za **ukrepanje**, so "podaljšana roka" za **izvajanje posegov** (z njimi "premikamo" zunanji svet).

Za svoje delovanje zahtevajo aktuatorji več energije, kot jim jo lahko dovajajo računalniki. Zato aktuatorji **potrebujejo posebno napajanje**, računalniki pa skrbijo za informacijski del krmilja:



Tehnološke procese vodimo preko **izvršnih členov**: ventilov, loput, motorjev, ventilatorjev, grelnikov itd., ki jih seveda **poganjajo aktuatorji**.

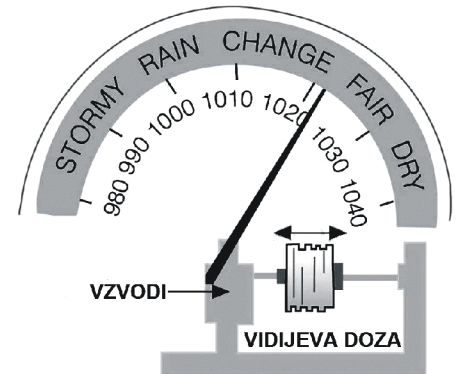
Altimeter Višinomer, naprava za merjenje zračne višine. Delovanje je podobno barometru, s tem da je skala obratna: nižji kot je tlak okolice, večja je višina. Najpogosteje deluje kot aneroid:



1 kazalec 2-3 aneroidna doza: 2 širša (manjši tlak okolice) 3 skrčena (pri večjem tlaku okolice)

Ambi- Predpona, ki pomeni: **oba hkrati**. Npr. ambicija (prizadevnost + slava), ambient (življenje + okolje) itd. Prim. bi-.

Aneroid Barometer, ki meri **relativni** zračni tlak, skala pa kaže **absolutni** zračni tlak. Je **kovinski** tlakomer (gr. anho - stisniti, Lucien Vidie 1843). Glavni sestavni del je vakuumsko zatesnjena **Vidijeva** (aneroidna) **doza**, v kateri je zračni tlak nekoliko znižan. Zaradi sprememb atmosferskega tlaka se Vidijeva doza **raztegne** ali **srkne** (kot harmonika), njeni premiki pa se prenesejo na kazalec:



Zaradi preprostega delovanja so aneroidni b. lahko **manjši** od drugih izvedb. Prim. barometer.

Antivalenca Negacija ekvivalence. Prim. Logične funkcije.

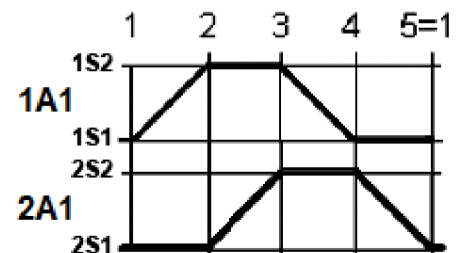
ASI Ang. Airspeed indicator - merilnik hitrosti zraka. Glej Pitotova cev.

Atmosferski tlak Tlak ozračja (~ 1 bar), odvisen od vremena, nadmorske višine itd. (navadno izražen v milibar, starejše oznake: torr ali mm Hg). Sin. atmosferski (zračni) pritisk. Prim. tlak, SI.

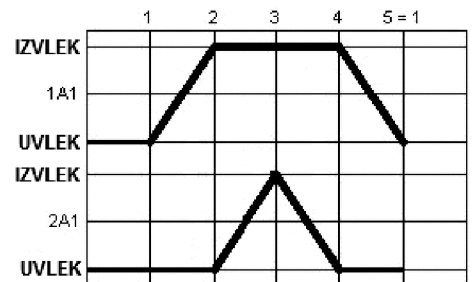
Avtomatična sklopka Glej Hitra spojka.

Avtomatični cikel Brezkončno ponavljanje nekega delovnega ciklusa, dokler je na razpolago dovolj energije. Pri dveh delovnih valjih ločimo:

- **zaporedni** cikel

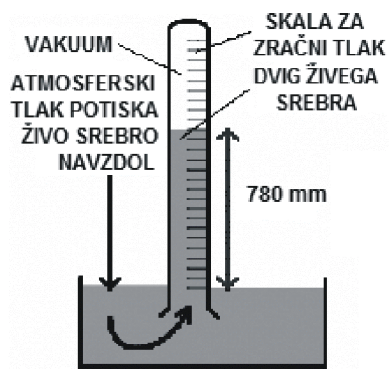


- **simetrični** cikel



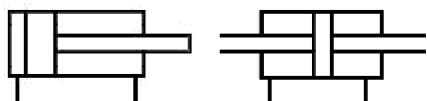
Avtomatizacija Pretvarjanje **ponavljajočih se** opravil v **samostojno**, rutinsko delo, **brez** sodelovanja **človeka**.

Barometer Naprava za merjenje **absolutnega** zračnega tlaka:



Živosrebrni barometer

Najpomembnejša tipa barometrov: **živosrebrni** in **aneroidni** (kovinski) barometer. Prim. Manometer. **Batni kompresor** Glej Kompresor - batni. **Batnica** Drog, ki je povezan z batom. Lahko veže tudi bate med seboj. Je pnevmatsko ali hidravlično **premočrtno gonilo**. Preko križnika je batnica lahko povezana z ojnico (npr. pri parni lokomotivi: parni cilindar - batnica - križnik - ojnica - kolo).



Enostranska (L) in dvostranska (desno) batnica

Sin. batni drog, batnik. Prim. ojnica. Slika: glej geslo Kompresor.

Bi- Predpona, ki pomeni: **dvakrat**. Prim. ambi-
Bistabilen Ki ima **dve stabilni stanji**. Po prenehanju delovanja sile, ki povzroča aktiviranje, **ostane** bistabilna naprava v zadnjem aktiviranem stanju. To stanje si bistabilna naprava zapomni in zato ji pravimo tudi **pomnilni člen**.

Pri bistabilnih napravah se lahko zgodi, **da mi ne vemo, katero je izhodiščno stanje!** Ob priklopu sistemov z bistabilnimi napravami na vir energije pa se lahko zgodi **NEPREDVIDENO DELOVANJE**. Pri delu z bistabilnimi napravami je torej potrebna še **POSEBNA PREVIDNOST**:

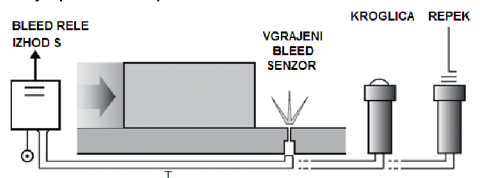
- proučiti je treba delovanje naprave v vseh možnih začetnih stanjih
- ugotovitve je potrebno zapisati v navodilih za uporabo, servisnih navodilih ipd.

Primeri bistabilnih naprav:

- bistabilno (preklopno) enopolno **stikalo**, npr. luč vklopimo z bistabilnim stikalom
- bistabilni in monostabilni **potni ventili** (pnevmatične naprave), glej geslo **potni ventili - stanja**
- običajni **releji** (kontaktorji) so monostabilni, obstajajo pa tudi bistabilni (preklopni)
- bistabilno vezje (glej **Flip-flop**),
- tudi zahtevnejši sistemi so lahko bistabilni

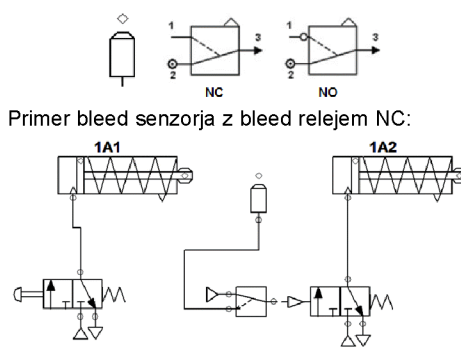
Prim. Potni ventil - stanja, Monostabilen.

Bleed sensor Senzor, ki zazna, da je njegovo ustje pokril nek predmet. Sin odzračevalni senzor.

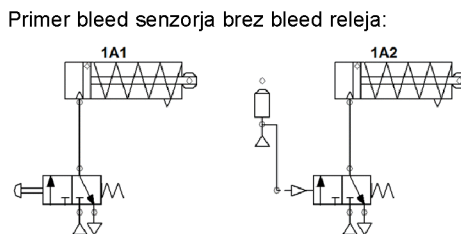


Bleeding lahko pomeni krvaveti, pri pnevmatiki pa pomeni puščanje, odzračevanje. Osnovna izvedba bleed sensorja ves čas svojega delovanja skozi svoje ustje prepušča (piha) stisnjeni zrak. Ko pa ga neki predmet povozi, se pretok zraka zmanjša in zato se poveča tlak v cevki do bleed sensorja. Povečanje tlaka zazna **bleed rele**, ki nato na svojem izhodu odda signal S. Vrsta signala je odvisna od vrste bleed releja, ki je lahko NC ali NO. Nekateri izvedbe bleed sensorjev ne puščajo zraka (ball roller - s kroglico, cat's whisker - z repkom), vseeno pa pride do povečanja tlaka.

Simboli za bleed senzor in bleed rele:



Primer bleed sensorja z bleed relejem NC:



Primer bleed sensorja brez bleed releja:

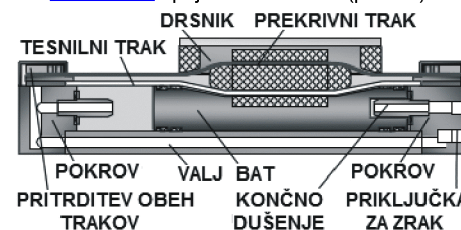
Blok ventilov Glej Ventilski blok.

Boolova algebra Algebra, ki jo je uvedel George Boole (1847). Glej Logične funkcije, Pravila stikalne algebre. Sin. preklopna (stikalna) algebra.

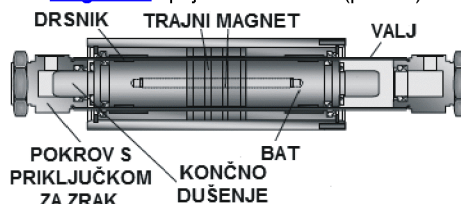
Bourdonova cev Zakrivljena in na koncu zamašena cev. Zaradi spremembe tlaka fluida v cevi se spremeni oblika cevi, premiki pa se prenesejo na skalo - glej sliko pod geslom Manometer. Up.: za merjenje tlaka.

Brezbatnični valj Pnevmatična delovna komponenta z linearnim pomikom bata, ki ne vsebuje batnice. Poznamo dve izvedbi:

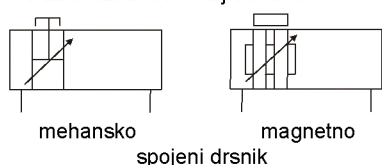
1. Z **mehansko** spojenim drsnikom (pahom):



2. Z **magnetno** spojenim drsnikom (pahom):



Simbola za brezbatnični valj sta dva:



spojeni drsnik

Brezbatnični valj v pogovoru pogosto imenujemo tudi linearno gonilo, lin. pogon, linearno vodilo.

Brezdotično aktiviranje Aktiviranje, ki ga **brez fizičnega kontakta** povzroči **proces**, ki ga krmilimo ali reguliramo. Če pa imamo v mislih tudi mehanično aktiviranje, uporabljamo skupni izraz **procesno aktiviranje**.

Z izrazom **brezdotično aktiviranje** direktno povežemo izraz **končno stikalo**.

Izraz pogosto up. pri **potnih ventilih**, pri **kontaktih** in **stikalih**. Ant. fizično aktiviranje.

CETOP Kratica za Comité Européen des Transmissions Oléohydrauliques et Pneumatiques, v angleščini European Fluid Power Committee. To je **evropsko strokovno združenje za fluide**, ki skrbi za standardizacijo in izobraževanje na tem področju. Je obenem tudi krovna organizacija za vsa nacionalna združenja.

Cevi za pnevmatično omrežje Cevovode v osnovi razdelimo na:

- **FIKSNE** (kovinske cevi), ki so bolj odporne na poškodbe, namenjene za večje sisteme in

• **GIBKE** (gumijaste ali plastične cevi), namenjene za krajše razdalje. Zaščitni zunanji **žični oplet** varuje gibke cevi proti morebitnim mehanskim poškodbam z zunanje strani. **Spiralna cev** se lahko prilagodi na različne dolžine, po uporabi pa je ni treba navijati.

Plastične cevi so izdelane predvsem iz poliamida (PA - trše, manj gibljive, težje jih izvlečemo iz priključka) in iz poliuretana (PU - mehkejše, bolj gibljive). Pogosto so **spiralne**, da niso moteče ob pogostem preklapljanju.

Fiksni cevovod s stisnjenim zrakom po DIN 2403 prepoznamo po **SIVI barvi**, čeprav so cevi za zrak v praksi pogosto pobarvane **modro** (po DIN 2403 je modra barva rezervirana za kisik) ali **zeleno** (po DIN 2403 je to voda). V pnevmatičnem omrežju ločimo **glavni vod** (ki je pri večjih omrežjih približno **vodoraven**) in **odvzeme** (ki so običajno **navpični**). Glavni vod je pri veliki porabi zraka **zaključen v zanko** - da zmanjšamo padeč tlak. Pri izdelavi pnevmatičnega omrežja upoštevamo:

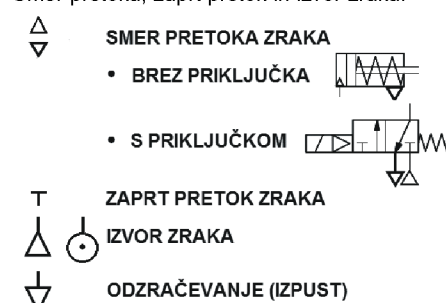
- glavni vod naj ima **načig** 1 - 2° v smeri toka zraka (razlog: da kondenzat odteka proti zbiralnemu kondenzatu)
- pravilno izvedeni odvzemi stisnjenega zraka so **na zgornji strani cevi** ("**labodji vrat**")
- na koncu vsakega navpičnega voda mora biti **zbiralnik kondenzata** in **ventil za izpust**, priključek za naslednjega porabnika pa **naj ne bo s spodnje strani** (zaradi kondenzata)

Vodi so lahko **DELOVNI** ali **KRMILNI**. Delovni vodi so na risbah označeni s polnimi črtami, krmilni pa s črtkanimi črtami:

Delovni vod Krmilni vod

Na pnevmatičnih napravah so **delovni vodi** običajno označeni z **eno številko** (po starem z eno črko), krmilni pa z dvema številkami (po starem standardu z eno črko). Dve številki za oznako krmilnega voda nam povedo, katera dva delovna voda želimo povezati, npr.: 12 - namen je povezati delovna voda 1 in 2; 10 - namen je zapreti vod 1.

Smer pretoka, zaprt pretok in izvor zraka:



Prim. Hitra spojka.

Cevni priključek Glej Fiting, Mufa, Pnevmatični cevni priključki, Hidravlični vodi.

Cikel Neko zaključeno obdobje dogajanj, ki se **redno ponavljajo**. Npr. dan, leto, mesečni cikel (polna luna, krajec, mlaj), sončni cikel, delovni, menstruacijski ~.

Stroji izvajajo ponavljajoča delovna opravila - **delovne cikle**. To so **vsaj stanja**, skozi katere naprava prehaja **do prve ponovitve**. Npr.:

- pri štiritaktnem motorju z notranjim zgorevanjem cikel sestavljajo 4 takti: sesanje - kompresija - ekspanzija - izpuh
- krmilni sistemi imajo delovne komponente, vsaka izvaja svoje opravilo (izvlek, uvlek, mirovanje, zasuk ipd.); kombinacija vseh opravil je korak; ko se korak ponovi, se zaključi cikel

Pri pnevmatičnih sistemih je zelo pomembno pravilno določiti delovni cikel pred risanjem diagrama pot-korak. Sin. ciklus.

Časovni člen Glej Pnevmatični časovni členi.

Časovni diagram Diagram, ki prikazuje funkcijski potek v časovnem merilu. Prikazuje medsebojni vpliv posameznih veličin **v odvisnosti od časa**:

Korak je nadomestek za čas in traja **od** neke spremembe gibanja do naslednje spremembe gibanja katerekoli delovne komponente v sistemu. Primeri za spremembo gibanja delovne komponente pa so:

- premik **iz mirovanja** (začetek izvleka ali uvleka),
- sprememba smeri gibanja (npr. izvlek → uvlek),
- **ustavitev** premikanja (konec izvleka ali uvleka).

Korak je torej lahko premik ali mirovanje. Konec trenutnega koraka je začetek naslednjega koraka. Trenutni začetka in konca vsakega koraka imenujemo **meja koraka**. Število mej korakov v nekem delovnem ciklu je vedno za eno večje kakor številko korakov.

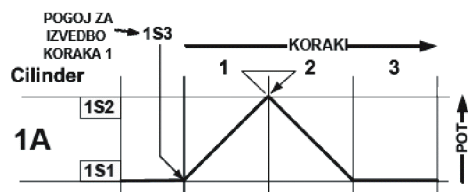
Če v sistemu ni nobene spremembe gibanja, potem se korak sploh ni začel!

V bistvu je korak časovna veličina, le da ga tako kot pot rišemo brez dimenzij [1]. Razdalje med mejnimi točkami so vedno enake, ne glede na dejansko dolžino trajanja posameznega koraka. Takšen način risanja diagramov pot-korak nam olajša razumevanje delovanja krmilnih sistemov.

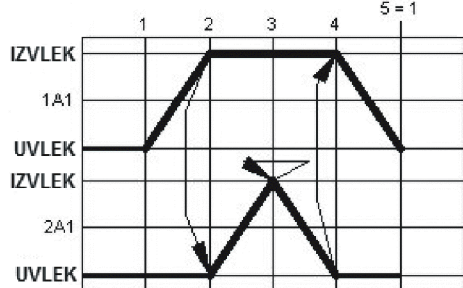
Korake rišemo zaporedno na abscisi (x os), dokler niso vsi aktuatorji ponovno v začetnem položaju - takrat se zaključí cikl, ki se ponavlja. Zadnji korak v ciklu označimo tako, da ga izenačimo z začetkom prvega koraka, npr. 5=1.

NAČIN ŠTEVILČENJA KORAKOV

Oštevilčimo lahko celotno dolžino vsakega koraka (obdobja) ali pa meje korakov (trenutke začetka in konca koraka):



Oštevilčenje dolžin korakov (obdobja)



Oštevilčenje mej korakov (točke)

Večina literarnih virov oštevilči meje korakov oziroma mejne točke (spremembe gibanja), zaradi boljše preglednosti. Tako bomo označevali korake TUDI MI. Zapomniti pa si moramo, da korak 1 traja od točke 1 do točke 2 itd.

POGOJI ZA VKLOP KRMILJA

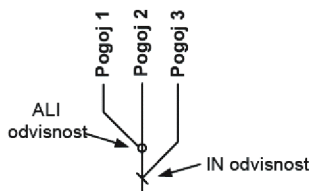
Vprašujemo se, kaj sproži izvajanje cikla. Zanima nas fizično aktiviranje, ki je namenska človekova aktivnost.

Oznaka pogoja za sprožanje je črta s puščico, ki se začne zven diagrama pot-korak. Črta s puščico dodamo še ime potnega ventila.

- Za monostabilne ventile velja:
 - oznaka 1S1 pomeni, da potni ventil 1S1 aktiviramo in ga držimo v aktiviranem stanju;
 - oznaka 1S1 pa pomeni, da potni ventil 1S1 ni aktiviran oz. da smo ga vrnili v osnovno stanje (prenehanje aktiviranja, delovanje vzmeti)

Oznaka 1S1 za bistabilni ventil pa pomeni, da smo ga aktivirali in takoj nato spustili. Pri avtomatičnih delovnih ciklih narišemo še črto, ki povezuje zadnji korak v ciklu s prvim. Dodamo še ime ustreznega končnega stikala.

Včasih je potrebno za vklop izpolniti več pogojev naenkrat. V tem primeru vrišemo v diagram pot-korak tudi logične odvisnosti, npr.:



Razumevanje olajšajo tudi posebni simboli:

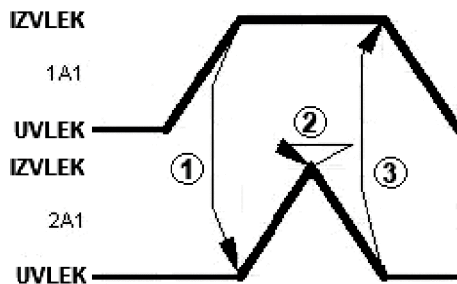
- ⊕ VKLOP
- ⊖ IZKLOP
- ⊕/⊖ VKLOP/IZKLOP
- ⊕ AVTOMATIZEM
- ⊕/⊖ DVOROČNI VKLOP
- ⊕/⊖ IZBIRNO STIKALO
- ⊕ IZKLOP OB NEVARNOSTI

KONČNA STIKALA

Končna stikala se aktivirajo, ko je proces že sprožen. Prikazujejo medsebojne vplive med aktuatorji ali vpliv nekega aktuatorja samega nase.

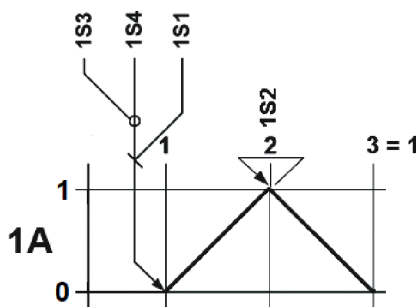
Oznaka za avtomatično aktiviranje je prav tako črta s puščico, vendar se črta začne na delovnem gibu enega od aktuatorjev. Črta s puščico dodamo še številko ali ime končnega stikala.

Na spodnjem diagramu prikazane puščice opisujejo naslednje povezave med gibi valjev:



- 1 - izvlek cilindra 1A1+ aktivira končno stikalo, ki sproži izvlek 2A1
- 2 - izvlek cilindra 2A1+ aktivira končno stikalo, ki sproži uvlek 2A1 (samega sebe)
- 3 - uvlek cilindra 2A1- aktivira končno stikalo, ki sproži uvlek 1A1

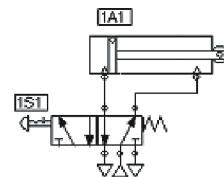
Če se odločimo za imena krmilnih členov (potnih ventilov, končnih stikal), tedaj jih vedno navajamo brez dodatnih znakov + ali -, ker ta dva znaka uporabljamo le za delovne komponente. Zaradi boljše preglednosti lahko pišemo oznake krmilnih členov in pogojev navpično, npr.:



Pri opisovanju pogojev moramo biti natančni, saj lahko vsaka nenatančnost povzroči napake pri načrtovanju krmilja.

Opisan način označevanja krmilnih členov včasih ne zadošča za razumevanje diagrama pot-korak. V takih primerih dodamo še krmilni diagram. Tako dobljeni funkcijski diagram pa nam daje dovolj jasne informacije.

Diagram pot-korak, primeri Preprost primer 1 - nariši diagram pot-korak za preprosto pnevmatično vezje:



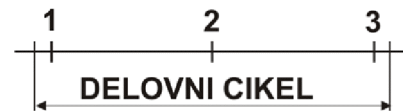
Najprej pogledimo napačne pristope, da opozorimo na najpogostejše začetniške napake. Šele nato sledi prikaz pravilne rešitve.

Napačen pristop 1:

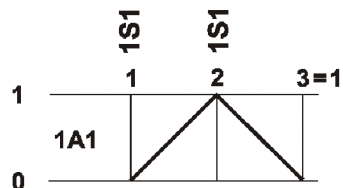
Delovni cikl zapišemo skrajšano:

1A1+, 1A1-

Brez razmisleka nadaljujemo. Določimo si celovni cikl, ki se ponavlja:



Dobili smo 2 koraka, 3 točke, velja 3=1. Potni ventil 1S1 sproži izvlek in tudi uvlek. Diagram pot-korak pa izgleda tako:



Kaj smo naredili narobe?

1. Aktiviranje potnega ventila 1S1 sproži izvlek, uvlek pa sproži 1S1. Pri točki 2 je namesto 1S1 treba vpisati 1S1 v diagram pot-korak.
2. Delovni valj 1A1 lahko tudi obstane v izvlečenem stanju, kar pa iz tega diagrama pot-korak ni razvidno.

Napačen pristop 2:

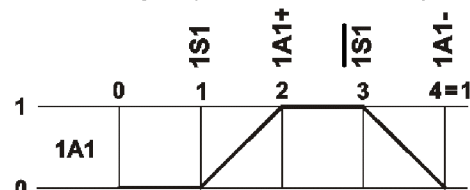
Za zgornje pnevmatično krmilje zapišemo korake: 0 ... začetno stanje

- 1 ... aktiviranje 1S1, bistabilni potni ventil
- 2 ... popolni izvlek dvosmernega valja 1A1+
- 3 ... vračanje bistabilnega potnega ventila v osnovno stanje 1S1
- 4 ... popolni uvlek dvosmernega valja 1A1-

Določimo si delovni cikl, ki se ponavlja:



Narišemo diagram pot-korak za dano krmilje:



Za boljšo preglednost in lažje razumevanje smo si nad vsakom korakom zapisali kratico, ki nas opomni, kaj je povzročilo korak z dano številko.

Sedaj analiziramo zgornji diagram pot-korak, komentiramo in iščemo napake:

- od 0 do 1 ni v sistemu nobene spremembe, torej se korak sploh ni začel; razen tega v osnovnem stanju sistem ne daje učinka, ta korak je odveč
- od 2 do 3 se ni premaknila nobena komponenta, pa vendarle ta korak ni odveč - saj imamo tako v točki 2 kot tudi v točki 3 spremembo gibanja; v izvlečenem stanju pa pričakujemo učinek, npr. vpenjanje obdelovanca ipd.
- 1A1+ in 1A1- se ne piše kot pojasnilo nad številkami korakov, saj je to opis poti, ki je že vnešen na ordinati

PRAVILNO se naloge lotimo tako, da najprej poskušamo zapisati skrajšani zapis delovnega cikla:

1A1+, 1A1-

Na prvi pogled imamo samo tri spremembe gibanja: izvlek 1A1, uvlek 1A1 in ustavljanje 1A1. To bi

Ferdinand Humski

pomenilo le 3 korake.

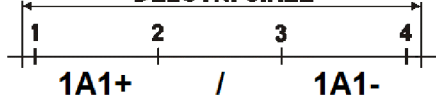
Vendar, naš valj v izvlečenem stanju opravlja **koristno aktivnost** (npr. vpenjanje obdelovanca), razen tega pa naloga **ne zahteva uvlek takoj po izvleku valja**.

Pravilno bomo sklepali, če bomo med 1A1+ in 1A1- **dodali še eden korak**, ki pa ne povzroči nobene poti. Skrajšani zapis bo bolj jasan, če ga bomo zapisali tako:

1A1+, /, 1A1-

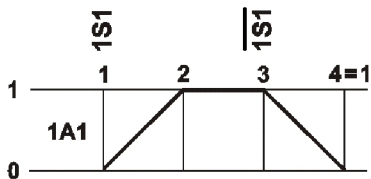
Poševnica / pomeni, da v tem koraku ni nobene delovnega giba. Definiramo še delovni cikel:

DELOVNI CIKEL



Imamo torej 3 korake in 4 mejne točke, $4 = 1$. Določimo še vzroke za posamezne korake cikla:
 1 - 1S1
 2 - / (samo dokončni izvlek 1A1+, nič drugega)
 3 - 1S1
 4 = 1

Sedaj pa lahko narišemo diagram pot-korak:

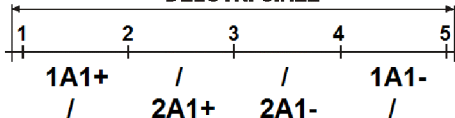


Primer 2 - narišimo osnovni diagram pot-korak (brez oznak za krmilne člene in pogoje) za dva delovna valja, če je skrajšani zapis naslednji:

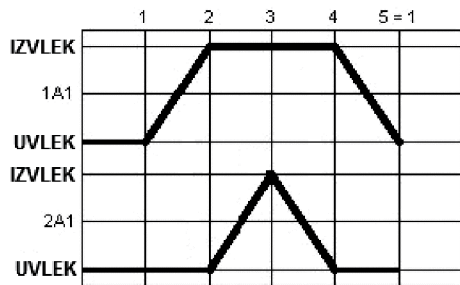
1A1+, 2A1+, 2A1-, 1A1-

Najprej se izvleče prvi, nato drugi, sledi uvlek drugega in uvlek prvega valja. Imamo **štiri korake** in torej **pet točk**. Narišimo si delovni cikel tako, da vsak valj zapišemo v svojo vrsto, vnesemo tudi znak za mirovanje delovnih valjev:

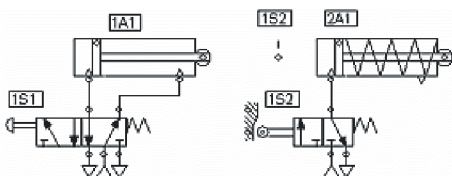
DELOVNI CIKEL



Peta mejna točka je enaka prvi in nato sledi periodično ponavljanje. **CIKEL** je določen, narišemo lahko tudi diagram pot-korak:



Primer 3 - risanje diagrama pot-korak za dva aktuatorja (1A1 in 2A1):

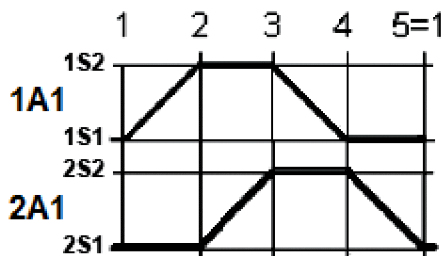


Takoj opazimo, da gre za **ročni cikel**, saj se se ta sistem ne bo sam od sebe ciklično ponavljal. Za vsako ponovitev bo potrebno znova aktivirati potni ventil 1S1.

Najprej zapišemo delovni cikel skrajšano:

1A1+, 2A1+, 1A1-, 2A1-

Imamo 5 korakov, $5=1$. Poskusno narišemo diagram pot-korak brez krmilnih pogojev:



Proučujemo diagram in ugotovimo nelogičnosti pri koraku 3:

- ni nujno, da začetek uvleka 1A1- sovpada s koncem izvleka 2A1+
- začetek uvleka 1A1- mora **takoj** (ne pa šele v naslednjem koraku) sprožiti začetek uvleka 2A1-

Ker se 1A1- in 2A1- zgodita istočasno, ju pišemo **enega pod drugega**:

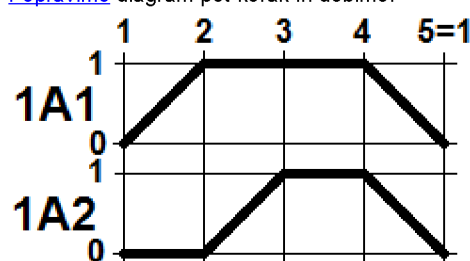
1A1+, 2A1+, 1A1-, 2A1-

Izvlečeno stanje 2A1+ je za sistem pomembno, zato ga bo treba narisati. Dodatno si red naredimo še tako, da **vsak delovni valj pišemo v svojo vrsto**. Skrajšano je to tako:

1A1+, /, /, 1A1-, 2A1+, /, 2A1-

Pravilno število mejnih točk je torej 5 in $5=1$.

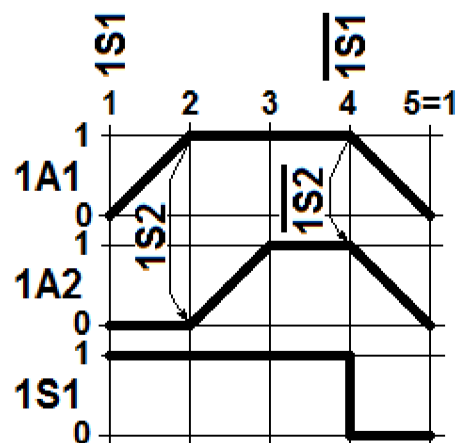
Popravimo diagram pot-korak in dobimo:



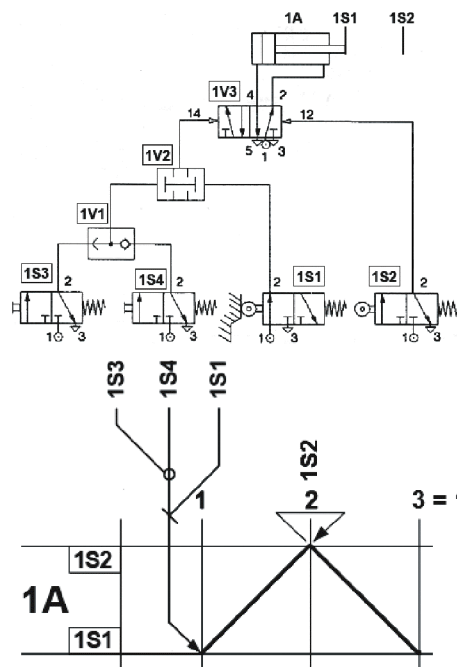
Določimo še **vzroke** za posamezne mejne točke v ciklu:

- 1 - 1S1
- 2 - 1S2, končno stikalo
- 3 - / (samo dokončni izvlek 1A2+, nič drugega)
- 4 - 1S1 sproži končno stikalo 1S2

Sedaj pa lahko narišemo diagram pot-korak z vsemi potrebnimi oznakami. Zaradi jasnosti dodamo **še krmilni diagram**, oba diagrama skupaj sta funkcijski diagram:



Primer 4 - risanje diagrama pot-korak za krmilje, pri katerem mora biti **izpoljenih več pogojev hkrati**, da se sproži prvi korak:



Pogoj za start (prvi korak):

$$START = (1S3 + 1S4) \cdot 1S1$$

povedano z besedami:

START je enako (1S3 ALI 1S4) IN 1S1

Oklepaji so pri tem zelo pomembni, saj bi brez njih imela prednost logična funkcija IN.

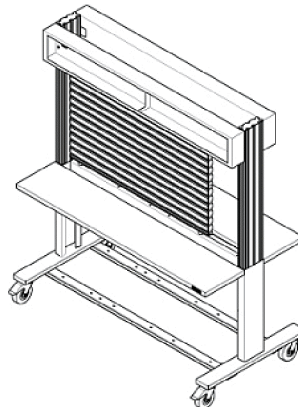
Tretji korak je obenem tudi prvi, kar pomeni, da se izvlek in uvlek delovnega valja neprestano ponavljata, dokler je pritisnjena ena od tipk: 1S3 ali 1S4. Temu pravimo **avtomatski cikel delovanja dvo-smernega delovnega valja**.

Črta s puščico v obliki trikotnika (nad korakom 2) pomeni **obrat** oz. **spremembo gibanja batnice** - izvlek batnice sproži končno stikalo, ki nato "pošlje" batnico takoj nazaj v uvlek. Za boljše razumevanje primerjaj diagram pot-korak s shemo.

Diagrami gibanj Diagrami, ki prikazujejo, kako deluje neki krmilni ali regulacijski sistem. To so:

- Diagram **pot-korak** (prikaz delovnih komponent)
- Diagram **pot-čas** (prikaz delovnih komponent)
- **Krmilni** diagram (prikaz dajalnikov signalov)
- **Funkcijski** diagram (prikaz vsega skupaj)

Didaktična tabla Učni pripomoček, ki je v pomoč učitelju in učencem pri obravnavi nove učne snovi. S pomočjo didaktične table naredi učitelj pouk bolj nazoren, učenci pa lažje, hitreje in bolje dojemajo nove učne pojme. Npr. didaktična tabla za elektrotehniko, pnevmatiko, hidravliko itd..



Direktno krmiljenje aktuatorjev Glej Neposredno krmiljenje aktuatorjev.

Disjunkcija Trditve, ki vsebuje dve ali več možnosti, ki se medsebojno izključujejo. V zvezi z logičnimi operacijami: **ALI** logična funkcija. Prim. Logična funkcija, Konjunkcija, Negacija.

Dobava zraka Glej Kompressor. Sin. zmogljivost kompresorja.

Drog

1. **Dolg in raven**, v prerezu navadno okrogel predmet, ki se rabi kot nosilec, opornik, orodje. Npr. podporni ~, telefonski ~, zabiti ~ v zemljo itd.

2. Jekleni **palcici** podoben predmet kot del različnih

strojev. Npr. zavorni ~, pogonski ~ itd.

Drсни ventil Glej geslo Ventili - konstrukcijski principi.

Dušenje cilindrov (delovnih valjev) Glej geslo Končno dušenje cilindrov.

Dušilni ventil Glej Tokovni ventili.

Dvojni nepovratni ventil Glej Zaporni ventil in znotraj tega gesla Izmenični nepovratni ventil.

Dvosmerni delovni valj Simbol, osnovne lastnosti in pojasnila → glej geslo Pnevmatični cilindri.

Pri izračunu sile na batnici F se razlikujeta dva obremenitvena primera: **izvlek** in **uvlek**. Uporabimo lahko približno vrednost tlaka za "zračno blazino" $p_2 = 2-3 \text{ bar}$, sila F_{p2} torej znaša nekje od 0,15 do $0,20 \cdot F_{p1}$.

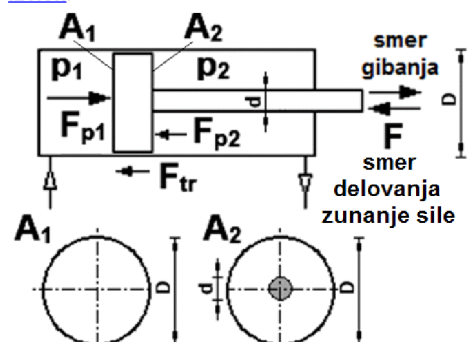
Vpliv zračne blazine se zmanjša:

1. Če je **batnica obremenjena**. Zaradi obremenitve se zmanjša hitrost batnice in zato ima tlak p_2 dovolj časa za odzračevanje.

2. Če priključimo **hitroodzračevalni ventil**.

Na spodnjih risbah narisana zunanja sila F je pri enakomernem gibanju enaka bremenu, ki ga delovni valj premaguje, npr. dvigovanje neke mase ipd. F je reakcija na F_b , zato sta sili enaki po velikosti in nasprotni po smeri. Smer delovanja zunanje sile F je nasprotna smeri gibanja batnice.

Izvlek:



Površina leve strani bata A_1 je krog. Površina desne strani bata A_2 pa je kolobar, ker moramo odšteti površino batnice.

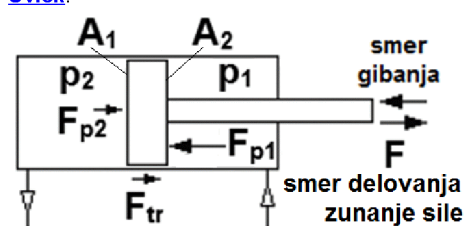
Predpostavimo, da je gibanje batnice enakomerno in zato velja 1. Newtonov zakon:

$$\sum F_i = 0$$

$$F = F_{p1} - F_{p2} - F_{tr} = F_b \text{ [N]}$$

Pri izvleku velja $F_{p1} = p_1 \cdot A_1$ in $F_{p2} = p_2 \cdot A_2$

Uvlek:



$$F = F_{p1} - F_{p2} - F_{tr} = F_b \text{ [N]}$$

Pri uvleku velja $F_{p1} = p_1 \cdot A_2$ in $F_{p2} = p_2 \cdot A_1$

Pojasnilo veličin:

d ... premer batnice [cm]

D ... premer bata [cm]

F ... zunanja sila, reakcija na F_b

F_b ... sila na batnici, rezultanta sil F_{p1} , F_{p2} in F_{tr}

F_{p1} ... tlačna sila (pritisk, potisna sila) [N] zaradi p_1

F_{p2} ... sila zaostalega tlaka [N] zaradi tlaka p_2

F_{tr} ... sila trenja (je vedno nasprotna gibanju) [N]

p_1 ... delovni tlak dotekajočega zraka [N/cm²]

p_2 ... zaostali tlak, tlak iztekajočega zraka oziroma tlak "zračne blazine" [N/cm²]

A_1 ... površina bata, $\pi \cdot D^2/4$ [cm²]

A_2 ... površina bata brez površine batnice, $(\pi \cdot D^2/4 - \pi \cdot d^2/4)$ [cm²]

Pojasnilo indeksov:
1 ... stisnjeni zrak na vstopu v valj
2 ... zračna blazina

Praktični izračuni pokažejo, da je pri najvišjih tla-

kih ($p_1 \approx 9 \text{ bar}$, $p_2 \approx 3 \text{ bar}$) sila F približno 40% manjša od sile F_{p1} , tako pri uvleku kakor tudi pri izvleku. Če nam torej zadostuje le **približni izračun** minimalne sile, ki jo daje aktuator, tedaj lahko računanje poenostavimo:

$$F \approx 0,6 \cdot F_{p1} \text{ [N]}$$

Pri tem ne pozabimo, da moramo F_{p1} posebej računati za izvlek in posebej za uvlek.

Delovanje dvosmernega delovnega valja z nastavljenim končnim dušenjem je opisano pod geslom Končno dušenje cilindrov, simbol pa je narisana pod geslom Pnevmatični cilindri.

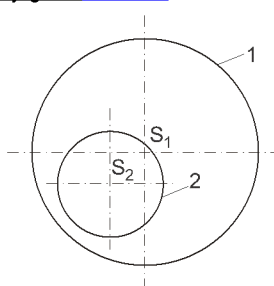
Dvostranski delovni valj → Pnevmatični cilindri.

Dvostransko delujoči signal → Škarjasti signal.

Dvotlačni ventil Glej Zaporni ventili.

Efektivna zmogljivost Glej Kompresor.

Ekscenter Mehанизem, ki se vrti okrog osi, ki **ne gre skozi** njegovo **središče**. Primer:



Ekscentrična kroga

Na zgornji risbi je S_1 središče kroga 1, S_2 pa središče kroga 2. Če se krog 1 vrti okrog središča S_2 in si pri tem krog 2 zamislimo kot čep, je to že ekscentrični mehanizem. Dvokratna razdalja med S_1 in S_2 je **ϕ nihajnega kroga** (velikost ekscentra).

Ekscentri se v tehniki pogosto uporabljajo, npr.:

- pri ročno vodenem brušenju in poliranju (ekscentrični brusilnik, polirka),
- pri delovnih ali vpenjalnih mehanizmih (npr. spajanje plošč pri mizarstvu),
- pri spreminjanju krožnega gibanja v premočrtno (odmične gredi, pogonski izsredniki ipd.)
- pri spreminjanju premočrtnega gibanja v krožno (ojnice ipd.)
- pri lamelnih kompresorjih in črpalnah

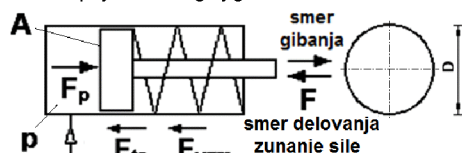
Poznamo tudi bolj zapletene ekscentre:

- namesto kroga 1 si lahko zamislimo notranje, na krogu 2 pa zunanje ozobje
- namesto krogov 1 in 2 si lahko zamislimo drugačne oblike (elipse ipd.)

Sin. izsrednik. Prim. Koncentričen, Izsrednost. V povezavi z geometričnimi tolerancami glej **Soosnost**.

Ekvivalenca Enakovrednost, kar je po vrednosti enako drugemu. Prim. Logične funkcije.

Enosmerni delovni valj Simbol, osnovne lastnosti in pojasnila → glej geslo Pnevmatični cilindri.



F je sila na batnici, ki je pri enakomernem gibanju enaka bremenu, ki ga delovni valj premaguje, npr. dvigovanje neke mase ipd. F je reakcija na F_b , zato sta sili enaki po velikosti in nasprotni po smeri. Smer delovanja zunanje sile F je **nasprotna smeri gibanja batnice**.

Predpostavimo, da je gibanje batnice enakomerno in zato velja 1. Newtonov zakon:

$$\sum F_i = 0$$

Izračunamo silo na batnici F:

$$F = F_p - F_{tr} - F_{vz} = F_b \text{ [N]}$$

Če upoštevamo ~10% izgube sile zaradi trenja in ~10% sile zaradi vzmeti, potem lahko enačbo poenostavimo za hitrejšo računanje:

$$F \approx 0,8 \cdot F_p \text{ [N]}$$

Pri tem velja: $F_p = p \cdot A$

Pojasnilo veličin:

D ... premer bata [cm]

F ... zunanja sila, reakcija na F_b

F_b ... sila na batnici, rezultanta sil F_{p1} , F_{p2} in F_{vz}

F_p ... pritisk (potisna oz. tlačna sila) [N] zaradi delovnega tlaka p

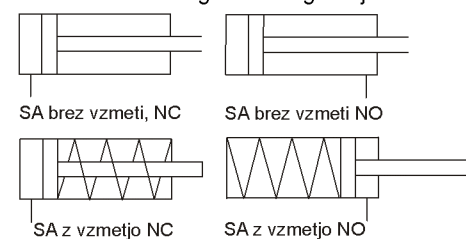
F_{tr} ... sila trenja [N] (je vedno nasprotna gibanju)

F_{vz} ... sila vzmeti [N]

p ... delovni tlak dotekajočega zraka [N/cm²]

A ... površina bata, $\pi \cdot D^2/4$ [cm²]

Izvedbe enosmernega delovnega valja:



SA-single acting NC-normally closed (spring return oz. vzmet vrača), NO - normally opened (spring extend oz. vzmet širi)

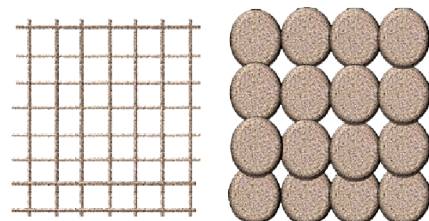
Enosmerni dušilni ventil Glej Tokovni ventili.

Enosmerni ventil → Zaporni, Tokovni ventili.

Enote za pripravo zraka Glej pojasnilo pod geslom Priprava zraka, Prim. Pnevmatika - osnovne naprave po skupinah.

Filter

1. Porozna snov ali naprava, ki pri pretoku fluida (dim, plin, tekočina) **zadrži sestavine določenih velikosti ali lastnosti**. V splošnem so filtri vlaknasti ali sintrani:



VLAKNASTI FILTER

SINTRANI FILTER

Prim. Filter - hidravlika, pnevmatika, Sintranje.

2. Snov ali naprava, ki **izloči elektromagnetna valovanja** določenih valovnih dolžin ali določenih smeri nihanja.

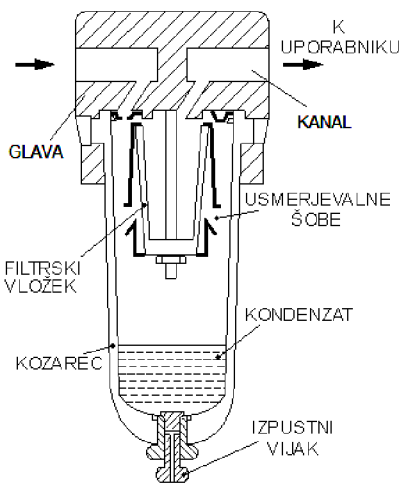
3. Prostor, navadno za preoblačenje, ki **deli kontaminiran** ali nečisti **prostor od nekontaminirane** ga ali čistega, zlasti **pri operacijskih dvoranah** in oddelkih za intenzivno terapijo.

Filter - pnevmatika V pnevmatičnem omrežju filter izloča mehanske primesi in vlago. Filter deluje na dva načina:

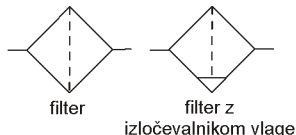
1. Stisnjen **zrak** na vhodu steče skozi usmerjevalne šobe in **se zvrtniči**. Centrifugalna sila usmeri **tekočinske in večje delce** nečistoč **na steno** posode, kjer **spolžijo na dno**.

2. **Manjši delci** se očistijo s pretokom skozi porozni filter **skozi vložek**, ki je lahko **papirnat** (zamenljiv) ali pa je primeren za **večkratno čiščenje** (iz sintranelega poroznega materiala).

Premeri por filterkega vložka so določeni glede na zahtevano stopnjo čistosti zraka:
normalna čistost 23 - 40 µm
fina čistost 12 - 20 µm
zelo fina čistost 5 - 10 µm
Glede na uporabo pnevmatičnih sistemov (rudarstvo, prehrabna industrija, zdravstvo ...) se filtri razdelijo na 7 kakovostnih razredov.



Običajno je filter kombiniran v istem ohišju z regulatorjem tlaka. Simbol:



Vzdrževanje: gl. geslo Pnevmatika - vzdrževanje.

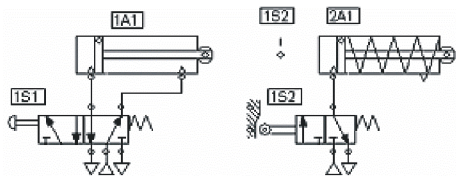
Fizično aktiviranje Namerno aktiviranje, za katerega je predvideno, da ga povzroči **človek**, brez vplivov procesa, ki ga krmilimo ali reguliramo.

Simboli za fizično aktiviranje predvidevajo predvsem naslednje možnosti: **s pritiskom**, **z zasukom** **s potegom**, **ročno** ali **nožno**. Izraz pogosto up. pri **potnih ventilih**, pri **kontaktih** in **stikalih**. Ant. procesno aktiviranje (mehansko ali brezdotično).

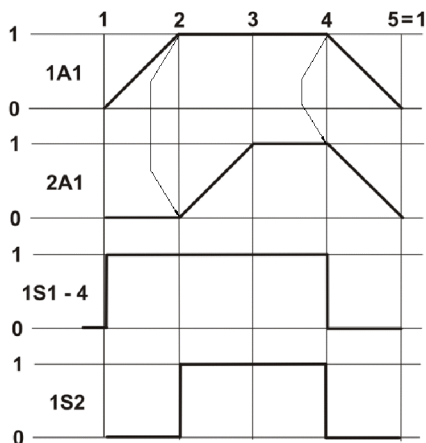
Fluid Snov, **ki se** lahko **pretaka**, npr. tekočine in plini. Izraz izvira iz ang. fluid - tekoč, plinast.

Funkcijski diagram Diagram, ki prikazuje celotno funkcijo krmilja: diagram pot-korak in krmilne diagrame **za vse dajalnike signalov**.

Za **eden potni ventil** praviloma rišemo samo **eden krmilni diagram**, tudi če je izhodov več. Imamo naslednje pnevmatično vezje:



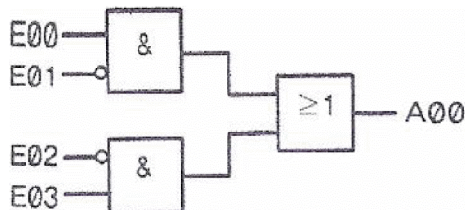
Narišimo funkcijski diagram za to vezje:



Čeprav priključki obeh potnih ventilov na shemi niso oštevilčeni, pa vseeno poznamo standarde - zato dobro vemo, kateri je priključek št. 4 za potni ventil 1S1.

Prim. Diagrami gibanj, Diagram pot-čas.

Funkcijski načrt Procesno orientiran prikaz krmilne naloge. Krmilno nalogo lahko prikazuje z bistvenimi lastnostmi (**groba struktura**) ali s potrebnimi podrobnostmi (**podrobna struktura**). Prikazuje lahko tudi časovno odvisnost posameznih funkcij. Za izdelavo funkcijskega načrta uporabljamo simbole v skladu z DIN 40900 ali IEC.



Iz funkcijskih načrtov izdelamo ladder diagrame. **Glušnik** Naprava, ki duši hrup, ki ga povzročajo izpušni plini pri zgorevalnih motorjih. Tudi majhen valjast predmet, ki se za zmanjšanje hrupa privije v odračevalne priključke potnih ventilov.

Gradnik V tehniki s tem izrazom pogosto mislimo na osnovni sestavni del, s katerim sestavljamo celoto: ~ pnevmatičnega (hidravličnega) omrežja.

GRAF CET Francoska kratica **GRA**phe **Fon**ctionnel de **Com**mande **E**tapes/**T**ransitions.

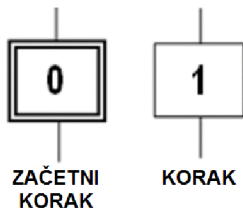
To je način načrtovanja in prikaza delovanja avtomatiziranih sistemov, ki **ni odvisen od tehnične izvedbe** - namenjen je lahko za električne ali pnevmatične ali hidravlične itd. naprave.

GRAF CET je grafično orodje za opisovanje **korčnih krmilij** in je v bistvu posebna vrsta diagrama poteka, ki uporablja **standardizirane simbole** po EN 60848:2002-12. Pomaga nam pri organizaciji in **sistemizaciji** našega strokovnega dela. Uporabljamo ga lahko tako za predstavitev velikih sistemov kot tudi za prikaz podrobnosti.

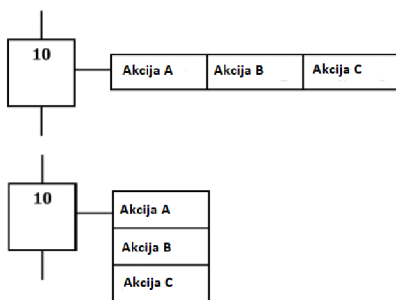
GRADNIKI GRAFCET-a so:

- **korak** s pripadajočo **akcijo**,
- **prehod** s pripadajočim **pogojem**,
- **povezave** med koraki in prehodi.

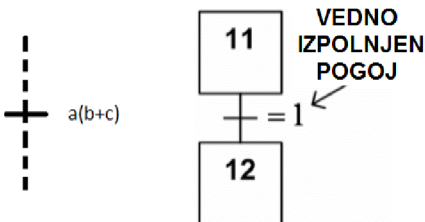
Korak je pravokotne oblike, označen s številčno ali črkovno oznako.



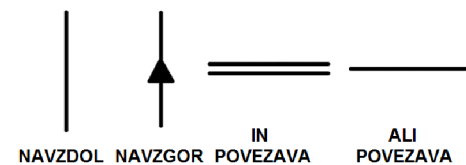
Vsakemu koraku je prirejena akcija



Prehod je vodoravna črtica na povezavi. Vedno je označena s pripadajočim pogojem.



Povezave prikazuje spodnja risba.



PRAVILA GRAFCET-a:

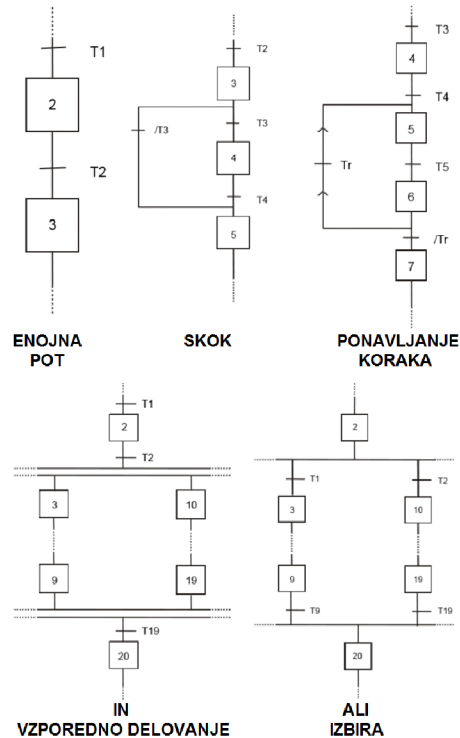
1. Začetni korak je lahko samo eden.
2. Prehod je omogočen samo takrat, ko so vsi predhodni koraki aktivni.
3. Korak postane aktiven, ko je izpolnjen pogoj za prehod pred njim. Aktiven ostane, dokler ni izpolnjen pogoj za prehod na naslednji korak.

Takrat se deaktivira, naslednji korak pa postane aktiven.

4. Sočasni prehodi se izbrišejo hkrati.

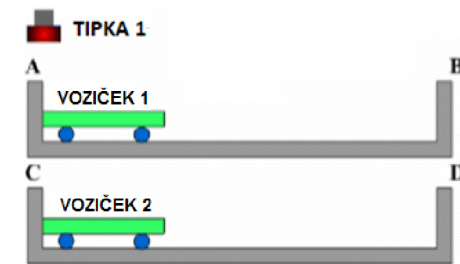
5. Sočasni koraki se aktivirajo ali deaktivirajo hkrati s prioriteto na aktiviranju.

OSNOVNE STRUKTURE:

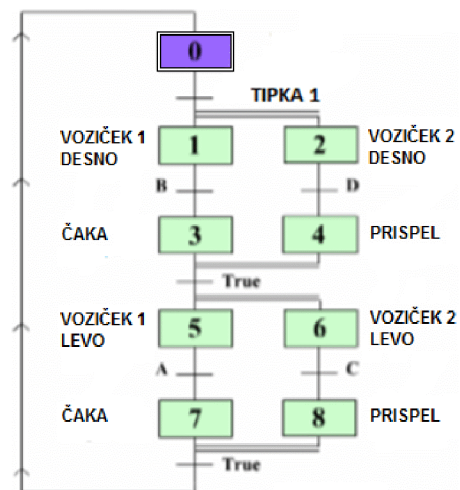


Primer rešene naloge:

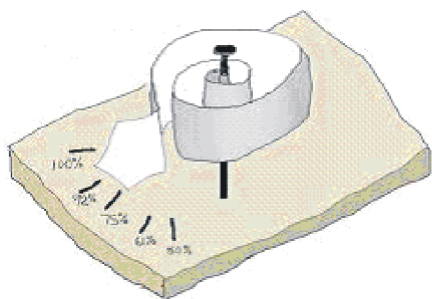
Dva vozička naj se zmenično premikata levo - desno med označenimi mejami A, B, C in D tako dolgo, dokler je vklopljena tipka 1.



Rešitev:



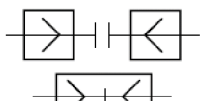
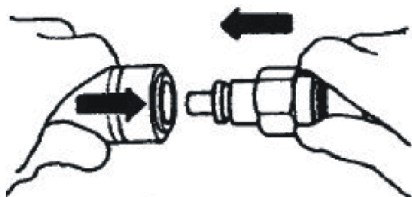
Higrometer Vlagomer, priprava za merjenje vlage v zraku. Deluje na principu raztezanja materialov v odvisnosti od vlage. Taki materiali so npr. živalska dlaka, nekatere vrste gum itd..



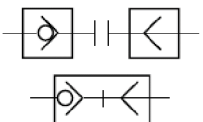
Prim. vlažnost, psihrometer.

Higroskop Ki nase veže vodo - kemijsko ali fizikalno, z adsorpcijo ali adsorpcijo. Npr. silicijev dioksid SiO₂, kalcijev klorid CaCl₂, kobaltov klorid CoCl₂, brezvodni etanol, žvepova(VI) kislina H₂SO₄, glicerol, sorbitol. Sin. higroskopiceh.

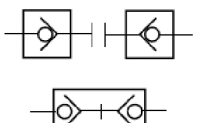
Hitra spojka Pnevmatični ali hidravlični priključek, sestavljen iz vtikača in vtičnice, ki hitro in zanesljivo povezuje cevi ter naprave. Sin. hitrovezna spojka, hitra sklopka, avtomatična sklopka:



OBOJESTRANSKI PROSTI IZHOD

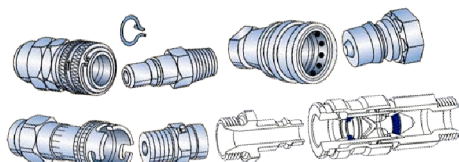


IZVOR OB RAZSTAVLJANJU TESNI

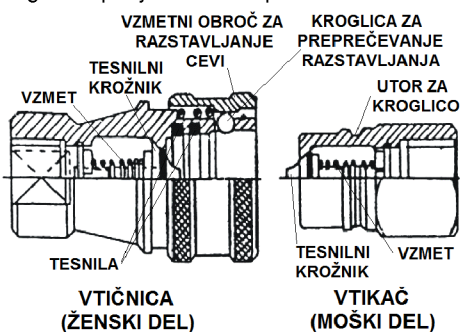


OBA PRIKLJUČKA TESNITA

Poznamo veliko različnih izvedb pnevmatičnih ali hidravličnih spojok, npr.:



Najpogostejši **NAČIN DELOVANJA hidravlične hitre spojke**: oba priključka vsebujeta **nepovratni ventil v vzmetjo**, ki preprečuje izhajanje fluida. Konstruirana sta tako, da se oba ventila odpreta, ko ju spojimo. Priključka pri tem zaskočita zato, ker vzmetni zunanji obroč ženskega dela pritiska kroglice v utor moškega dela ter na ta način vzdržuje položaj. Če potegnemo obroč, sprostimo kroglice in priključka lahko spet razstavimo:



Obstajajo tudi pnevmatične hitre spojke s podobnim načinom delovanja.

Vzdrževanje: da bi preprečili težave pri sklapljanju in razstavljanju, je potrebno tako moški kakor tudi ženski del **občasno namazati**.

Tudi nekatere izvedbe pnevmatičnih cevni priključkov so neke vrste hitre spojke, le da v tem primeru nimamo vtikača - v priključek vtaknemo kar cev direktno.

Na podoben način kot hitra spojka deluje avtomatični odzračevalni ventil pri hidravliki. Prim. Pnevmatika-osnovne naprave in elementi, Pnevmatični cevni priključki, Razvod.

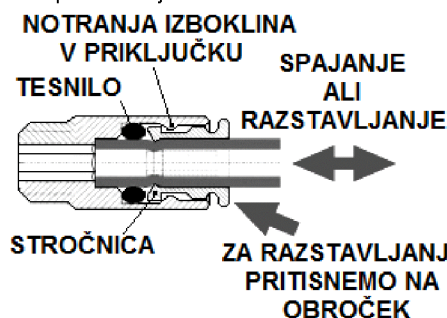
Hitroodzračevalni ventil Glej Zaporni ventili.

Hitrovtični priključek Pnevmatični priključek, ki:

- cevi povezuje tako, da plastično **cev** enostavno **potisnemo v priključek**
- cevi razstavimo **s pritiskom na obroček**, ki se nahaja na priključku



Osnovna izvedba teh priključkov služi samo za hitro povezovanje cevi:



Če poskušamo izvleči cev, stročnica nasede na notranjo izboklino in s tem močno pritisne na cev. Zato cevi ne moremo izvleči, razne če pred tem pritisnemo na obroček stročnice.

Starejše izvedbe hitrih priključkov zagotavljajo tesnenje **z zunanjim prstanom**, ki stisne stročnico z zunanje strani.

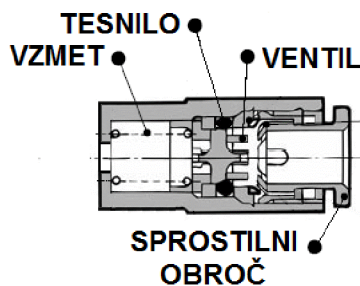
Samozaporni hitrovtični priključek pa ima vgrajen enosmerni ventil v vzmetjo, ki prepušča stisnjen zrak samo, če je na drugi strani priključena cev. **Ko v prosti priključek potisnemo plastično cev**, se namreč enosmerni ventil v vzmetjo odpre.

Samozaporne izvedbe hitrih priključkov potrebujemo za zagotavljanje stisnjene zraka **čim bližje delovnemu mestu**. Simbol:

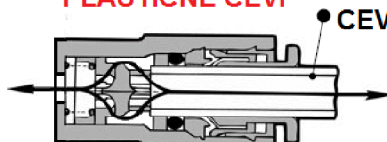


Delovanje samozaporne izvedbe:

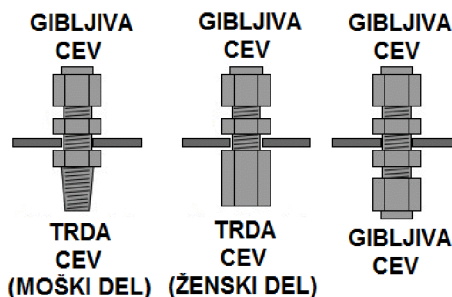
PRED VSTAVLJANJEM PLASTIČNE CEVI



PO VSTAVLJANJU PLASTIČNE CEVI



Včasih je potrebno s pomočjo pnevmatičnih cevni priključkov povezovati trde in gibljive cevi, moške (vijak) in ženske (matica) priključke ipd.:



Hitrovezna spojka Glej Hitra spojka.

Hladilne naprave Naprave, ki proizvajajo ali uporabljajo temperature, nižje od okoliških. Simbol za hladilnik (hladilno napravo):



Prim. Oljni izločevalnik.

Hlajenje Glej Hladilne naprave.

Indirektno krmiljenje aktuatorjev Glej Posredno krmiljenje aktuatorjev.

Indikator tlaka Naprava, ki pokaže, ali je v sistemu stisnjen zrak. Najpogosteje se v primeru zadostnega tlaka prikaže rdeč znak:



Za razliko od indikatorja pa manometer tudi meri tlak v sistemu.

Informacija

1. Množica **vrednosti**, ki jih **zbiramo za reševanje** nekega **problema**. Med njimi so lahko nekatere vrednosti tudi neuporabne - razl. **podatek**.

Če problem rešujemo s pomočjo računalnika, tedaj računalnik informacije sprejme in jih po obdelavi izda.

2. Kar se o neki stvari pove, sporoči in lahko ima določen pomen: **obvestilo**, pojasnilo itd. Npr.: dati, dobiti ~o, iskati ~e; imeti dobre, zanesljive ~e; napačna ~. Prim. podatek.

3. **Celota vednosti** o neki dejavnosti ali področju (npr. dedna ~).

Informacijski oziroma **krmilni** del krmilja: tisti del, ki skrbi za prenos informacij (signalov).

V ta del spadajo:

- pnevmatični ali hidravlični krmilniki: potni ventili, krmilniki poti, zaporni, zapirni in tokovni ventili
- električna stikala, elektromagnetni ventili (sole-noidi) in releji (relejna tehnika)
- logična vezja, ki izvajajo neki program
- programabilni digitalni krmilniki (PLK oz. PLC)

Instalacija Napeljava, npr. električna, vodovodna, pnevmatična, hidravlična itd. ~. Načrtna namestitev žic, cevi, naprav za določeno delovanje, zlasti v stavbah. Tudi postavitve oz. namestitve nečesa.

Instalater: kdor se poklicno ukvarja z nameščanjem in popraviljanjem instalacij. Sin. instalacija.

Integrirati Povezovati, združevati, vključevati.

Integriran - združen, vsebovan, vključen v neki večji celoti. **Integrirano vezje**: glej Vezje. **Integral** - celota, skupnost. **Integriteta**: celotnost, popolnost, skladnost.

Istotočni ventil Ventil, ki se odpira v smeri toka fluida. Takšni ventili se v primeru okvare **ne zaprejo**. Prim. Protitočni ventil.



Izhodiščno stanje potnega ventila Glej geslo Potni ventil - stanja.

Izjavnostna tabela Tabela, ki pri logičnih funkcijah ali vezalnih shemah prikazuje **vse rezultate** (izhodne veličine) **pri vseh možnih vhodnih veličinah** (korakih). Omogoča nam, da preverimo, ali sistem deluje tako, kot želimo. Sin. pravilnostna tabela.

Npr.: izjavnostna tabela za logično funkcijo:

$$X = \bar{A} \wedge B$$

izgleda tako:

A	\bar{A}	B	X
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	0

Sin. pravilnostna tabela.

Izločevalnik olja Glej Oljni izločevalnik.

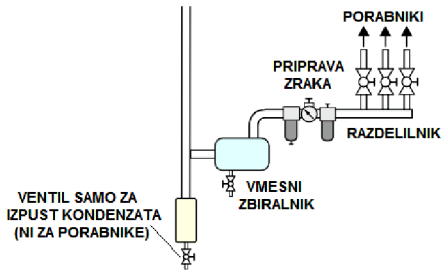
Izločevalnik vlage Vlaga je v pnevmatičnih sistemih nazaželen (podrobneje glej geslo Vlaga v pnevmatičnih sistemih), zato jo izločamo s pomočjo izločevalnikov vlage ali sušilnikov zraka.

Vrste naprav, ki delujejo kot izločevalniki vlage:

a) **Filtri**, tudi v sklopu pripravne grupe. Namenjeni so za izločanje manjše količine vlage.

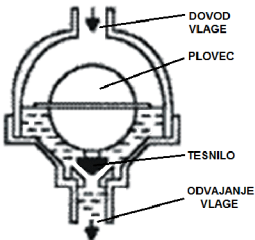
b) **Zbiralnik kondenzata** je posoda v pnevmatskem sistemu, ki se nahaja na tistih mestih, kjer pričakujemo večjo količino kondenzata. Običajno se uporablja pri večjih pnevmatičnih omrežjih, ki imajo fiksne (kovinske) vode.

V spodnjem delu zbiralnika kondenzata se nahaja **ventil za izpust kondenzata**. Na tem mestu naj ne bo nameščen priključek za porabnika zraka. Priključek za porabnike stisnjenega zraka naj bo nameščen na višji legi - da pnevmatične naprave ne bodo "goltale" kondenzirane vlage.



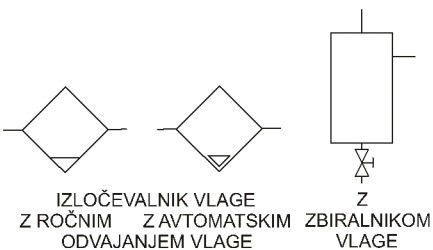
Glede položajev za nameščanje zbiralnikov kondenzata glej risbo pod geslom **Pnevmatika - osnovne naprave in elementi**.

c) Izločevalnik vlage **z avtomatskim odvajanjem**. Običajno deluje na **principu plovcva** - večja količina vlage ga dvigne in vlaga se izloči:



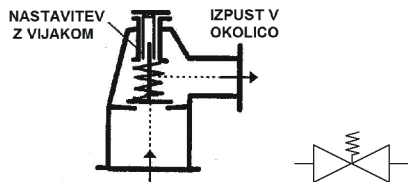
d) **Posebne naprave** za izločanje vlage, npr. ciklonski separator kondenzata.

Simboli:



Izmenični nepovratni ventil Glej Zaporni ventili.

Izpustni ventil Ventil, ki izpušča zrak, če je na vstopni strani presežen izpustni tlak. **Uporaba:** v tlačni posodi (varnostni oz. omejevalni ventil) ipd. Običajno deluje na kroglico in vzmet. Prim. zapirni ventil. Simbol:



Izvek Gl. geslo Pnevmatični cilindri, ang. extend.

Kaskada

1. **Niz zaporedno postavljenih naprav** iste vrste, ki po stopnjah obdelujejo energijo, material ali podatke. Npr. ~ jezov pri regulaciji hudournikov.

2. Pri **načrtovanju**: razdelitev problema na skupine, najdemo rešitev za vsako skupino in nazadnje povežemo skupine v skupno rešitev. Takšna je npr. **kaskadna metoda** pri načrtovanju zaporednih krmilij (npr. pnevmatičnih).

3. Manjši stopničasti slap: umetno narejena kaskada. Tudi slapu podoben ognjemet.

Kaskadna metoda Na preprost način lahko načrtujemo le pnevmatično vezje, pri katerem se gibi delovnih valjev znotraj delovnega cikla izmenično ponavljajo, npr. 1A+, 2A+, 1A-, 2A-.

Včasih pa se **gibi** delovnih valjev znotraj delovnega cikla **ne ponavljajo izmenično**. Tipičen primer je vpenjanje in žigosanje 1A+, 2A+, 2A-, 1A-, glej neuspešen poskus reševanja pod geslom Škarjasti signal.

Takšne probleme lahko reši kaskadna metoda. Uporabljamo jo, ko se s klasičnim načrtovanjem ne moremo rešiti škarjastih signalov.

Poskusimo nalogo 1A+, 2A+, 2A-, 1A- rešiti s kaskadno metodo! Diagram pot-korak že poznamo.

Vrstni red dela po tej metodi je naslednji:

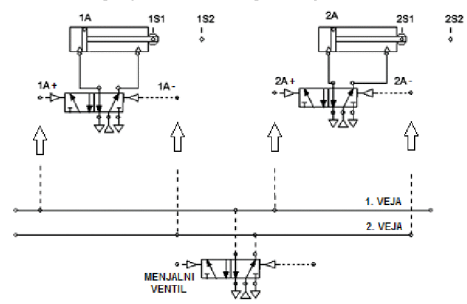
A. Najprej narišemo samo oba delovna valja s pripadajočima delovnima potnima ventiloma. Sistem moramo razdeliti na **kaskade** (skupine) tako, da bodo v eni kaskadi samo gibi različnih delovnih valjev:

1. kaskada 1A+, 2A+ (1. veja)

2. kaskada 2A-, 1A- (2. veja)

Vsaka kaskada bo vezana na svojo **vejo**. Veja je vod, v katerem oskrba s stisnjenim zrakom ni vedno zagotovljena - izmenično bo s stisnjenim zrakom oskrbovana veja 1 in nato veja 2.

B. Preklapljanje med vejami bodo zagotavljali **menjalni ventili** (preklopni ventili), ki jih je **za ena manj od** števila **vej**. V našem primeru imamo eden menjalni ventil. Narišemo lahko osnutek bodočega pnevmatičnega vezja:



C. Zapišemo še logične enačbe za sproženje izvlekov, uvlekov in menjalnega ventila:

$$1A+ = 1.veja$$

$$2A+ = 1.veja \wedge 1S2$$

$$1A- = 2.veja$$

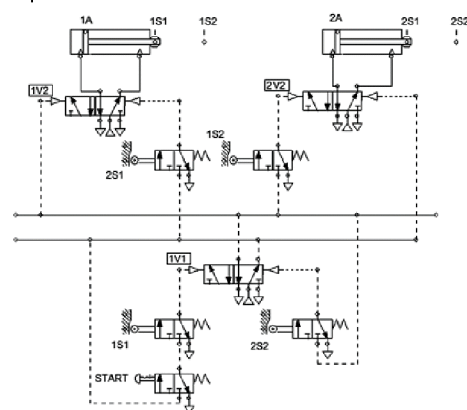
$$2A- = 2.veja \wedge 2S1$$

Menjalni ventil 5/2:

$$\text{Preklop v 1.vejo: } 2.veja \wedge \text{START} \wedge 1S1$$

$$\text{Preklop v 2.vejo: } 1.veja \wedge 2S2$$

Sedaj pa lahko iz osnutka preidemo na končno pnevmatično shemo:



Prim. Taktna veriga.

Kibernetika Veda o upravljanju sistemov, ukvarja se s **krmiljenjem** in **regulacijo**. Prevod v slovenščino: upravljanje, vodenje. Ang. cybernetics, beseda izhaja iz gr. kybernetes: krmar.

Kibernetika preučuje in primerja:

- komunikacijske in nadzorne mehanizme v živčnem sistemu **živih bitij**
- mehanizme zapletenih elektronskih **strojev**

Kolizija signalov → Škarjasti signal.

Kombinacijsko krmilje Glej Krmilje in znotraj tega gesla Vrste krmilij: logična ali kombinacijska krmilja. Sin. logično krmilje.

Kombinirano aktiviranje potnih ventilov Glej Potni ventil - načini aktiviranja.

Kompresijsko razmerje Pomemben podatek **pri motorjih z notranjim zgorevanjem**. Je prostorsko razmerje plinov v valjih pred komprimiranjem in po njem.

Običajni bencinski motorji imajo kompresijsko razmerje ~ 9 : 1, kar pomeni, da se zmes stisne na devetino prvotne prostornine. Pri dizelskih motorjih je k.r. ~ 22:1, lahko tudi več. Visoko k.r. je potrebno že zato, da se v valjih stisnjeni zrak ogreje za samodejni vžig goriva. Po drugi strani pa je tudi termodinamični delovni krožni proces ugodnejši, boljši je izkoristek.

Kadar merimo kompresijo v avtomehanični delavnici, takrat **merimo pritisk** in ne kompresijsko razmerje! Da bo izmerjena vrednost čim bolj podobna kompresijskemu razmerju, proizvajalci ponavadi predpišejo, da se kompresija meri pri delovni temperaturi, torej **pri toplem motorju**. Običajno se v delavniških priročnikih podajo tudi **minimalne vrednosti kompresijskega tlaka** - če jih motor ne doseže, je nekaj narobe s tesnenjem ventilov, batnih obročkov ali je kakšna druga napaka v cilindru.

Kompresor Delovni stroj, ki **stiska** (komprimira) **pline** (stisljive fluide) - mehansko energijo spreminja v potencialno (tlačno) energijo. Prim. Tlačilka.

GLAVNA PNEVMATIČNA PODATKA pri kompresorju sta:

a) **Zmogljivost** - največji volumski pretok, ki ga zmore kompresor pri določenem tlaku. Običajna merska enota je [L/min], lahko tudi [m³/min]. Poznamo:

- **Efektivno zmogljivost** Q_e (**dobava, izhodna zmogljivost, pretok**) - realna razpoložljiva količina stisnjenega zraka, ki je **najpomembnejši podatek** za praktično uporabo kompresorja. Vedno je podana **pri določenem delovnem tlaku**, npr. 290 L/min pri 6 bar.

Če želimo zagotoviti trajno neprekinjeno obratovanje pnevmatičnih naprav, mora biti efektivna zmogljivost kompresorja **večja od vsote PORAB ZRAKA pri vseh porabnikih**, ki delujejo **hkrati**.

- **Teoretično zmogljivost** Q_t ali Q_i , ki se lahko teoretično izračuna, npr. za batni kompresor:

$$Q_t = V_k \cdot n \quad [L/min, m^3/min]$$

V_k ... volumen kompresorja [L, m³]

n ... vrtilna hitrost [min⁻¹]

Včasih jo proizvajalci imenujejo tudi **sesalna zmogljivost** ali **sesanje**, ker predstavlja pretok vsesanega zraka. Teoretično zmogljivost je seveda veliko **večja** od efektivne zmogljivosti, saj v tem primeru kompresor ne stiska zraka na delovni tlak - zato **nikar ne zamenjamo** obeh strokovnih izrazov!

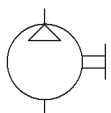
Od sesalnega pretoka je treba odšteti vsaj ~30%, da dobimo efektivni pretok zraka.

b) **Tlak** kompresorja:

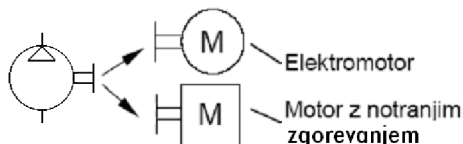
- **največji nadtlak** p v [bar, MPa], ki ga lahko kompresor zagotavlja
- **primarni tlak**, ki je praviloma povezan z efektivno zmogljivostjo

Pri kompresorjih na električni pogon sta pomembna podatka tudi **moč elektromotorja** [W] in **priključna napetost** (enosmerna, izmenična). **Izkoristki** kompresorjev so od 50% (manjši kompresorji) pa do 80% (večji kompresorji). Simbol:

Lamelni	270 - 15.000	0,2 - 13
Vijačni	200 - 60.000	0,8 - 40
Volumetrični	40 - 3.500	0,3 - 6
Radialni	300 - 230.000	0,5 - 300



Možna simbola za pogon kompresorja:



Najpomembnejši vpliv na izbiro kompresorja imajo **porabniki** (delovne komponente) - **večja** kot je **skupna poraba** zraka pri izbranem primarnem tlaku, **večja** mora biti **efektivna zmogljivost kompresorja**. Velikost tlačne posode nato določimo s pomočjo diagrama (glej geslo Tlačna posoda).

Razen zgoraj navedenih podatkov pa **NA IZBIRO KOMPRESORJA VPLIVAJO** tudi:

- **vir energije** je vedno pomemben: **mehanski** pogon, **motor z notranjim zgorevanjem** ali **elektrika** (enosmerni, izmenični, morda celo **trifazni** tok)
- **dimenzije** kompresorja (sploh pri mobilni uporabi so pomembne čim manjše dimenzije),
- **vklopno število** (glej posebno geslo), **zanesljivost** delovanja, **hrup** in seveda - **cena**.

Kompresorji so lahko **OLJNI** ali **BREZOLJNI**.

BREZOLJNI kompresorji **ne mažejo tesnilnega prostora kompresorja**, lahko pa mažejo ležaj ojnice z mastjo ali oljem za trajno uporabo (mazivo se ne doliva in ne zamenja). Poznamo:

- brezoljne membranske kompresorje in
- brezoljne batne kompresorje, pri katerih sta bat in ojnica običajno v enem kosu

Brezoljni kompresorji so pri enaki učinkovitosti / tlaku **cenejši** in **lažji** od oljnih kompresorjev. So pa tudi **glasnejši** in **ne delujejo tako trajno** kot oljni kompresorji - na njih pogosto piše NO SERVIS (ni popravila ob okvari). Lahko pa so dobra izbira **za občasno uporabo**, npr. za **airbrush**.

OLJNI (oljno mazani) kompresorji imajo olje v bloku kompresorja. Ojnčni ležaj, valj in ležaj v batnem sorniku se mažejo **s pljuskanjem** in **z oljno meglo** (aerosolom). Zato so **tišji** in trajajo **nekajkrat dalj časa** kot brezoljni kompresorji. Vendar, po drugi strani se **ne moremo izogniti oljnim delcem v stisnjem zraku**, saj olje prehaja tudi v tesnilni prostor - to olje je neuporabno in se **mora filtrirati**. **Kompresorska (tesnilna) olja** so lahka olja, ki zagotavljajo visoke tlake, obenem pa zaščito pred obrabo in korozijo. S tem zagotavljajo dolgo življenjsko dobo kompresorja. Njihovo viskoznost označujemo tudi po SAE, kot npr. motorna olja.

Z oljem ustvarimo **tanek oljni film na stenah valja** (zelo kvalitetni kompresorji le 2 do 8 µm), po katerem drsijo batni obročki. V stisnjem zraku nastanejo aerosoli z 1 do 3 mg/m³ olja. Ta olja pa so že uporabljena, nimajo več nobenega mazalnega ali tesnilnega učinka in zato nimajo nobene uporabnosti. S filtriranjem se lahko znebimo skoraj 100% teh delcev, obstajajo celo **sterilni** filtri. Oljni kompresorji so **težji** in **dražji**. Za **vsakodnevno uporabo** je oljni kompresor edina možna preudarna rešitev. Kdor pa se želi odločiti pripravi zraka, se bo pač odločil za brezoljni kompresor.

Zračni tlak lahko dosežemo na 2 načina:

1. **Z direktnim zmanjševanjem volumna** (kompresijo), tako da na izhodu že dobimo zračni tlak. Predstavniki: **batni**, **membranski batni** in **lamelni** (krilni, rotacijski) kompresor.
2. **S pospeševanjem hitrosti zraka**. Zračnemu toku **povečujemo** izstopno hitrost, s tem pa **kinetično energijo**, ki se nato spremeni v tlačno šele v nekem zaprtem volumnu. Tlačna razlika Δp med tlakom na vvodu in tlakom na izhodu znaša nekaj 100 mbar. Predstavniki: **volumetrični**, **vijačni** in **turbokompresor**.

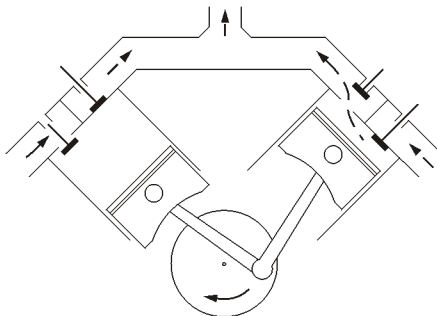
Efektivne zmogljivosti in tlačna območja za glavne vrste kompresorjev so:

Tip kompr.	Q _e [m ³ /h]	p [bar]
Batni	180 - 24.000	1,0 - 1.000

Stisnjen zrak, ki zupušča kompresor, je **vroč**, vsebuje **vodno paro**, onesnažen je **z oljem** iz kompresorja in z umazanimi **delci**. Zato tak zrak ohladimo, nastali kondenzat pa izpuščamo z izločevalnikom kondenzata. Preostalo vlago pa lahko izločimo iz stisnjene zraka tako, da zrak sušimo. **Izkoristki** manjših kompresorjev znašajo 50%, velikih pa do 80%.

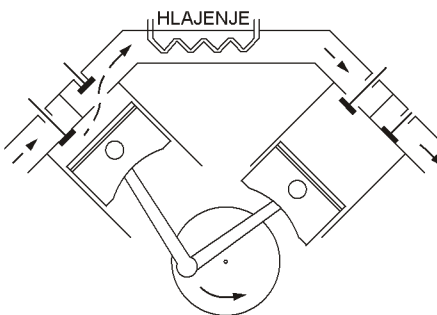
V praksi **kompresorje** pogosto **povežujemo med seboj**. To lahko naredimo na dva načina:

a) **Enostopenjsko**: vsak kompresor ima svoje sesanje iz okolice (atmosferski tlak), vsi kompresorji pa imajo skupen tlačni del (tlačijo v isto posodo). Tako **povečujemo predvsem pretok** (bolj kot tlak), pa tudi dobava zraka je bolj enakomerna kot pri enobatnem kompresorju:



Enostopenjsko povezana batna kompresorja

b) **Večstopenjsko**: stisnjen zrak iz prvega kompr. povežemo s sesanjem drugega kompresorja itd. Na ta način **povečujemo predvsem tlak** v pnevmatskem sistemu, pa tudi pretok (sploh če zrak vmes hladimo). Poznamo dvo-, tri- in večstopenjske kompresorje:

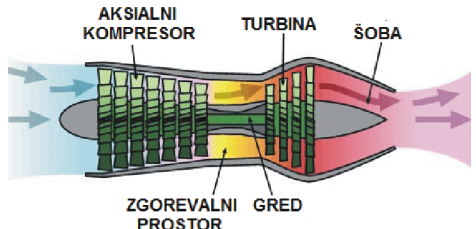


Dvostopenjsko povezana batna kompresorja

Povezovanje kompresorjev močno spominja na povezovanje akumulatorjev: zaporedna vezava povečuje skupno napetost (V), vzporedna vezava pa kapaciteto (Ah).

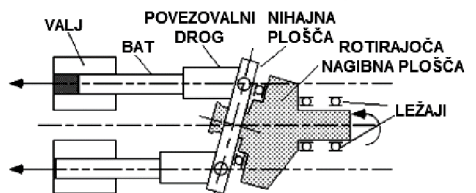
Prim. puhalnik, ventilator, zgoščevalnik.

Kompresor - aksialni Lopatice so obrnjene v aksialni smeri, npr. letalski kompresor:



Sin. osovinski kompresor.

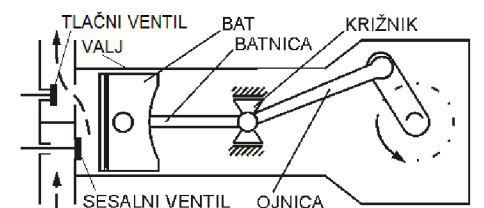
Kompresor - aksialni z nihajno ploščo Deluje na enak način kot aksialna batna črpalka:



Ker zavzema malo prostora, se pogosto uporablja

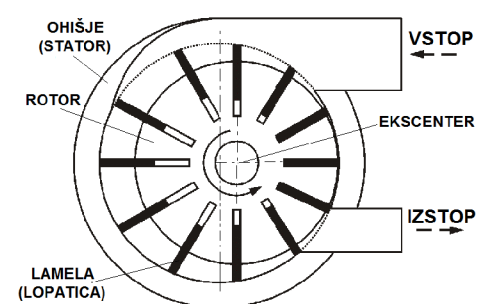
za avtomobilске klimatske naprave.

Kompresor - batni Pri premikanju ročičnega gonila gor in dol se zrak vsesava ni nato iztisne. Delovanje krmilimo s sesalnimi (vstopnimi) in tlačnimi (izstopnimi) ventili.



Z batnimi kompresorji dosegamo visoke izkoristke in visoke tlake.

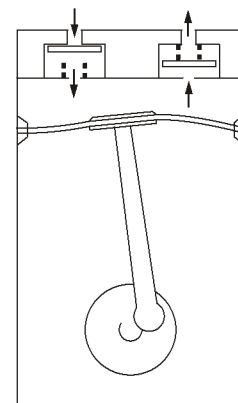
Kompresor - lamelni Rotor je v ohišju nameščen **ekscetrično**. V radialne utore rotorja so vstavljena premična krilca (lopatic), ki jih centrifugalna sila potiska navzven, da tesno drsijo po statorju. Prostor med dvema sosednjima krilcema imenujemo celica. Povišanje tlaka nastane zaradi pomanjševanja volumna v vsaki celici:



Prednosti lamelnih kompresorjev: mirno in enakomerno delovanje (brez vibracij kot npr. pri batnem kompresorju) ter **majhne dimenzije**. Slabost je manjši izkoristek ter obraba lopatic.

Sin. krilni kompresor.

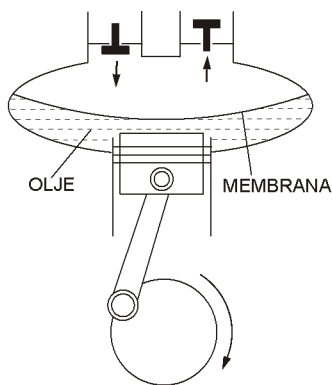
Kompresor - membranski Delujejo podobno kot batni kompresorji, le da vlogo bata prevzame membrana. Običajno imajo velik premer valja in kratek gib bata, gospodarni pa so tudi pri majhnih pretokih in nizkih tlakih.



Ker ni potrebno mazati tlačnega prostora, je stisnjen **zrak čistejši** v primerjavi z batnimi kompresorji - zato jih uporabljamo v kemični, prehranski in farmacevtski industriji, tudi za airbrush.

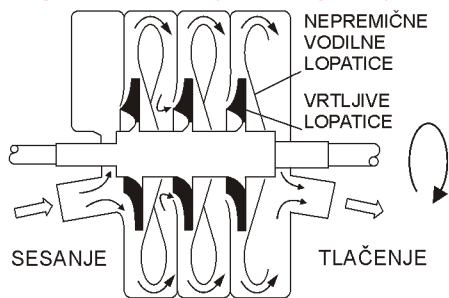
Vendar - membrano je treba zamenjati. Najboljše membrane imajo življenjsko dobo 4000 do 8000 h.

Kompresor - membranski batni Pravijo mu tudi oljni membranski kompresor in je seveda dražji od običajnega membranskega kompresorja:



Ker ni potrebno mazati tlačnega prostora, je stisnjen zrak čistejši v primerjavi z batnimi kompresorji - zato jih uporabljamo v kemični, prehrabeni in farmacevtski industriji.

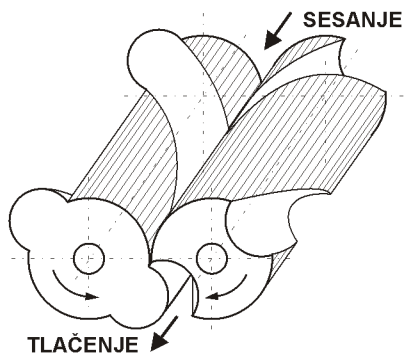
Kompresor - radialni (turbokompresor)



Radialni kompresor - če ga poganja turbina, je to **turbokompresor**

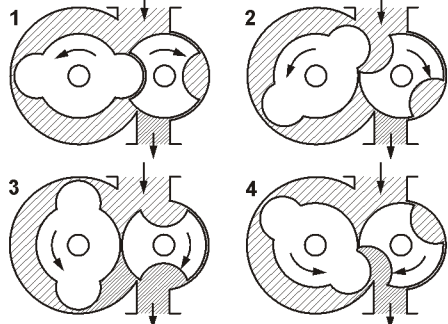
Prim. Turbokompresor.

Kompresor - vijaki Odlikujejo se po majhnih vgradnih dimenzijah, po nižji končni temperaturi stisnjenega zraka in po enakomerni oskrbi z zrakom. Stisnjeni zrak vsebuje majhno količino oljnih par, ~ 3 ppm.

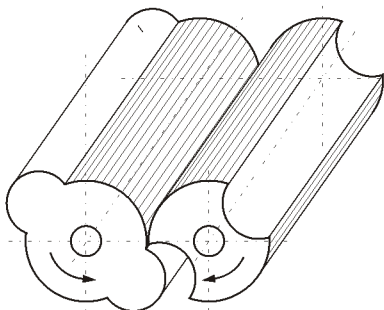


Delovanje vijaknega kompresorja

Kompresor - volumetrični Zrak se na vstopni strani vsesava v komore, kjer se mu zaradi vrtenja batov zmanjšuje prostornina in zato narašča tlak do neke določene končne vrednosti.



Volumetrični (Rootsov) kompresor

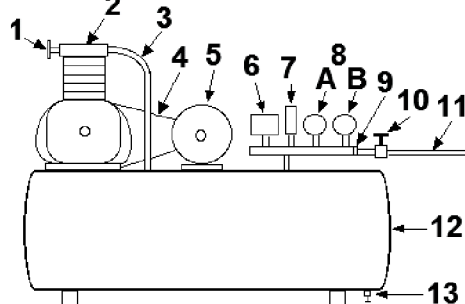


Rotorji volumetričnega kompresorja

Kompresorska enota Sestav, ki nam omogoča:

- nastavljanje stabilnega delovnega tlaka zraka,
 - zadostno varnost ob uporabi.
- Kompresorska enota filtrira samo vstopni zrak, za natančno pripravo delovnega zraka (filter, naoljevalnik itd.) pa so namenjene druge naprave.

Sestavni deli kompresorske enote:



1 zračni filter in vstop zraka **2** kompresor **3** tlačni vod do tlačne posode **4** jermenski pogon (možnost) **5** elektromotor **6** tlačno stikalo, ki avtomatično izklaplja motor, ko se doseže nastavljeni primarni tlak v tlačni posodi **7** izpustni (varnostni, nadtladni) ventil **8A** manometer za primarni tlak **8B** regulator tlaka z manometrom (naj bo zavarovan proti nehotenemu odvijanju) **9** razdelilnik s hitrimi sklopkami (možnost), ki omogoča priklop na delovni tlak, lahko pa tudi povezavo tlačne posode z drugim kompresorjem **10** zapirni ventil **11** oskrbovalna cev z delovnim tlakom za pnevmatični sistem **12** tlačna posoda **13** ventil za izpust kondenzata

Kompresorsko enoto v pogovoru imenujemo kar **kompresor**. Razlikuj: kompresorska postaja.

Kompresorska postaja Prostor, v katerem je postavljen velik kompresor in pripadajoča oprema, ki pripravlja stisnjen zrak za večje pnevmatične sisteme (proizvodna podjetja, delavnice itd.). Oprema običajno zajema sušilnik, oljni izločevalnik, filter za odstranjevanje nečistoč itd.



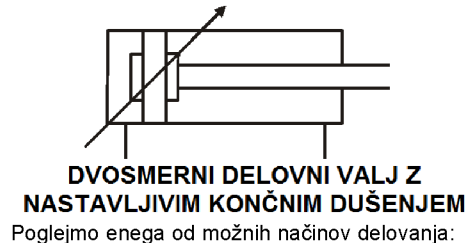
Kompresorska postaja naj bo v posebnem, zvočno izoliranem prostoru z dobrim naravnim prezračevanjem. Na mestu sesanja naj bo zrak kolikor mogoče hladen, čist in suh. Pravilna postavitve je zelo pomembna za zagotavljanje kvalitetnega stisnjenega zraka, redno vzdrževanje kompresorske postaje pa zagotavlja dolgotrajno delovanje ob minimalnih stroških.

Kompresorsko hlajenje Glej Hladilne naprave.

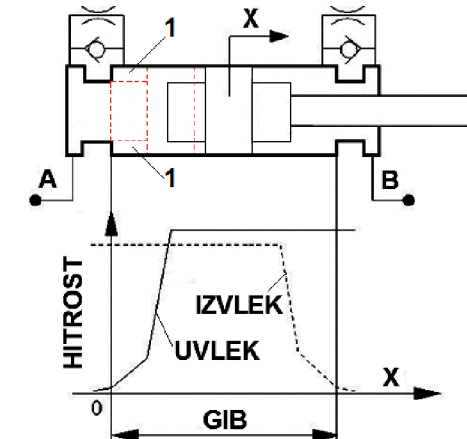
Končno dušenje cilindrov Z zaviranjem batov na koncu izvleka ali uvleka **preprečimo** udarjanje batov v pokrov valja, kar povzroča:

- **poškodbe** na batu in na končnih legah valjev
- **tresljaje** v končnih legah, kar je seveda neugodno tako za delovanje kot tudi za hrupnost
- preveliko in nepotrebno **porabo energije**

Simbol dvosmernega delovnega valja z nastavljivim končnim dušenjem vidimo tudi pod geslom Pnevmatični cilindri:



Poglejmo enega od možnih načinov delovanja:



A in B sta priključka. Skozi enega od njiju doteka stisnjeni zrak, skozi drugega pa izstopa odzračevanje. Z rdečimi črtkanimi črtami je narisan položaj bata, pri katerem začne delovati enosmerni dušilni ventil. V tem trenutku se zapre zrak v volumnu 1, izteka lahko samo skozi dušilni ventil. Zato se pojavi tlak, ki deluje v nasprotni smeri gibanja bata, hitrost bata pa zato strmo pade.

Končno stikalo Stikalo, ki reagira na neko fizikalno veličino in se lahko vklopi brez našega fizičnega namena.

Končno stikalo sestavljata:

- SENZOR**, ki zaznava vhodne signale. Pri tem je pomemben položaj (pozicija) senzorja.
- MONOSTABILNO STIKALO**, ki ga senzor aktivira. Monostabilno stikalo je dajalnik katerihkoli signalov, to ni nujno električno stikalo. Lahko je npr. potni ventil (pnevmatično stikalo), ki oddaja tlačne signale.

Med senzorjem in stikalom je lahko tudi **PRETVORNIK SIGNALA**, ki pretvarja npr. iz optičnega v električni signal.

Sin. signalni ventil, mejno stikalo, mejni signalnik, mejni ventil, kontaktno tipalo (mehansko, električno), pozicijsko stikalo, razvodni ventil. Prim. Senzor, Mikrostikalo.

Končno stikalo **deluje tako**:

- **Senzor zazna neko fizikalno veličino** (sila, tlak, svetloba, kapacitivnost, magnetno polje itd.). Najpogosteje **prepozna**, kdaj je neki premikajoči predmet zavzel določeno **pozicijo**.
- Izhodni signal senzorja aktivira monostabilno stikalo ali potni ventil, ki **oddaja signal** (pnevmatični, hidravlični, električni, mehanski itd.) in s tem sproži delovanje neke naprave (delovnega valja, elektromotorja ipd.).

Primer uporabe: odpiranje vrat povzroči aktiviranje končnega stikala, ki prižge luč.

Primeri veličin, ki jih lahko zaznavamo:

- položaj batnice delovnega valja
 - višina, npr. določanje nivoja tekočine v posodi
- Katere informacije se lahko daje** končno stikalo:
- čas: kdaj je obdelovanec prispel na položaj za nadaljevanje obdelovalnega procesa
 - štetje števila izdelkov
 - določanje razdalje med obdelovanci itd.

Po **načinu zaznavanja** pozicije (vhodni signali) **DELIMO** končna stikala **NA SKUPINE**:

a) Kontaktna končna stikala se aktivirajo z direktnim fizičnim stikom (mehanično aktiviranje).

Delimo jih na:

- **mehanska**, ki sprejemajo in tudi oddajajo samo mehanske signale, npr. potni ventil - sprejemanje pomikov in oddajanje tlačnih signalov; prim. **Končno stikalo - mehansko**;

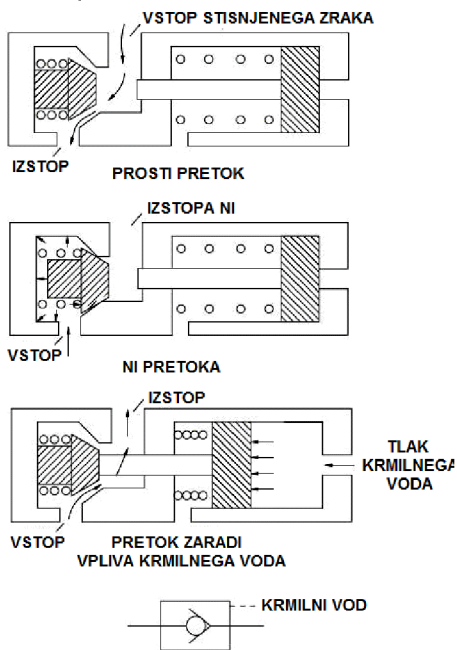
Ferdinand Humski

mi gibanj. Primer analize koračnega krmilja - glej geslo Načrtovanje pnevmatskih krmilij.

Pri koračnem pnevmatskem krmilju lahko težave povzročajo bistabilni ventili - glej geslo Škarjasti signal.

Prim. Načrtovanje krmilij. Razl. krmilnik.

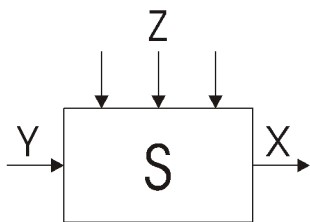
Krmiljeni nepovratni ventil Glej Zaporni ventili. Delovanje:



Krmiljenje Uravnavanje neke **izhodne** oziroma **krmiljene** veličine **X** na ta način, da:

- sistem sprejema podatke o vhodni (**krmilni**) veličini **Y**, pri tem je **prenos podatkov** lahko **ročn** in/ali **avtomatiziran**
- da sprememba vhodne veličine vpliva na spremembo izhodne veličine **X**; pri tem je **pretok informacije enosmeren**, od vhoda proti izhodu: samo **Y** vpliva na **X**, **obratnega vpliva ni**
- **nimamo povratne informacije** o trenutnem stanju krmiljene veličine (to je slabost krmiljenja)

Zelo pomembno je poznati razliko med besedama **KRMILJEN** (uravnavan, **voden**, npr. ~a veličina **X**) in **KRMILNI** (veličina, ki **poveljuje** oz. center, iz katerega gredo povelja; v našem prim. veličina **Y**). **Krmiljena** in **krmilna veličina** sta **prva podatka**, ki ju je potrebno prepoznati pri vsakem obravnavanem krmiljenju! Razen vhodne (krmilne) veličine so vplivne veličine tudi **motnje Z**, ki se spreminjajo brez našega nadzora, torej neželeno:



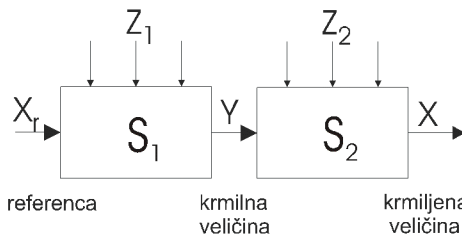
Načelo krmiljenja ali **ODPRTE ZANKE VODENJA**: sistem **S** pod vplivom vhodne (krmilne) veličine **Y** in motenj **Z** spreminja izhodno veličino **X**.

Primeri krmiljenja:

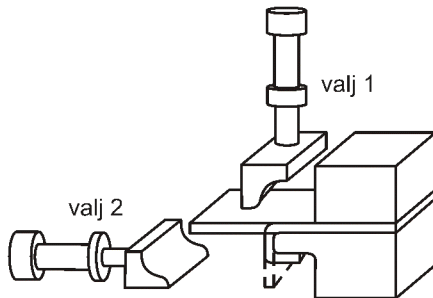
1. Krmiljenje **temperature prostora** (krmiljena, izhodna veličina **X**) z **ročno** (približno) nastavitvijo primerne pretoka tople vode (krmilna oz. vhodna veličina **Y**), ki kroži skozi radiator. Ta sistem nima povratnih informacij o temperaturi prostora in tudi ne reagira na motnje.
2. Ogrevanje prostora samo tedaj, ko senzor zazna gibanje: tudi to je krmiljenje, **čep rav je zajemanje podatkov avtomatizirano**. Gre namreč za avtomatično zajemanje (merjenje) **VHODNIH, ne pa izhodnih podatkov**.
3. Časovni krmilnik za nočno javno razsvetljavo. Cesto osvetlimo ob določeni večerni uri, ne glede na povratno informacijo, ali je cesta res ustrezno osvetljena. Tudi podnevi se lahko pojavi potreba po osvetlitvi (npr. ob megli). Dodatna

vhodna informacija je lahko tudi morebitna uničena svetilka, pregoreta žarnica itd. Poznamo tudi časovno krmiljenje ogrevanja prostorov itd. Pogosto se zgodi, da **merimo** neko **veličino, ki ni izhodna** veličina opazovanega sistema (npr. čas, gibanje, ovire ob premikanju vrat itd.). V odvisnosti od take meritve **nato spreminjamo vhodne veličine sistema** (najpogosteje ga vklopimo - izklopimo), brez vsake primerjave z želeno vrednostjo. V vseh tovrstnih primerih gre za **krmiljenje in ne za regulacijo**.

4. Eden krmilni ali regulacijski sistem lahko krmili drugega, npr.: s časovnim krmilnikom krmilimo pretok tople vode skozi radiator in na ta način temperaturo v prostoru. Časovni krmilnik ima vhodno (čas) in izhodno veličino (pretok tople vode), ki je že vhodna veličina naslednjega krmilnega sistema. Skupen rezultat: radiator bo grel le ob določenem času.



Če se koraki vrstijo eden za drugim, imenujemo tako krmilje **koračno**. Primer koračnega krmilja je upogibanje pločevine v dveh korakih:

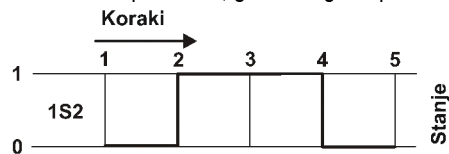


Ang. control, nem die Steuerung. Prim. regulacija. **Krmilna shema** Glej Vežalna shema. **Krmiljeni nepovratni ventil** Glej Zaporni ventili. **Krmilni diagram** Diagram, ki prikazuje **stanje signalov** na posameznih vodih (priključkih), v odvisnosti od korakov ali od časa. Prim. Funkcijski diagram.

Obravnavani priključki morajo biti tako na krmilnem diagramu kakor tudi na na krmilni shemi seveda **obvezno ustrezno označeni (oštevilčeni)** - sicer hitro pride do zmede.

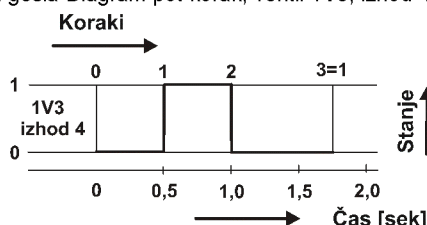
S krmilnimi diagrami najpogosteje prikazujemo signale na izhodih iz krmilnih ali delovnih **potnih ventilov**, seveda v odvisnosti od koraka ali časa.

Krmilni diagram v odvisnosti od **korakov** za potni ventil 1S2 iz primera 2, geslo Diagram pot-korak:



V zgornjem primeru zadošča oznaka 1S2 zato, ker ima ta potni ventil **eden sam izhod**. Če pa je izhodov na obravnavanem potnem ventilu več, tedaj je potrebno navesti, za katerega gre.

Krmilni diagram v odvisnosti od **časa** za Primer 3 iz gesla Diagram pot-korak, ventil 1V3, izhod 4:



Prim. Diagrami gibanj, Diagram pot-korak, Diagram pot-čas, Funkcijski diagram.

Krmilni elementi Elementi, ki krmiljeno veličino vodijo. Lahko so:

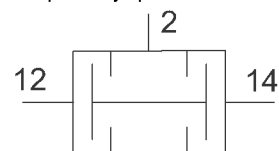
- a) **Mehanski**: volan in podobni krmilni mehanizmi, potni ventili pri pnevmatiki ali hidravliki itd..
- b) **Električni**: stikala, releji, kontaktorji, motorska zaščitna stikala, stikala na diferenčni tok (glej FID), inštalacijski odklopniki (nadtokovna zaščita), bremenska stikala (v industriji: glavna stikala brez zaščite), močnostni odklopniki (v industriji: glavna stikala z nadtokovno zaščito), odmčna, približevalna, mikro- in končna stikala.
- c) **Elektronski**: triac, tiristor, močnostni tranzistor.
- d) **Programirljivi**: PLK.
- e) **Kombinirani**: elektropnevmatski, elektrohidravlični itd.

Krmilni priključek, vod Vod, ki se uporablja le za krmiljenje, npr. za krmiljenje **dvotlačnih in izmeničnih nepovratnih ventilov** ali za **aktiviranje potnih ventilov**. Rišemo ga s črtkano črto:

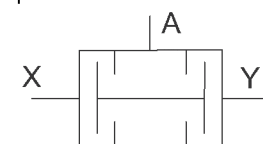
Krmilni vod

Krmilni priključek **označujemo**:

1. **Z dvema številčkama** npr. 10, 12, 14 (novejši standard). Pri tem oznaka za krmilni vod 12 pomeni, da bo delovni vod 2 pod tlakom, če bo v krmilnem vodu 12 stisnjen zrak. Če na isti napravi uporabimo krmilna voda 12 in še 14, tedaj bo delovni vod 2 pod tlakom, če bo stisnjen zrak v obeh krmilnih vodih: v 12 in še v 14. Takšen primer je pri dvotlačnem ventilu:



2. **S črkami** X, Y, Z (starejši standard). Dvotlačni ventil bi po starem standardu označili tako:



Glej Cevi za pnevmatično omrežje (krmilni vod), Potni ventil - priključki (krmilni priključek).

Krmilnik Naprava, ki **upravlja** zunanje naprave po v **naprej določenem načrtu dela** in **brez upoštevjanja** morebitnih **motenj**. Sin. upravljalnik, kontroler. Deluje tako, da:

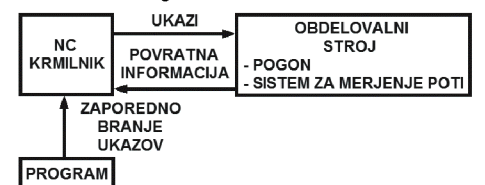
- sprejema podatke o vhodnih veličinah,
- podatke nato **obdel**a (pretvori) npr. z logičnimi funkcijami ipd.,
- rezultat obdelave so ustrezni signali, ki jih krmilnik **oddaj**a (izhodne veličine)

Ker je prilagodljiv, je krmilnik **osnovno orodje za avtomatizacijo** industrijskih procesov in naprav. Posebna oblika krmilnikov so **PLK** - programabilni logični krmilniki, ang. **PLC** - Programmable Logic Controller in nem. SPS - Speicherprogrammierbare Steuerung. To so krmilniki, ki jih je **mogoče programirati** - pogosto jih zamenjujemo z mikrokontrolerji, mikro krmilniki oz. mikroračunalniki:



Tudi **del CPU** (mikroprocesorja) v računalniku je **krmilna enota**.

NC krmilnik pretvarja programska navodila v GIBANJE. Naloge NC krmilnika so:



- ob zagonu programa **prevaja vhodne podatke v signale**, ki krmilijo motorje za glavna in podajalna gibanja,
- sprejema in obdeluje **povratne informacije** s

stroja, npr. o dejanski poziciji orodja / obdelovanca in ostale podatke, ki so pomembni za pravilno delovanje stroja,

- sproti **primerja** vhodne podatke in povratne informacije, nato pa na osnovi prejetih navodil sprejema odločitve in na ta način upravlja stroj, dokler program ni končan.

Preprosti NC krmilniki ne sprejemajo povratnih informacij od stroja - pravimo, da je **povezava** med strojem in krmilnikom **ODPRTA** (glej geslo CNC).

CNC krmilnik pa vsebuje tudi poseben računalnik, ki izvaja preračune in zato omogoča **izvajanje zahtevnejših ukazov** in **sprotno popraviljanje programskih navodil**.

Proizvajalci CNC krmilnikov in njihova imena: Siemens Sinumerik, FANUC, Haas, Heidenhain, Mazak, Rexroth IndraMotion MTX (skupina Bosch) ... Sin. krmilna enota, kontroler, controller, PLC (Programmable Logic Controller), PLK (programabilni logični krmilnik). Prim. NC, CNC, postprocesor, DCS. Razl. krmilje.

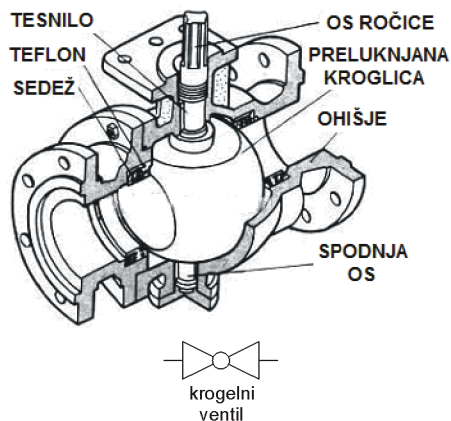
Krmilnik je lahko tudi **priprava za krmiljenje domačih živali** (~ za pujsje, krave itd.).

Krmilnik poti Glej potni ventil.

Krmilnik tlaka Glej Regulator tlaka, Regulator tlaka - zračne zavore.

Krmilnik toka Glej Tokovni ventili.

Krogelni ventil Zapirni ventil, ki regulira pretok fluida s **preluknjano kroglo**. Da zagotovimo tesnost, sta krogla in sedež ventila izdelana ali prevlečena s teflonom. Obstajajo tudi podobni ventili, ki imajo namesto krogle preluknjan valjček. Sin. ~ pipa, kroglični ventil. Prim. pipa.



Lamela Tanko, navadno podolgovata ploščica, kovinski (leseni) listič, jeziček, kolobar, trakec ipd. **Lamelirati**: iz lamel sestavljati nov proizvod: ~ les, pločevino. Papirni, tekstilni in lesni **laminati** so z umetno smolo napiti trakovi, ki so med seboj lamelirani in utrjeni pri temp. utrjevanja.

Lamelni kompresor Glej Kompresor - lamelni.

Lekaža Prepustnost, netesnost. Beseda izvira iz ang. leakage: prepuščanje, kapljanje.

Linearni pogon Glej Brezbatnični valj.

Logične funkcije Poseben način računanja, ki omogoča razumevanje delovanja strojev in naprav. Sin. **Booleva algebra**, preklonpa algebra, stikalna algebra. Prim. Pravila stikalne algebre.

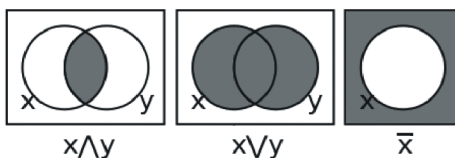
Logične funkcije obdelujejo binarne vhodne informacije, ki jih označujemo z znakoma 0 in 1. Zelo pomembna značilnost logičnih funkcij je, da jih lahko nadomestimo s konkretnimi elementi električnih, pnevmatičnih ipd. vezij. To pomeni, da lahko na osnovi opisane logične funkcije (sheme, enačbe ipd) **konstruiramo konkretne naprave**.

Zaradi obsežnosti tematike so vsebine dodane še v naslednjih povezanih geslih:

- **Ladder diagrami**
- **Pravila stikalne algebre**
- **Veitchev diagram**

Osnovne logične funkcije, s katerimi lahko izvedemo vse logične operacije, so:

- **IN** (AND, UND, konjunkcija),
- **ALI** (OR, ODER, disjunkcija) in
- **NE** (NOT, NICHT, negacija).



IN funkcija ima **prednost** pred **ALI** funkcijo. Pomembnejše izpeljane logične funkcije so še:

- **NE-IN** (NAND, UND-NICHT),
- **NE-ALI** (NOR, ODER-NICHT),
- **antivalenca** (ekskluzivni ALI, ExALI, EX-OR, XOR, exclusiv-ODER, ANTIVALENZ-Glied) in
- **ekvivalenca** (EX-NOR, ÄQUIVALENZ-Glied, eksklusivni NOR)

OPIS LOGIČNE FUNKCIJE je možen:

a) Z logičnimi **GRAFIČNIMI SIMBOLI**, npr. po EN 60617-12, ki jih nato povezujemo v **LOGIČNO VEZALNO SHEMO**. Logične vezalne sheme so nato osnova za katerekoli druge sheme:

- električne
- pnevmatične
- hidravlične itd.

Glej primere grafičnih simbolov v nadaljevanju.

b) S **FUNKCIJSKO ENAČBO**. Za posamezne logične operacije uporabljamo posebne **ZNAKE - Boolova** oz. preklonpa **algebra**.

- disjunkcija (ali, OR): +, ∨
 $x + y, x \vee y$
- konjunkcija (in, AND): ·, *, ∧, &
 $x \cdot y, x * y, x \wedge y, x \& y$
- negacija (ne, NOT): ¯, ¬
 $\bar{x}, \neg x$

antivalenca: ⊕

Zapis preklonpnih funkcij z Boolovo algebro:

$$f_1 = \bar{x} \cdot \bar{y} \cdot z + \bar{x} \cdot y \cdot z, \quad f_2 = \bar{x} \cdot \bar{z} + \bar{y} \cdot \bar{z} + x \cdot y \cdot z$$

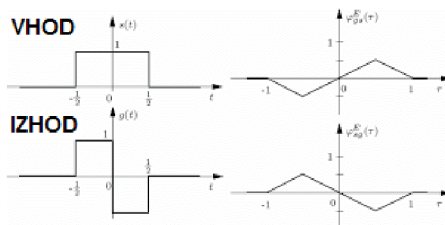
Pri funkcijski enačbi so vhodni podatki vedno na desni strani, izhodni podatki pa na desni.

c) S **seznamom ukazov** ali s **krmilnim načrtom** (npr. ladder diagram), samo pri programirljivih krmilnikih.

d) Z **IZJAVNOSTNO TABELO**: logično stanje na izhodu za vsa možna stanja na vohodu:

Inputs			outputs
W	X	Y	Z = W · X · Y
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	0

e) S **ČASOVNIM DIAGRAMOM**. Časovno povežemo vhodne in izhodne spremenljivke, npr:



PRAVILNOSTNE TABELE logičnih vrat:

Enakost (normally open NO): $X = A$

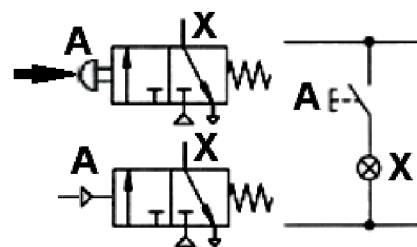
GRAFIČNI SIMBOL:



Pnevmatična shema:

A	X
0	0
1	1

Električna shema:



Pnevmatična shema prikazuje dve možnosti:

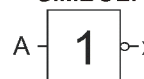
- na zgornjem simbolu je vhodni signal sila
- spodnji simbol ima pnevmatični vhodni signal **Negacija (NE člen, normally closed NC)**,

normiran zapis: $X = \bar{A}$, ki se prebere tako:

X je enak A negirano

Možen zapis: $X = \neg A$

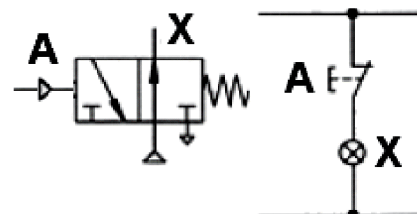
GRAFIČNI SIMBOL:



A	X
0	1
1	0

Pnevmatična shema:

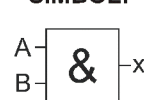
Električna shema:



Konjunkcija (IN člen), normiran zapis: $X = A \wedge B$

Možni zapisi: $X = A \cdot B, X = A * B, X = A \& B$

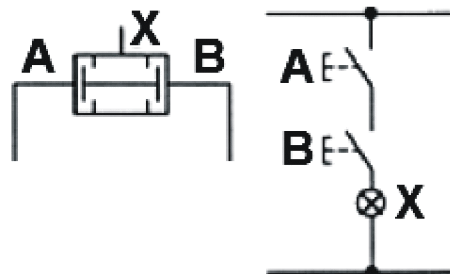
GRAFIČNI SIMBOL:



A	B	X
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Pnevmatična shema:

Električna shema:

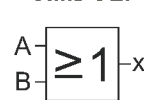


Konjunkcija je glede na disjunkcijo **prednostna operacija**.

Disjunkcija (ALI člen), normiran zapis: $X = A \vee B$

Možen zapis: $X = A + B$

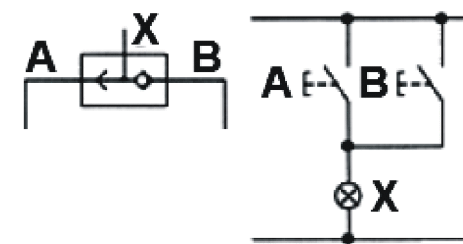
GRAFIČNI SIMBOL:



A	B	X
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Pnevmatična shema:

Električna shema:



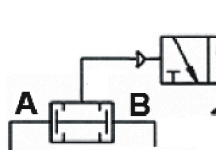
NE-IN (NAND člen), normiran zapis: $X = \overline{A \wedge B}$

GRAFIČNI SIMBOL:

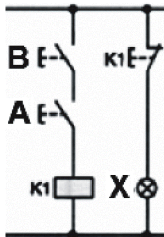


A	B	X
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Pnevmatična shema:



Električna shema:



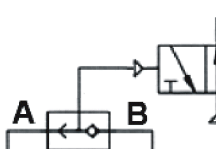
NE-ALI (NOR člen), normiran zapis: $X = \overline{A \vee B}$

GRAFIČNI SIMBOL:

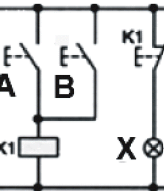


A	B	X
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

Pnevmatična shema:



Električna shema:



Antivalenca (XOR člen), normiran zapis:

$$X = (A \wedge B) \vee (\overline{A} \wedge \overline{B})$$

ali poenostavljeno: $X = (A \wedge \overline{B}) \vee (\overline{A} \wedge B)$

Možen zapis: $X = A \oplus B$

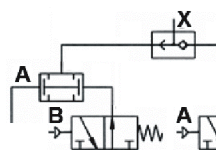
Krogec s plusom je poseben znak, ki se lahko nahaja tudi v grafičnem simbolu, namesto znaka = 1. Namesto znaka = 1 se uporablja tudi 1 (brez =).

GRAFIČNI SIMBOL:

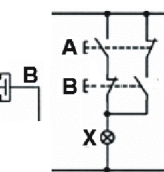


A	B	X
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Pnevmatična shema:



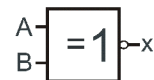
Električna shema:



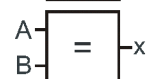
Ekvivalenca (EXNOR člen), normiran zapis:

$$X = (A \wedge B) \vee (\overline{A} \wedge \overline{B})$$

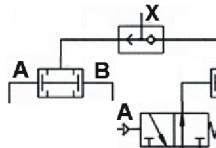
GRAFIČNI SIMBOL:



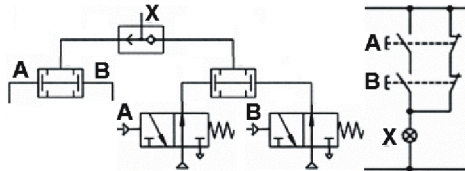
A	B	X
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1



Pnevmatična shema:

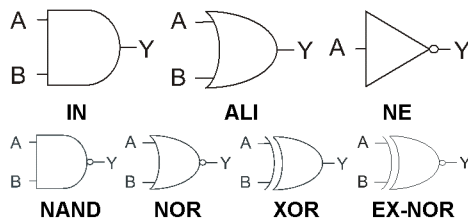


Električna shema:



GRAFIČNI SIMBOLI najpomembnejših logičnih funkcij po standardu IEC so že prikazani zraven pravilnostnih tabel.

Grafični simboli po MIL standardu pa so:



Majhen krogec na simbolu po MIL standardu vedno pomeni NE (negacija) za stanja vodnika levo od kroga.

Logične funkcije v pnevmatiki Primer logične funkcije:

$$1A1+ = 1S1 + \overline{1S2} \cdot 1S3$$

Pojasnilo:

1A1+ ... izvlek delovnega valja 1A1

1A1- ... uvlek delovnega valja 1A1

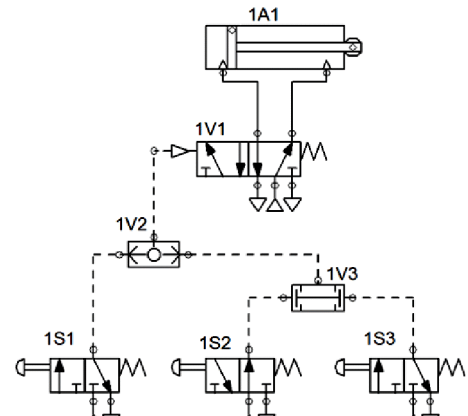
1S1 ... aktiviranje potnega ventila 1S1 (potni ventil 1S1 je NC)

$\overline{1S2}$... neaktiviranje potnega ventila 1S2 (potni ventil 1S2 je NO)

+ ... logična funkcija ALI

· ... logična funkcija IN

Upoštevam prednostne operacije in narišemo shemo:



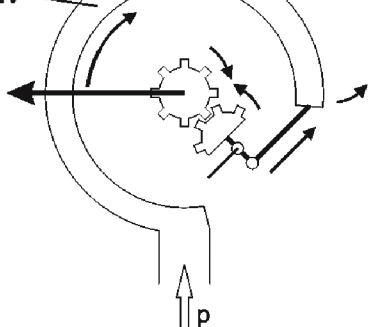
Logično krmilje Glej Krmilje (vrste krmilja).

Manometer Naprava za merjenje razlike tlakov. Z njimi najpogosteje merimo razliko glede na tlak okolice: **nadtlak** p_{e+} ali **podtlak** p_{e-} . Gr. *manos* - tanek, redek.

Kadar so prisotne **vibracije** ali dinamične (pulzne) obremenitve, se priporoča uporaba manometrov, pri katerih je ura **polnjena z glicerinom** ali **s silikonskim oljem**. Glicerin ali silikonsko olje **zmanjšujeta tresljaje kazalca**, obenem pa mažeta in ščitita proti zimskemu zmrzovanju.

Princip delovanja manometra: Bourdonova cev.

BOURDONOVA CEV



Zunanji izgled manometra:



Prim. Barometer.

Meh Priprava, ki deluje ob stiskanju in raztegovanju, npr.: kovaški meh (za pospeševanje gorenja), meh pri harmoniki, meh pri pnevmatskih vzmeteh (pnevmatsko vzmetenje) itd.

Mehanično aktiviranje Aktiviranje, ki ga **z direktnim fizičnim stikom** povzroči **proces**, ki ga krmilimo ali reguliramo. Sin. mehansko aktiviranje. Druga možnost kontaktnega aktiviranja: fizično aktiviranje.

Če pa imamo v mislih tudi brezdotično aktiviranje, uporabljamo izraz **procesno aktiviranje**.

Prim. Kočno stikalo, Končno stikalo - električno.

Mehansko končno stikalo Glej Končno stikalo - mehansko.

Mejni signalnik Signalnik, ki odda signal takrat, ko merjena veličina preseže mejno vrednost. Mejni signalniki jih imenujemo zato, ker jih **ponavadi** uporabljamo **za zaznavanje** natanko določenega **končnega položaja**.

Za mejni signalnik najpogosteje uporabljamo menjalni kontakt. Način aktiviranja pa je lahko:

- **mehanični**: mejni signalnik z drsečim ali sprožilnim kontaktom, tlačno stikalo itd. ali
- **brezdotični**: reedov kontakt, induktivni (kapacitivni), optični mejni signalnik,

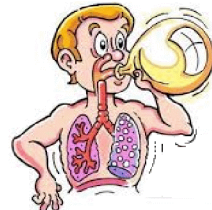
Prim. končno stikalo, senzor.

Mejni ventil Glej Končno stikalo.

Mejno stikalo Glej geslo Končno stikalo. Sin. pozicijsko stikalo, mehansko končno stikalo.

Membrana

1. Na obod napeta tanka prožna ploščica ali tkivo, ki lahko niha ali prenaša tresljaje. Sin opna.



2. Tanka plast snovi, skozi katero lahko pronica plin, tekočina.

3. Tanka plast tkiva, ki kaj obdaja, povezuje. Sin. ovojnica, mrena.

Membranski kompresor Glej Kompresor - membranski.

Menjalni ventil Običajen bistabilni 3/2 ali 5/2 potni ventil, ki je namenjen za preklapljanje med vejami v takti verigi - pri zahtevnejših pnevmatičnih koračnih krmiljih, ki smo jih načrtovali po kaskadni metodi. Glej Kaskadna metoda.

Merilnik Merilna priprava. **Merilnik pospeškov**: glej akcelerator. **Merilnik hitrosti zraka**: glej Pitotova cev, Ventourijeva cev.

Močnost Moč. **Močnosten**: nanašajoč se na moč. Izraz se uporablja predvsem v elektriki, npr.: ~i **ojačevalnik** daje veliko izhodno moč,

~a **dioda** / elektronika: dioda za veliko moč, zdrži velike tokove in napetosti

~i **kontakt** kontaktorja.

Močnostno stikalo: nepravilen izraz, pravilen izraz je odklopno stikalo.

Močnostni elementi so: polprevodniška **stikala** (diode, tranzistorji, tiristorji), **energijske posode** (induktivnosti, kapacitivnosti), **transformatorji**.

Močnostni ali **energetski** del **krmilij**: tisti del krmilja, v katerem se razvijejo **velike sile** oziroma **veliki vrtilni momenti**. Del krmilja, ki ni močnosten, pa je **informacijski** del krmilja.

Monostabilen Opis naprave, ki ima **eno** samo **stabilno stanje**. **Po prenehanju delovanja sile**, ki povzročata aktiviranje, **se** monostabilna naprava **vrne v prvotni položaj**. Primeri:

- **tipka** je monostabilno električno stikalo, npr. zvonec vklopimo s tipko na vhodnih vratih
- monostabilni in bistabilni **potni ventili**, podrobneje glej geslo Potni ventili - stanja,
- običajni **releji** (kontaktorji) so monostabilni, obstajajo pa tudi bistabilni (preklopni) releji
- tudi zahtevnejši sistemi so lahko monostabilni

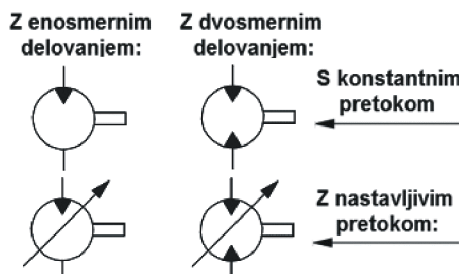
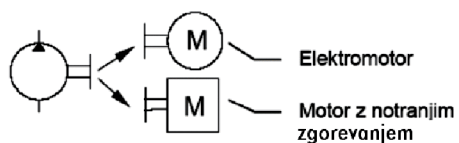
Pri monostabilnih napravah **vedno vemo, katero je njihovo izhodiščno stanje**.

Prim. Potni ventil - stanja, Bistabilen, Nestabilen.

Motor Gibalo, naprava, ki poganja, lat. *motor*. gonilna sila. Motor je **pogonski stroj**, ki **pretvarja različne vrste energije v mehansko delo**: elektromotor, pnevmatični motor, hidromotor, motor z notranjim (zunanjim) zgorevanjem itd.

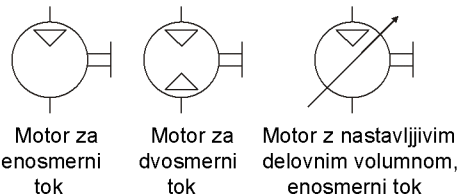
Motorji **praviloma** opravljajo **krožno gibanje** - izjema pa so linearni motorji.

Razlika **motor - turbina**: pri fluidni tehniki se delovni proces vedno opravi **v zaprtem prostoru motorja**, pretočne delovne procese pa opravlja turbina. Simboli za motor:



HIDROMOTORJI

Pnevmatični motorji:



Tudi motor je vrsta aktuatorja.

Načrtovanje pnevmatskih krmilij Pregled metod dela pri načrtovanju pnevmatičnega omrežja opisuje geslo Pnevmatika - načrtovanje omrežja.

Pri zahtevnejših krmilijah pravimo, da jih projektiramo. Običajno uporabljamo **IZKUSTVENE METODE s pravili**, ki nas postopoma vodijo od zasnove do realizacije vezja. Glavni koraki so:

1. Tehnološka shema
2. Zapis delovnega cikla
3. Izdelava diagrama pot-korak
4. Izdelava krmilne sheme (pnevmatične itd.)
5. Opis delovanja in spisek elementov

Pojasnila ob posameznih točkah:

1. **Tehnološka shema** se izdelata na osnovi natančnega **proučevanja naročnikovih zahtev**. Na tej točki se usklajujejo zahteve in zmožnosti, zato se tehnološka shema nariše:

- na čim bolj preprost način, če je možno 2D
- tako, da bo razumljiva tudi naročniku (brez uporabe strokovnih simbolov ipd.).

Posebno pozornost posvetimo **povezavi vklop / izklop - posledica vklopa / izklopa**, na osnovi katere bomo lahko sklepali **o vrsti delovnega valja** (eno- ali dvosmerni), ter **o vrsti delovnega potnega ventila** (mono- ali bistabilni, število priključkov itd.).

Primer: aktiviranje tipke START povzroči delovni gib, ob doseganju končnega položaja pa se valj vrne v prvotni položaj - izberemo dvosmerni delovni valj ter 5/2 bistabilni delovni ventil.

Tehnološko shemo dopolnimo s čim bolj natančno definiranim **besednim opisom**.

Obvezno **poimenujemo** posamezne:

- **dajalnike signalov** (vhodne elemente);
- **aktuatorje** in njihove **poti** (delovne položaje)
- ostale **pomembne sestavne dele** zamišljene naprave

2. **Zapis delovnega cikla** naj obsega:

- **skrajšani zapis** delovnega cikla
- ugotavljanje **pogojev za sprožanje signalov** in njihove **medsebojne odvisnosti** (zaporednost, vzporednost)
- **povezovanje** kombinacij vhodnih signalov (vzrok **z delovnimi gibi** (posledica)
- na osnovi gornjih ugotovitev **določanje posameznih korakov** v delovnem ciklu

3. **Diagram pot-korak** naj vsebuje jedrnat informacije, po možnosti brez komentarjev:

- imena vseh potnih ventilov ter končnih stikal
 - jasno povezavo vzrok-posledica
- Na osnovi izdelanega diagrama pot-korak si je lahko izdelamo **spisek elementov**, ki jih bomo potrebovali za naše krmilje. Med ustvarjanjem krmilja bomo nato ta spisek dopolnjevali.

4. Narišemo **vezje krmilja**. V kolikor je mogoče, uporabimo **računalniški program**. Če je potrebno, izdelamo tudi **izjavnostno tabelo** (npr. pri zahtevnejših krmiljih), **logično vezalno shemo, preizkusno vezje**.

Na tej točki se naročnik in izvajalec dokončno uskladiata, pogosto se usklajene zahteve zabeležijo in podpišejo.

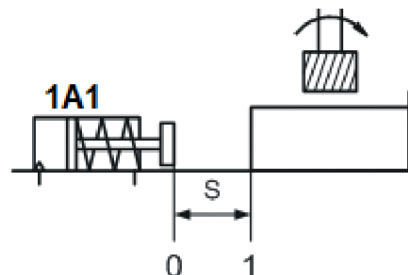
Šele sedaj se izdelata konkretno vezje.

5. **Besedni opis delovanja krmilja** naj bo napisan tako, da ga razumejo tudi nestrokovnjaki. **Spisek elementov** bo prišel prav pri nabavi, popravilih ali razširitvah sistema.

PRIMER projektiranja pnevmatičnega omrežja: vpenjanje obdelovanca.

V oklepajih vnašamo **opombe** - naše razmisleke:

1. **Tehnološka shema** in **besedilo**:



Ob pritisku na tipko vpenemo obdelovanec (**Potrebujemo torej samo eden delovni valj**). Obdelovanec ostane **vpet** tudi, **ko tipko spustimo** (**Pomemben podatek, ki pove, da bo verjetno treba uporabiti bistabilni potni ventil**).

Ob pritisku na drugo tipko obdelovanec izpne (**Podatek, ki določa število tipk, sproža pa tudi razmislek o vrsti delovnega valja**).

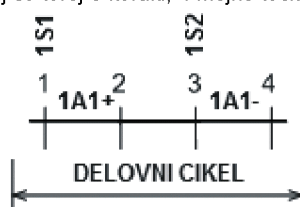
Naročniku postavljamo čim več vprašanj, npr.: kolikšna naj bo sila vpenjanja, masa obdelovanca, ali naročnik morda potrebuje varnostni vklop itd.. Nazadnje naj svoje zahteve tudi **podpiše**. To je še posebej pomembno zato, ker je od zahtev odvisno tudi število ventilov, kar pa seveda močno vpliva na **cenno**.

2. Določanje **korakov in delovnega cikla**:

Delovni valj poimenujemo 1A1. Predpostavimo dva potna ventila 1S1 in 1S2. Skrajšani zapis delovnega cikla:

1A1+, /, 1A1-

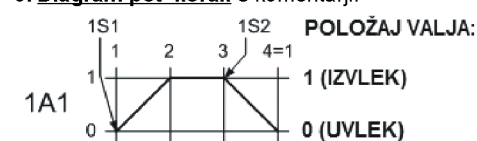
Poševnica / pomeni mirovanje valja 1A1 (vpenjanje v izvlečenem stanju). To je dodatni korak, skupaj so torej 3 koraki, 4 mejne točke in 4=1:



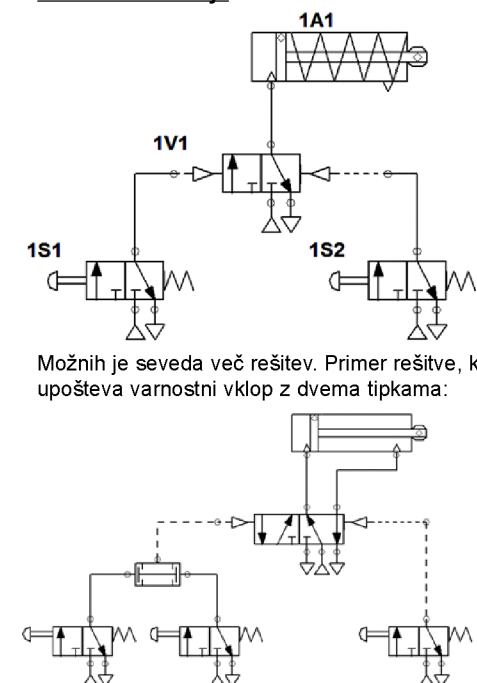
Zapišemo **vzroke** za posamezne mejne točke (kaj se zgodi, ko se odločili za to točko):

Točka	Vzrok	Opomba
1	Vklop stikala 1S1	Vklop bistab. ventila
2	Konec izvleka 1A1	Vpenjanje
3	Vklop stikala 1S2	Vračilo bistab. ventila
4	Konec uvleka 1A1	Izpenjanje

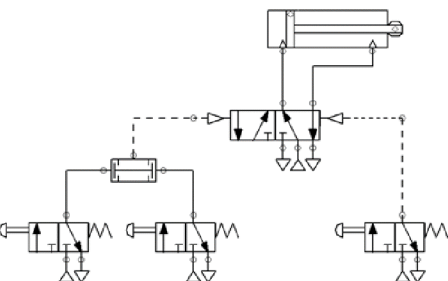
3. **Diagram pot-korak** s komentarji:



4. **Pnevmatično vezje**:



Možnih je seveda več rešitev. Primer rešitve, ki upošteva varnostni vklop z dvema tipkama:



Odločimo se za **prvo rešitev** (enosmerni valj).

5. **Delovanje krmilja**:

S pritiskom na ventil 1S1 dobimo krmilni signal 14, ki preklopi bistabilni ventil 1V1 in delovni valj opravi vpenjanje. Ko preklopimo na ventil 1S2, dobimo krmilni signal 12, ki preklopi 1V1 v začetno stanje. Delovni valj izpne obdelovanec.

Spisek elementov:

1x	1A1 (EDV - enosmerni delovni valj, NC)
1x	1V1 - 3/2 BV (bistabilni ventil)
2x	1S1, 1S2 - 3/2 MV (monostabilni ventili) cevi in priključki

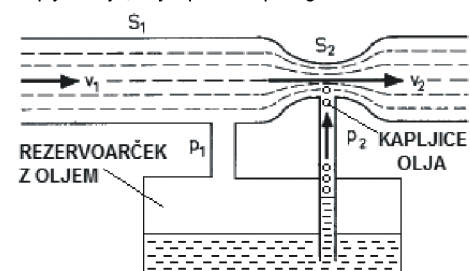
Prim. Pnevmatika - načrtovanje omrežja.

Nadtladni ventil Glej Izpustni ventil. Prim. Kompresorska enota.

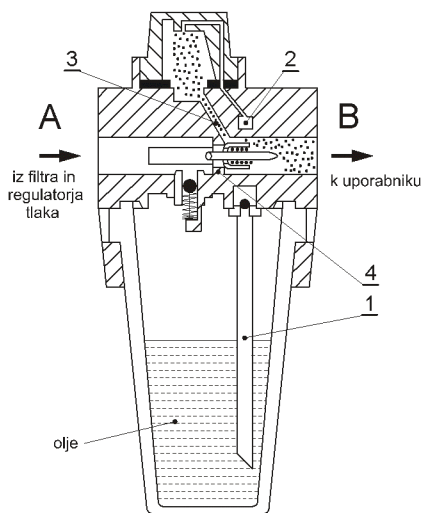
Nadtlak Glej Tlak.

Naoljevalnik Naprava, ki stisnjenemu zraku dovaja kapljice olja v obliki oljne megle. Tako zagotavlja **manjšo izrabo** premikajočih delov, **manjše trenje** in **zaščito pred korozijo**.

Princip delovanja je podoben Venturijevi cevi. Zaradi padca tlaka v zoženem delu cevi nastajajo kapljice olja, ki jih podtlak potegne v cev:



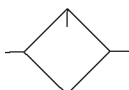
Sedaj pa pogledajmo še sestavne dele naoljevalnika, ki je narisani v vzdolžnem prerezu:



Uporabljamo **redko mineralno olje** viskoznosti 2 - 5°E, ki se razprši **po principu Venturijeve cevi**. Stisnjen zrak z delovnim tlakom se pretaka v smeri A-B, vmes se nahaja **zoženje 4**. Iz oljnega rezervoarčka teče olje skozi cevko 1, ki je povezana s kanalom 2 in nato preko kanala 3 vodi do zoženja 4. Ker se **na zoženju 4 delovni tlak zmanjša**, se na tem mesto "posrka" olje iz oljnega rezervoarčka in ustvarja se **oljna megla**.

Običajno je naoljevalnik kombiniran v istem ohišju v pripravni grupi. Kadar pnevmatsko omrežje up. za **zaščito z barvnimi ali lakastimi premazi** (razpršilniki), takrat stisnjenega zraka **ne naoljimo**.

Simbol naoljevalnika:



Vzdrževanje: gl. geslo Pnevmatika - vzdrževanje.

Nastavljivi dušilni ventil Glej Tokovni ventil.

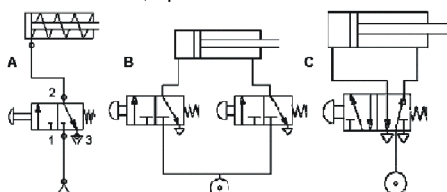
NC - normally closed Pri električnih kontaktih je to oznaka za **mirovno stikalo**. Pri pnevmatiki pa NC označuje:

- potni ventil, ki je v osnovnem stanju **zaprt** ali
- pnevmatični enosmerni valj, ki je v osnovnem položaju **uvlečen**

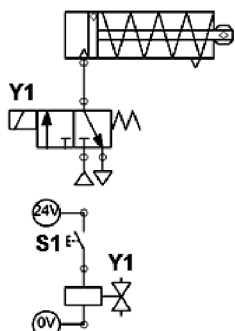
Glej Kontakt, Stikalo, Potni ventil - funkcije, Enosmerni delovni valj.

Negacija Nikalnica. V zvezi z logičnimi operacijami: **NE** logična funkcija. Prim. Logična funkcija, Disjunkcija, Konjunkcija.

Neposredno krmiljenje aktuatorjev Najbolj preprost način krmiljenja enosmernih ali dvosmernih cilindrov. Cilinder aktiviramo direktno s potnim ventilom, npr.:



Neposredno krmiljenje pri elektropnevmatiki:



Sin. Direktno krmiljenje aktuatorjev.

Nepovratni ventil Glej Zaporni ventili.

Nivoji v pnevmatičnih shemah Štejemo jih od spodaj navzgor:

5. nivo: DELOVNI ELEMENTI (cilindri, motorji itd.)

4. nivo: ELEMENTI ZA IZVRŠITEV UKAZOV

(delovni potni ventili, dušilni elementi)

3. nivo: OBDELAVA SIGNALOV

(zaporni, tokovni ventili ipd.)

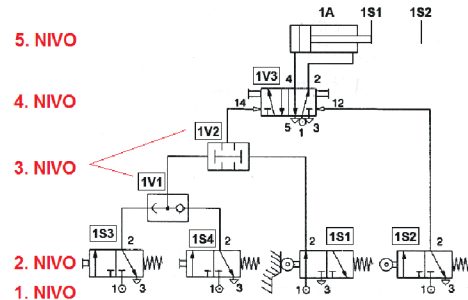
2. nivo: DAJALNIKI SIGNALOV

(potni ventili, tipke, končna stikala)

1. nivo: OSKRBA Z ENERGIJO

(kompresorji, pripravna grupa, sušilniki itd.)

Primer nivojsko urejene pnevmatične sheme:



Oskrba s stisnjenim zrakom (**1. nivo**) v zgornji shemi ni posebej prikazana, simboli za kompresor in pripravo zraka niso narisani. Vidimo samo priključke s stisnjenim zrakom, ki so oštevilčeni s številko 1. To je tudi najpogostejši način risanja pnevmatičnih shem.

Dajalniki signalov 1S1, 1S2, 1S3 in 1S4 so prikazani povsem spodaj (**2. nivo**).

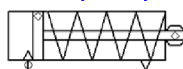
Ventila 1V1 in 1V2 obdelujeta signale (**3. nivo**). Delovni potni ventil 1V3 je namenjen le za izvrševanje ukazov (**4. nivo**).

Delovni valj 1A je izvajalni element (**5. nivo**).

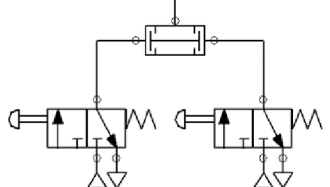
Razen risanja po nivojih je potrebno pri shemah paziti tudi na to, da izbiramo najkrajše vode, da je čim manj vijug in čim manj križanja vodov.

Večina pnevmatskih shem je tako preprostih, da 4. nivo ni potreben. Ker tudi oskrbe z energijo stisnjenega zraka ni treba podrobneje risati, nam v takih primerih preostanejo **samo še trije nivoji**:

DELOVNI ELEMENTI



OBDELAVA SIGNALOV



DAJALNIKI SIGNALOV

NO Ang. **normally opened**. Pri električnih kontaktih je to oznaka za **delovno stikalo**. Pri pnevmatiki pa NO označuje:

- potni ventil, ki je v osnovnem stanju **odprt** ali
- pnevmatični enosmerni valj, ki je v osnovnem položaju **izvlečen**

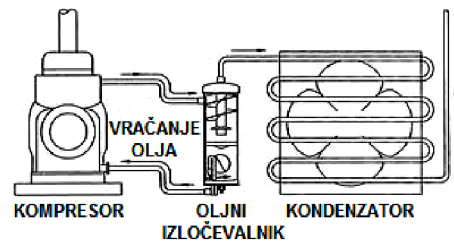
Glej Kontakt, Stikalo, Potni ventil - funkcije, Enosmerni delovni valj.

Ojnica Sestavni del batnih pogonskih in delovnih strojev: drog, ki **spreminja premočrtno** (linearno) gibanje v **krožno** ali pa spreminja **krožno gibanje v linearno**. Z ene strani je povezana z batom ali preko križnika na batnico, na drugi strani pa z **ročico** ali **s kolenom na gredi**. Slika: kompresor. Prim. batnica. Ojnica je tudi del voza: vsako od dveh ojes, med katera se vprega žival.

Oljni izločevalnik Naprava v pnevmatskem sistemu, ki spada med enote za pripravo zraka. Oljni izločevalnik je potreben **le za nekatere uporabe**, npr. za lakiranje avtomobilov, avtopralnice, na bencinskih črpalkah ipd. Uporaba pa je odvisna tudi od predpisov. Sin. oljni lovilec.

Še posebej pomembni so oljni izločevalniki **pri hladilnikih** (kompresorsko hlajenje). Olje za mazanje kompresorja namreč prehaja v kompresijski prostor in s tem v hladilno sredstvo. Olje v hladilnem sredstvu je seveda nezaželeno. V oljnem filmu, ki prekrije uparjalnik z notranje strani, nastajajo mehurčki, ki delujejo kot zelo dober izolator. Uparjalnik ima zato **majšo hladilno moč**. Nepravilnosti se pojavljajo tudi pri delovanju dušilnih (ekspanzij-

skih) ventilov in tankih ceveh. Pri dolgotrajni uporabi se olje vrača v kompresor, skupaj s hladilnim sredstvom - kompresor nato stiska olje (ki je nestisljivo), posledica pa so resne poškodbe ventilov ali pogona kompresorja.



Obstajajo različni principi delovanja oljnih izločevalnikov. Običajno imajo veliko prostornino, da v trenutku zmanjšajo hitrost zraka. V notranjosti imajo **ovire** (npr. spirale, na katere se olje opriema in nato odteče navzdol).

Pri manjših pnevmatičnih sistemih se olje izloča v običajnih filterih - skupaj z vodo in prašnimi delci. Kadar imamo posebne zahteve glede čistosti zraka, uporabljamo filterne vložeke za zelo fino čistost (premeri por 5 - 10 μm).

Omejevalnik tlaka V pnevmatiki jih uporabljamo predvsem kot izpustne (varnostne) ventile.

Override Glej Potni ventil - načini aktiviranja.

Označevanje pnevmatičnih elementov Glej geslo Pnevmatika - sheme, označevanje sestavin (novejši sistem označevanja) ali Pnevmatika - sheme, oštevilčeni elementi (starejši sistem označevanja).

Pah Strojniško: gibajoči se strojni element, podoben batu, ki suva, potiska, udari, tlači oz. sunkovito obremeni. Npr. **pahniti** (suniti), **pahljača** (kratko paha, ustvarja veter), **zapah** itd. Pogosto je pah udarni del naprave, npr. stiskalnice (preše, štanče). Poganjamo ga mehansko, električno (elektromotorji), pnevmatsko ali hidravlično (na batnicah valjev). Sin. pehalo, phalo, tolkalo, **potisni** (udarni) **nastavek**. Prim. dročnik.

PC - vzdrževanje Med redno vzdrževanje spada npr. redno **izpihavanje notranjosti systemske enote**, najmanj na vsaki 2 leti. Za to potrebujemo kompresor ~ 1 kW, s 15 - 20 L tlačno posodo, regulatorjem tlaka in s pištolo za izpihovanje. Izpihovanje nastavimo na 2 bar (prevelik tlak lahko povzroči poškodbe na ventilatorčku).

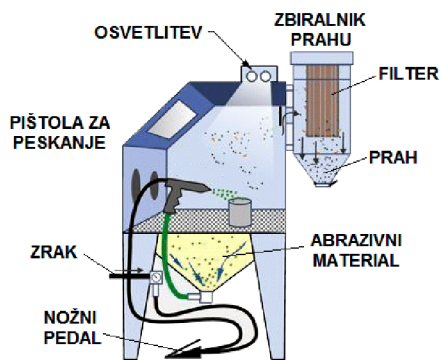
Pedal Nožno stikalo, nogalnik, stopalka. Izraz izvira iz nemščine in angleščine.

Peskanje Tehnološki postopek odrezavanja, pri katerem pištola za peskanje izstreljuje **snop brusnih zrn**, ki udarjajo na površino z veliko hitrostjo. Zaradi velike hitrosti brusna zrnca razbijajo in odstranjujejo nečistoče na površini.

Brusna zrnca (abrazivni material) so lahko iz kremenčevega peska, elektrokorunda, bakrove žlindre, jeklenih kroglic, sode itd., pištola za peskanje pa praviloma deluje na stisnjen zrak. Zrak dovajamo pod tlakom 3 - 10 bar, hitrosti ob izteku iz šobe pa znašajo 300-800 m/s.

S peskanjem odstranimo kovinske okside (rjo) in nečistoče, istočasno pa lahko **povečamo** ali **zmanjšamo hrupavost** površine, da pripravimo **osnovo za nanašanje zaščitnih sredstev, lužil ali galvanskih prevlek**. Hrupavost površine po obdelavi je odvisna od materialov, ki jih uporabimo za peskanje.

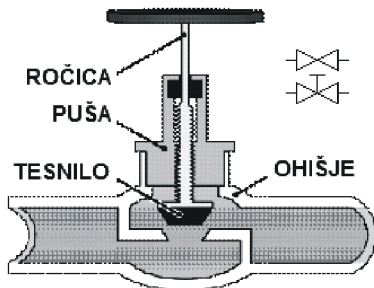
Peskamo lahko kovinske materiale (npr. notranje peskanje boilerjev), les, opeko, kamen, steklo in drugo. **Vrste naprav** za peskanje: peskalni sistemi, mobilni peskalni stroji, peskalni roboti, peskalne komore in peskalne kabine. Posebnost je čiščenje in obdelava površin **s suhim ledom**.



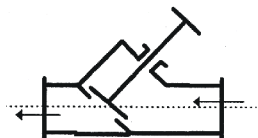
Najpogosteje uporabljamo peskanje za predpripravo površin pred nadaljnjo obdelavo pred varjenjem, barvanjem itd.. Pogosto pa ga uporabljajo tudi zobozdravniki za čiščenje poškodovanih zob:



Pipa Ventil z mehanskim tesnilom. Sin. ventil s sedežem (sedežni ventil). Prim. zapirni ventili.



Podobna izvedba je poševnosedežni ventil;



Malo drugačna izvedba pipe pa je krogelni ventil (glej posebno geslo).

Pištola za izpihovanje Pnevmatična naprava za čiščenje, odstranjevanje vlage ipd.:



Poraba zraka pri pištoli za izpihovanje je odvisna tako od premera šobe (običajno med 0,5 do 3,0 mm) kot tudi od tlaka stisnjenega zraka (običajno od 2 do 8 bar) in znaša 8 do 800 l/min.

Plinska vzmet Glej Pnevmatično vzmetenje.

Plunžer Bat ali **drog**, ki je običajno **aksialno voden**. Ang. plunjer: planiti naprej, pogrezniti se.

Pri **potnih ventilih**: pretični drog, ena od možnosti mehničnega aktiviranja, glej geslo Potni ventil - načini aktiviranja.

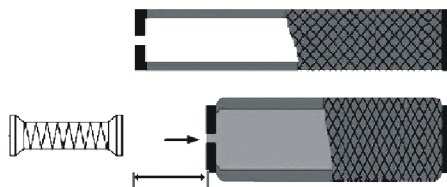
Pri **hidravličnih cilindrih**: **batnica**, ki sama **deluje kot bat** (bat in batnica sta iz enega kosa).

Pri **tlacnem litju**: bat, ki tlači litino v kokilo.

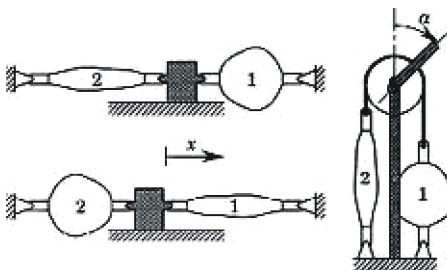
Plunžer je tudi **gumijasti čistilnik odtokov** (ki s potegom ustvari vakuum). Sin. tolkač. Ang. plunger. **Pnevmatičen** Kar je na pogon stisnjenim zrakom, npr. ~i cilindri, ~o dvigalo, ~a zavora.

Pnevmatična mišica Deluje podobno kot človeš-

ka mišica, ki se ob naprejanju razširi v prečni smeri in skrči po dolžini. Ko v pnevmatično mišico dovedemo stisnjen zrak, se prav tako razširi v prečni smeri in skrči po dolžini:



Uporaba: ponavadi jih uporabljamo v parih. Pri tem druga pnevmatična mišica deluje v nasprotno smer kot prva. Tako lahko npr. ustvarimo nihanja, ne da bi za to potrebovali veliko prostora:



Prim. Pnevmatično vzmetenje.

Pnevmatična vzmet → Pnevmatično vzmetenje.

Pnevmatična stopalka → Pnevmatična stopalka.

Pnevmatične cevi Glej Cevi za pnevmatično omrežje.

Pnevmatične delovne komponente To so npr. delovni valji, zasučni cilindri, pnevmatični motorji. Podrobneje glej pod gesli Pnevmatika - osnovne naprave po skupinah, Pnevmatični cilindri.

Pnevmatične krmilne komponente To so npr. potni, tokovni itd. ventili. Podrobneje glej Pnevmatika - osnovne naprave po skupinah.

Pnevmatični aktuatorji - posebne izvedbe Razen vseh vrst pnevmatičnih cilindrov štejevmo v to skupino še pnevmatične mišice, pnevmatsko vzmetenje in pnevmatične zasučne cilindre.

Pnevmatični akumulator Rezervoarček od 10 do 20 ml, ki se pri avtomatizaciji najpogosteje uporablja kot sestavni del pnevmatičnega časovnega člena.



Majhni pnevmatični akumulatorčki se seveda pogosto uporabljajo tudi za zabavo, predvsem za zračno orožje - paintball, airsoft ipd. Večji pnevmatični akumulatorji (jeklenke) se uporabljajo npr. za polnjenje majhnih akumulatorjev ipd. Še večji pnevmatični akumulatorji pa so tlačne posode.

Pnevmatični cevni priključki Osnovni (klasični) način spajanja pri pnevmatiki je **spajanje s cevnimi navoji**. Na ta način spajamo **pnevmatične naprave s priključki** in tudi **priključke s cevmi**.

Pnevmatične naprave že vsebujejo **notranji cevni navoj**, običajno 1/4", lahko tudi 3/8" itd.



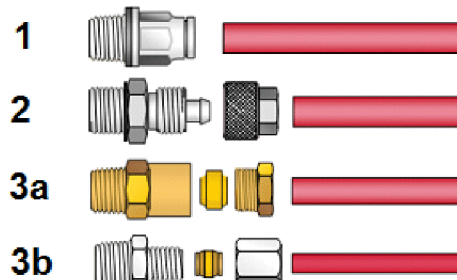
Premer zunanega navoja 1/4" znaša 13,12 mm, kar je precej več kot četrtnina cole - pojasnilo za to razliko glej pod geslom Whitworthov navoj. Premer zunanega navoja 1/8" znaša 9,73 mm. Tesnenje cevni zvez opisuje geslo Tesnenje.

Drugi način je **spajanje brez cevnih navojev**. Na ta način spajamo **priključke s cevmi**.

Navadni pnevmatični priključek ima dve spojni mesti, in vsaki strani po eno. Možnosti izdelave:

- **na obeh straneh s cevnim navojem** (npr. pri povezovanju kompresorja s fiksno kovinsko cevjo)
- **samo z ene strani s cevnim navojem** (pri povezovanju neke naprave s plastično cevjo) ali
- **brez cevnega navoja** (kadar povezujemo gibke plastične cevi med seboj)

Spodnja risba nam prikazuje priključke, ki imajo z leve strani cevni navoj, na desni strani pa različne priključke za gibke ali fiksne cevi:

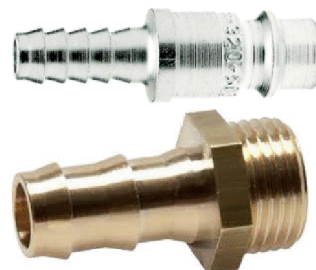


Opis zajema tudi priključke, ki niso na zgornji risbi: **1 zelo hitri spoj** oz. **hitrovitični priključek**, pravimo mu tudi avtomatični (drsn) priključek - plastično cev enostavno potisnemo v priključek, ang. push to connect, način delovanja opisuje geslo Hitrovitični priključek

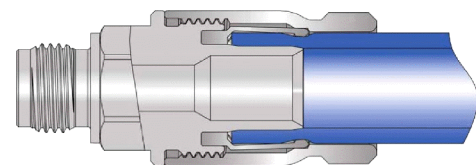
2 priključek z matico - plastično cev potisnemo preko zarobljenega (izbočenega) dela priključka (prim. Robljenje); položaj cevi fiksiramo s pritrdilno **matico** ali z **objemko**

3 kompresijska priključka za plastično ali kovinsko cev, z notranjo (a) ali z zunanjo (b) matico

4 hitra spojka, glej istoimensko geslo **5 ravni cevni priključek** ("smrekica") je prikazan na spodnji sliki; nanj se enostavno potisne gibka cev; obstaja več variant - pri nekaterih so potrebne objemke, pri drugih ne; pri izvedenkah brez objemke je nataktno cev možno razstaviti od priključka le tako, da cev prerežemo



Obstajajo tudi drugačni priključki, npr.:



Zaradi hitrosti in enostavnosti uporabe prevladujejo **hitrovitični priključki** in **hitre spojke**.

Pnevmatični cilindri Pnevmatične delovne komponente (valji), ki **pretvarjajo** energijo stisnjenega zraka v **premočrtno gibanje** batnice.

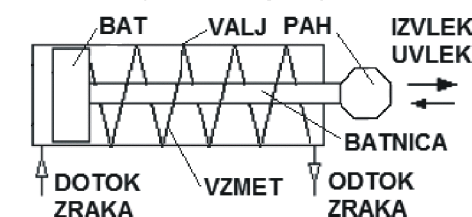
Ločimo dve vrsti gibanja:

- gib (hod) naprej oz. **izvlek**

- gib nazaj, povratni gib oz. **uvlek**

Delovni gib je gib, ki prenaša neko delo na okolico, povzroči pa ga stisnjeni zrak (ne pa vzmet).

Sestavni deli pnevmatičnega valja:



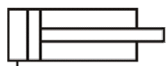
Angleško: izvlek - extend, uvlek - return

Glede na **SMER DELOVANJA** delimo cilindre na **ENOSMERNE** in **DVOSMERNE**. Na spodnji risbi sta z velikimi črkami označena osnovna simbola,

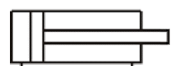
male črke pa označujejo izvedenki:



ENOSMERNI DELOVNI VALJ Z VZMETJO



enosmerni delovni valj



DVOSMERNI DELOVNI VALJ



dvostranski delovni valj

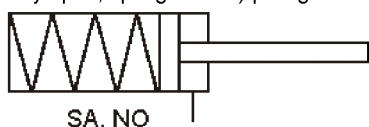
a) **Enosmerni delovni valji** (SA - single acting):

stisnjeni zrak opravlja **delovni gib** samo **v eni smeri**. Lahko so v osnovnem položaju:

- **uvlečni** (NC - normally closed, spring return)
- **izvlečni** (NO - normally opened, spring extend)

Njihova **hitrost** znaša 30-500 mm/s, **dolžina giba** 1 - 50 mm, **sila** pa 10 - 4.000 N. Zaradi vzmeti so primerni za **krajše gibe** (vpenjanje, izbijanje) in v primerih, ko **hitrost ni pomembna**. Največkrat uporabljamo batne, poznamo pa tudi membranske cilindre. Primeri uporabe: Pištola pnevmatska tlačna. Izračun sile na batnici - glej geslo Enosmerni delovni valj.

Pomembni so tudi **osnovni položaji** pnevmatičnih cilindrov. **Zgoraj** narisani enosmerni delovni valj z vzmetjo je **v osnovnem položaju uvlečen** (NC - normally closed, tudi spring return). V osnovnem položaju **izvlečen** valj (NO - normally open, spring extend) pa izgleda tako:



b) **Dvosmerni delovni valji** (DA - double acting):

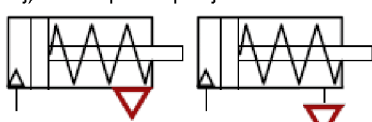
stisnjeni zrak opravlja **delovni gib v obeh smereh**, tako v smeri **izvleka** kot tudi v smeri **uvleka** (povratnega giba). Dvosmerni valji so le batni cilindri, **hitrost** 30 - 2.000 mm/s, **dolžina giba** 1 - 2.000 mm in **sila** 10 - 48.000 N. Po standardu so izdelani do premera 50 mm in do dolžine 2.500 mm (pri večjih dožinah je treba kontrolirati uklon in upogib batnice). Izračun sile na batnici - glej geslo Dvosmerni valj.

Pri dvosmernem valju se srečamo s **pojmom zračne blazine**. Povzroča jo tlak iztekajočega zraka, ki se ob preklopu ventila ne utegne dovolj hitro izprazniti. Pojav je podoben kot pri ročni tlačilki za kolesne pnevmatike - tudi tedaj, **ko pritiskamo v prazno**, čutimo **majhen upor**.

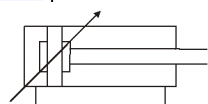
Posledica pojava zračne blazine je **manjša potisna sila in hitrost batnice**. Pri enosmernem delovnem valju tega pojava ni, saj iztekajoč zrak izteka direktno v atmosfero.

V praksi vpliv zračne blazine delno zmanjšamo z uporabo **hitroodzračevalnega ventila**.

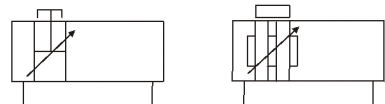
Simboli za izpust brez priključka (samo luknjica v valj) in za izpust s priključkom se razlikujejo:



POSEBNE VRSTE pnevmatičnih cilindrov:



dvosmerni delovni valj z nastavljivim končnim dušenjem



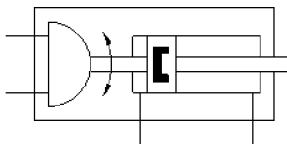
mahanski in magnetni brezbatnični valj

Pri dvosmernem delovnem valju **z nastavljivim končnim dušenjem** se **dušenje** gibanja **začne** šele **v določenem položaju bata**. Razlog: da se bat ne zabija s preveliko hitrostjo v cilinder - kar povzroča poškodbe, preveliko obrabo in tresljaje v končnih položajih. Prim. Končno dušenje cilindrov.

Industrijskih izvedb je veliko: **valji za uvitje** (imajo zunanji navoj, da jih lahko pritrdimo z uvijanjem), **ploščati valji** (za vgradnjo v ozkem prostoru), **mehasti valji** (glej Pnevmatiko vzmetenje), **zaustavljalni valji** (za zaustavljanje obdelovalcev) itd.

Med posebne vrste delovnih valjev spadajo tudi **integrirani delovni valji**. To so delovne enote, ki združujejo več delovnih valjev v enem ohišju, npr.:

- **večpoložajni valji**, ki ga dobimo, če združimo dva dvosmerna valja, glej istoimensko geslo
- **zasuščno-linearna delovna enota**, ki predstavlja kombinacijo dvosmernega in zasuščnega valja (batnica se izvleče in tudi zarotira), npr:



Integrirani valji se v industriji vse več uporabljajo.

PRIBLIŽNO SILO, ki jo zmore ustvariti katerikoli cilinder, izračunamo s preprosto enačbo:

$$F = p \cdot A$$

Površino bata A lahko približno izračunamo na pamet, za tlak p pa vzamemo kar vrednost 5 bar. Z zelo približnim računom ugotovimo, da bat s premerom **5 cm** "zmore" približno **1000 N**, torej lahko dvigne približno 100 kg. Če bo vpliv trenja, vzmeti itd. prevelik, tedaj bomo pač povišali tlak in bomo z istim premerom spet dosegli isto silo. Nadalje ugotovimo, da sila narašča s kvadratom premera bata. Bat s premerom **10 cm** torej "zmore" kar **4000 N** itd.

NATANČNEJŠI IZRAČUN SILE pa najdemo pod gesloma Enosmerni delovni valj in Dvosmerni valj.

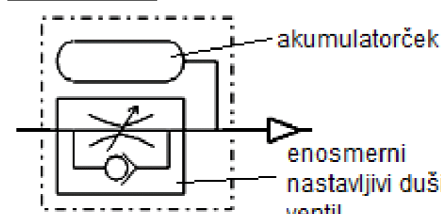
PNEVMATIČNI ZASUČNI CILINDRI opravljajo omejeno krožno gibanje, podrobnosti glej pod istoimenskim geslom. Simbol je spodaj levo:



Za ustvarjanje kontinuiranega rotacijskega gibanja pa uporabljamo **PNEVMATIČNE MOTORJE**, primer simbola je desno zgoraj.

Izračun **porabe zraka** pri posameznih delovnih komponentah pa pojasnjuje geslo Poraba zraka.

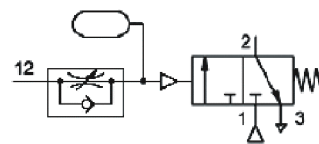
Pnevmatični časovni členi Sestav pnevmatičnih elementov, s katerim dosežemo, da se nam po nekem času spremeni signal na izhodu. V bistvu so to le **posebni načini aktiviranja potnih ventilov**. Pnevmatični člen za **zakasnitev vklopa** sestavljata **enosmerni nastavljivi dušilni ventil** in pnevmatični akumulator:



Dušilni ventil omogoča uporabo akumulatorja tlaka z manjšimi dimenzijami, enosmerni ventil pa po prenehanju napajanja zagotavlja hiter padec tlaka v akumulatorju tlaka.

Pnevmatični časovni člen nikoli ne vežemo direktno na delovni valj, saj bi se v tem primeru delovni valj izvlečal zelo počasi in s tresenjem. Zakasnitev delovne komponente nastavimo tako, da pnevmatični časovni člen povežemo s potnim ventilom.

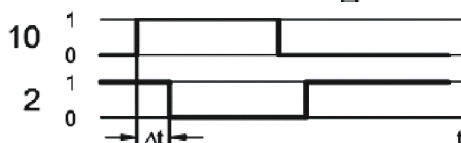
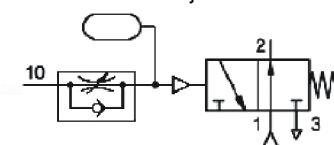
Ventil z zakasnitvijo aktiviranja (vklopom):



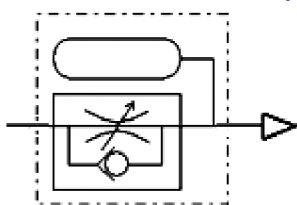
Δt je čas, potreben za **nadzorovano polnjenje** rezervoarčka (Δt lahko spreminjamo s spreminjanjem nastavitve nastavljivega dušilnega ventila). V odvisnosti od izvedbe ventila znaša zakasnitveni čas od 0 do 30 s.

Po prenehanju signala na 12 pa zaradi praznjenja rezervoarčka ponovno pride do zakasnitve. Te zakasnitve pa **ne moremo nadzorovati**.

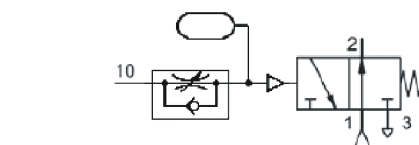
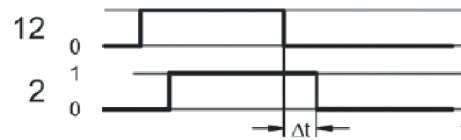
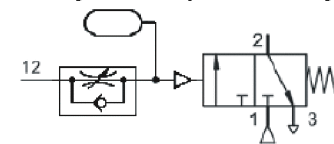
Zakasnitev aktiviranja lahko pomeni tudi zakasnitev prekinitve oskrbe s stisnjenim zrakom:



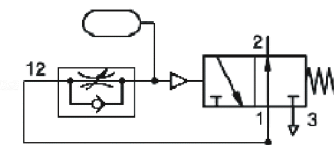
Pnevmatični člen za **zakasnitev izklopa**:



Ventil z zakasnitvijo izklopa aktiviranja:

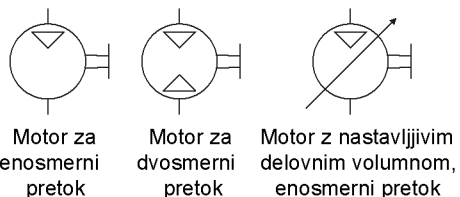


Časovni ventil za skrajšanje signala:



Pnevmatični motorji Pnevmatične delovne komponente, ki pretvarjajo energijo stisnjenega zraka v mehansko vrtilno energijo. Poznamo več izvedb:

- **Radialni batni motor**, ki deluje obratno kot sklop enostopenjsko in na isto gred povezanih batnih kompresorjev.
- **Aksialni batni motor**, ki gibanje dveh cilindrov preko opletavke spreminja v vrtilno gibanje. Batni motorji dosegajo 5.000 min⁻¹ vrtilne hitrosti in 1,5 do 19 kW moči.
- **Krilni motor** deluje obratno kot krilni (lamelni) kompresor in se najbolj pogosto uporablja. Vrtilne hitrosti rotorja: 3.000 - 8.500 min⁻¹. Obstajajo izvedbe za desno in levo stran vrtenja z regulacijo moči od 0,1 do 17 kW.
- **Zobniški motor**: stisnjen zrak deluje na boke dveh zobnikov v prijemu, kar povzroča vrtenje. Dosegajo visoke moči (do 44 kW), vrtilni moment je konstanten. Uporaba: za pogon rudarskih strojev.
- **Turbinski motor** deluje obratno kot turbinski kompresor. Dosegajo zelo visoko vrtilno hitrost (do 500.000 min⁻¹) in majhne moči. Uporaba: za pogon zobozdravniških svedrov, pnevmatičnih brusilk itd.



V primerjavi z elektromotorji imajo pnevmatični motorji tako prednosti kot slabosti. Najpomembnejši prednosti pnevmatičnih motorjev so:

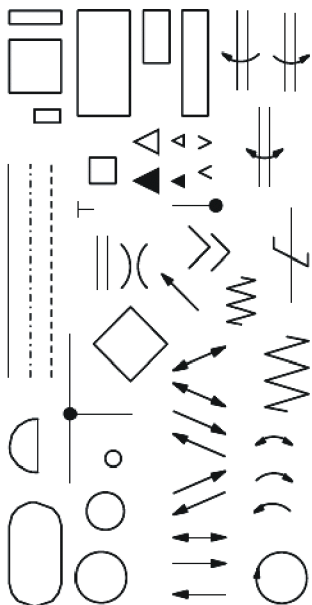
- visok zagonski moment
- moment lahko nastavljamo na enostaven način
- lahko jih preobremenimo tudi do ustavitve

Prim. Pnevmatični zasučni cilindri., Turbina, Hidromotor.

Pnevmatični priključki Glej Pnevmatični cevni priključki.

Pnevmatični simboli Določa jih mednarodni standard ISO 1219-1 iz leta 1991, dopolnjuje pa ga priporočilo CETOP RP 68 P.

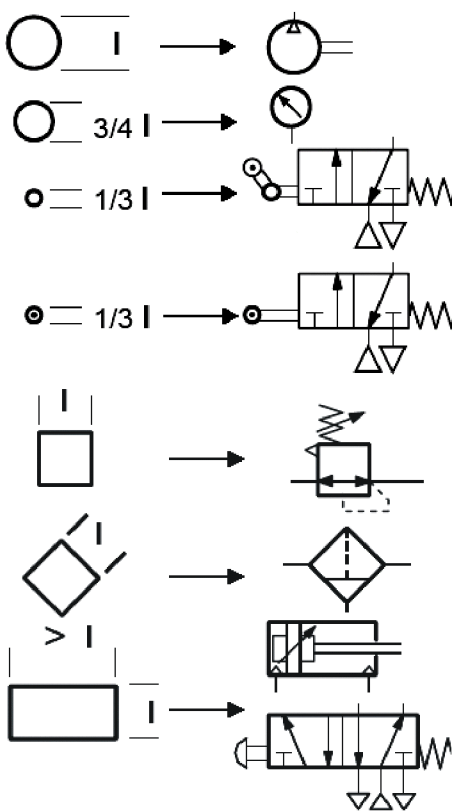
Preglednica osnovnih oblik in linij:



Pomen linij (črt):

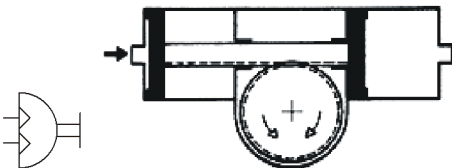
- polna linija pomeni delovni vod
- črtkana linija je krmilni vod
- s črto-piko pa je označena linija, ki povezuje več pnevmatičnih elementov v eden sklop

Velikost simbolov ni določena, so pa določena razmerja glede na osnovno dimenzijo I, ki običajno znaša 8 - 10 mm:



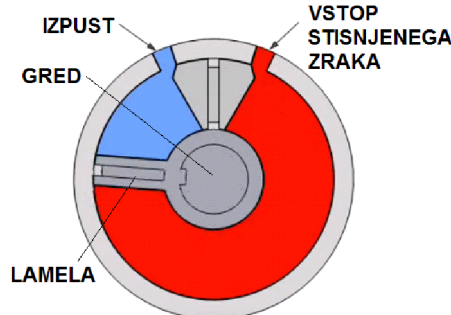
Pnevmatični valji Glej Pnevmatični cilindri.
Pnevmatični vodi Glej Cevi za pnevmatično omrežje.

Pnevmatični zasučni cilindri Pnevmatična naprava, ki premočrtno gibanje batnice spremeni v vrtenje izstopne gredi. Simbol in delovanje:



Konec batnice dvosmernega cilindra je na določeni dolžini **ozobljen**. Pri gibanju bata nato batnica poganja pastorek (majhen zobnik) in tako dobimo **iz premočrtnega krožno gibanje**.

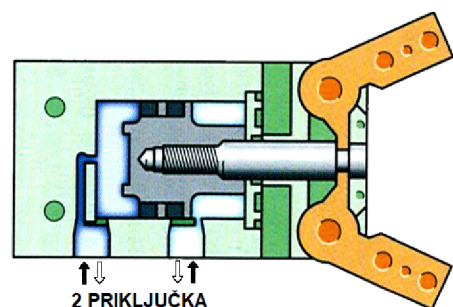
Glede na smer gibanja bata se lahko zobnik suče v eno ali drugo smer. Kot zasuka je odvisen od izvedbe: od 45 do 720°. Območje zasuka lahko tudi nastavimo. Vrtilni moment je odvisen od tlaka, ploščine bata in od prestavnega razmerja. Druga izvedba pnevmatičnega zasučnega cilindra je **z lamelami** (s krilci). Način delovanja je obraten kot pri lamelnem kompresorju, stisnjen zrak poganja lamelo (krilce) in s tem vrtilno gred:



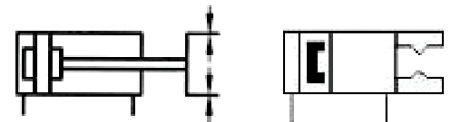
Uporaba: za obračanje obdelovancev, za upogibanje, za regulacijo klimatskih naprav, odpiranje vrat na avtobusih, vlakih itd. Sin. pnevmatični zasučni motor, zasučni cilindri, rotacijski cilindri, zasučni delovni valji. Prim. Pnevmatični motorji.

Pnevmatično omrežje Glej Pnevmatika - osnovne naprave po skupinah.

Pnevmatično prijemalo Dvosmerni valj, ki pomik batnice spreminja v krožno gibanje ročice okrog tečaja. S tem je omogočeno prijemanje:



Simbol:



Desni simbol je dvosprtno pnevmatično prijemalo s trajnim magnetom na batni in z reedovim končnim stikalom. Takšno prijemalo vsebuje tudi električni vod s tremi žičkami (2 sta napajanje, tretja je signal) in odda signal, ko je prijemalo zaprto. To je elektropnevmatični element, ki se riše tako v pnevmatični kot tudi v električni shemi.

Prim. Prijemalo.

Pnevmatično vzmetenje Glej Pnevmatiko ~.

Pnevmatika

1. **Znanost:** fizikalni **nauk** o mehaničnih lastnostih zraka in drugih plinov. Gr. *pnevma*: dah, veter.
2. **Tehnika**, tehniška veda, ki se ukvarja z elementi, **napravami** in postroji, ki za opravljanje dela uporabljajo:
 - **nadtlak**: stisnjen (komprimiran) plin (zrak)
 - **podtlak** (vakuum)
 Pnevmatika kot tehnična veda zajema načrtovanje, proizvodnjo, montažo in vzdrževanje teh naprav.

Pri električnih napravah ves čas nadziramo napetost in tok, pri pnevmatiki pa nadziramo drugi dve vhodni veličini: in **TLAK** in **PRETOK** zraka.

Razdelitev na osnovne funkcionalne skupine → Pnevmatika - osnovne naprave in elementi.

3. Plašč in zračnica na kolesu vozila.

Pnevmatiki: ki zadeva pnevmatiko kot znanstveno panogo, npr. ~ zakoni. **Pnevmatičen**: na pogon s stisnjanim zrakom (plinom).

Pnevmatika - načrtovanje omrežja Uporabljajo se predvsem naslednje metode dela:

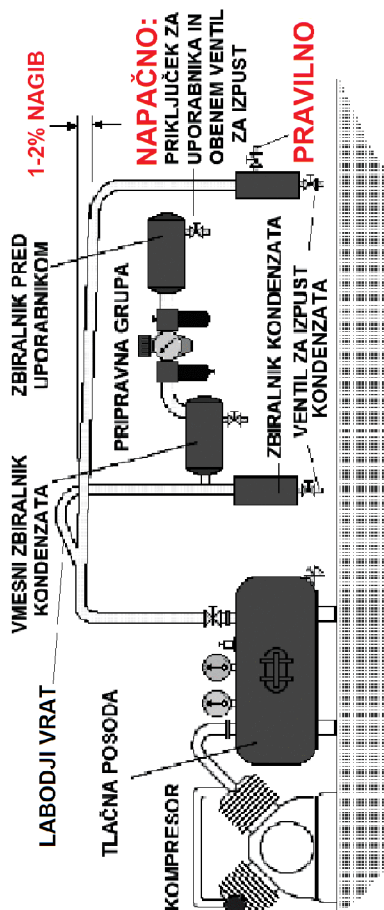
- **intuitivne metode** temeljijo na **podzavestnem sklepanju**, **brez utemeljitve** in zahtevajo dobro poznavanje elementov pnevmatike
- **izkustvene metode** so **pravila**, ki nas postopoma vodijo od zasnove do realizacije vezja
- **matematične metode** pa so v opuščanju

Najpogosteje se uporabljajo izkustvene metode. Podrobnejši opis in primer je opisan pod geslom Načrtovanje pnevmatskih krmilij.

Pnevmatika - nivoji Glej geslo Nivoji v pnevmatičnih shemah.

Pnevmatika - osnovne naprave po skupinah Če želimo spoznati pnevmatske sisteme, moramo najprej narediti **strnjen pregled** preko vseh naprav, ki jih imenujemo tudi enote, komponente, delovni ali krmilni členi, gradniki, sestavine, elementi itd.

Primer **pnevmatikega omrežja**:



Pnevmatske naprave **PO SKUPINAH**:

1. NAPRAVE, KI STISNEJO IN SHRANJUJEJO

ZRAK: kompresorji (ki ustvarijo primarni tlak) in tlačne posode (rezervoarji - shranjevalniki stisnjenega zraka).

2. NAPRAVE ZA PRIPRAVO ZRAKA: pripravna grupa (filter + regulator tlaka + naoljevalnik), izločevalniki vlage (zbiralniki kondenzata, ciklonski separatorji), naprave proti zmrzovanju kondenzata, oljni izločevalniki, sušilniki zraka ipd. Njihova naloga je, da pripravijo zrak (izločijo delce in vlago, naoljijo) in ustvarijo konstanten delovni tlak, ki je potreben na posameznem delovnem mestu (v večini primerov 6 bar, zelo redko pod 4 bar ali nad 10 bar). S pripravo zraka preprečimo prekomerno obrabo pnevmatičnih komponent, način priprave zraka pa je odvisen tudi od uporabe (npr. zrak v zobotehniko se pripravlja drugače kot za industrijo). Prim. Priprava zraka.

3. ENOTE ZA TRANSPORT IN MERJENJE stisnjene zraka:

- cevi za pnevmatično omrežje (delovni in krmilni vodi, fiksni in gibljivi cevovodi),
- pnevmatični cevni priključki: cevne spojke, razvodi, razdelilniki, spojni elementi, hitre spojke ..., kolena, reducirni nastavki itd.
- merilne naprave: indikatorji (pokazatelji) tlaka, merjenje tlaka (manometri), merjenje pretoka zraka - glej Venturijeva cev

4. ENOTE ZA NADZOR IN KRMILNENJE stisnjene zraka:

- Potni ventili (krmilniki poti), končna stikala.
- Nadzor pretoka: tokovni (nepovratni, enosmerni, protipovratni), zaporni in zapirni ventili, dušilna mesta (pipe, zasuni).
- Nadzor tlaka: tlačni ventili, tlačni prekloniki, tlačna stikala.

Sin. pnevmatične krmilne komponente.

5. NAPRAVE, ki jih stisnjen ZRAK POGANJA.

To so pnevmatične delovne komponente, porabniki zraka, ki spreminjajo energijo stisnjene zraka v mehansko energijo. Imenujemo jih aktuatorji ali sekundarni pretvorniki energije in jih delimo glede na vrste gibanja:

- za premočrtna gibanja (naprej - nazaj): pnevmatični cilindri oz. delovni valji (za preračun

glej geslo Enosmerni delovni valj in dvosmerni delovni valj); posebne oblike so **valji s končnim dušenjem** (glej geslo Končno dušenje cilindrov), **brezbatnični valji**, **pnevmatične mišice** itd.

- za krožna (vrtljiva) gibanja (motorji): pnevmatični motorji

- za nihajna gibanja (zasuči): pnevmatični zasučni cilindri, pnevmatična prijemala

Naprave v peti skupini izvajajo neka opravila in jih glede na uporabo razdelimo po skupinah:

PIŠTOLE za privijanje vijakov, za kovice, za izpihovanje, naoljevanje, peskanje, pihanje, sušenje, airbrush, pištole za brizgalno ali prašno lakiranje, za vezanje pločevine, za silikon, za izdelovanje klobas, za iztiskavanje tesnilnih mas itd. **Pnevmatične VULKANIZERSKE naprave**: montirke, dvigala itd.

Pnevmatična ORODJA in PRIPOMOČKI: priležni, račne, vrtni stroji, kladiva (vrtalna itd.), zračni transport, žebeljniki (zabijalni aparati), spenjalniki, pnevmatično kovičenje, vbojne žage, vzvodne in zarezne škarje, ekscentrični brusilniki, polirke, superfiniš, čiščenje, polnjenje pnevmatik, mazalke, zapirala za vrata, preše, igličar (za odstranjevanje rje) itd.

INDUSTRIJSKA pnevmatika: pnevmatična prijemala (dvo-, triprstna), sesalna prijemala, naprave za sortiranje, pakiranje, napihovanje plastike itd.

POSEBNE pnevmatične NAPRAVE: zračno vzmetenje, odpiranje vrat (vhodnih, na avtobusih, vlakih), centralno zaklepanje s podtlakom, zavore tovornjakov, prehrabna - procesna - kemijska - zdravstvena - zobozdravstvena industrija, glasbila (npr. orgle) itd.

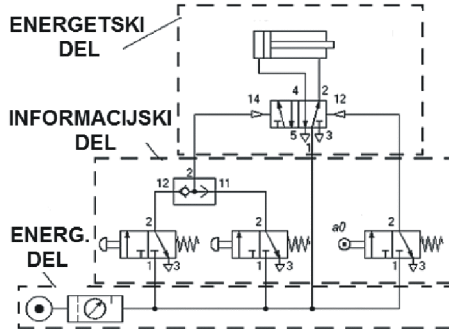
PRETVORNIKI TLAKA, tudi v drugo obliko energije, npr. pnevmatično hidravlični valji ipd.

PNEVMATIČNE VZMETI, glej geslo Pnevmatiko vzmetenje

Naprave, ki izkoriščajo **ENERGIJO PODTLAKA**: sesalna prijemala itd.

Vedeti moramo, pri katerem tlaku naprava pravilno deluje. **Osnovni podatek** je poraba zraka pri tem tlaku. Efektivna zmogljivost kompresorja mora biti večja od vsote porab zraka pri vseh porabnikih, ki delujejo hkrati.

Pnevmatiko omrežje delimo na **ENERGETSKI (močnostni)** in **INFORMACIJSKI (krmilni)** del:



Pnevmatika - prednosti in pomanjkljivosti

PREDNOSTI

1. Stisnjen zrak **VSEBUJE MEHANSKO ENERGIJO** in zato on **DIREKTNO POGANJA** naprave, na katere je priključen. Pri tem lahko ustvarja tako **krožno** kot tudi **premočrtno** gibanje. Obenem ima pnevmatika prednost, kadar je potrebno **na majhnem** razpoložljivem **prostoru spremeniti smer gibanja**.

Pri **ELEKTRIKI** pa ni tako. Ko jo dovedemo do neke naprave, jo je treba **NAJPREJ SPREMEMITI V MEHANSKO ENERGIJO** - za to pretvorbo pa potrebujemo elektromotorje ipd.

Elektromotorji praviloma proizvajajo **krožno gibanje**, ki ga je pogosto potrebno **spremeniti v premočrtno** (npr. vbojna žaga), včasih v **oscilirajoče gibanje** ipd. Za to potrebujemo pretvornike (vzvodovje, ekscentri itd.), ki **zavzemajo prostor**, porabljajo energijo, obenem pa so izpo-

stavljeni obrabi.

Ker ni potrebno pretvarjati energije iz ene oblike v drugo, so lahko pnevmatične naprave **lažje** od električnih. Pri pnevmatičnih napravah tudi ni treba skrbeti ali bo akumulator deloval ali ne.

2. Pnevmatične naprave se zelo **malo obrabijo**, **redko se kvarijo** in imajo **dolgi rok trajanja**.

So **robustne** in **zanesljive** ter so **neobčutljive** na magnetna ali električna polja. Možna je velika pogostost preklonov, odzivni časi so kratki.

Pnevmatične naprave lahko preobremenimo do zaustavitve, električne naprave pa v takem primeru **pregorijo**.

3. Velika prednost pnevmatičnih naprav je uporaba v primerih, ko je potrebna **velika moč pri majhnih vrtilnih hitrostih** - v takih primerih imajo boljše lastnosti kakor električne naprave. Pri pnevmatičnih napravah je avtomatizacija **cenena**, možno je **enostavno nastavljanje** hitrosti in sile na valjih ali hitrosti in navora pri motorjih. **Vzdrževanje** je preprosto.

4. Velika prednost pnevmatike je **VARNOST**, saj ni nevarnosti za nastanek električnega udara, eksplozije ali požara, tudi pri preobremenitvi. Zato se priporoča uporaba tudi v rudnikih, predelavah lesa, lakirnicah (kjer je tveganje večje). **Prisotnost vode** je lahko vir nevarnosti pri električnih napravah (npr. pri avtokaroserijskih opravilih - mokro brušenje ipd.), pri pnevmatskih napravah pa prisotnost vode ni nevarna.

5. Prednosti v primerjavi s hidravliko:

- zrak za pogon naprav lahko **jemljemo iz ozračja** brez omejitev
- stisnjen zrak lahko **transportiramo na večje razdalje** (izgube ~0,4 bar/100m)
- stisnjen zrak **lahko shranjujemo** v tlačnih posodah in ga nato poljubno prenašamo; na 1 dm³ prostornine lahko akumuliramo energijo 850 J pri nadtlaku 5 bar in temperaturi 20°C
- **temperatura**: če stisnjen zrak ne vsebuje vlage, sistem zanesljivo deluje **od -60 do +200°C**

6. Pomembna prednost pnevmatike je tudi to, da je stisnjen zrak lahko tudi **blažilni element**, kar je lahko v določenih primerih uporabe lahko zelo pomembno, npr. pri **kovaških kladivih** (kjer ni dovoljeno povsem določeno, togo gibanje).

POMANJKLJIVOSTI

1. **Draga priprava zraka**: odstraniti je treba umažanijo, vlago in kompresorsko olje. Pri težjih pogojih obratovanja sledi **še naoljevanje z mazalnimi oljem**, ki ima majhno viskoznost. Oljna megla pri odzračevanju je **ekološko sporna**.

2. **Stisljivost zraka** ima svoje slabosti: neenakomerne hitrosti batnice pri spreminjajoči obremenitvi, problematični so počasni gibi batnic. Zaradi stisljivosti zraka pnevmatika ni tako **natlačna** kot npr. električne ali hidravlične naprave.

3. **Glasnost in tesnenje**: glasno je šumenje zaradi odzračevanja. Električnih naprav ni potrebno **tesniti**.

4. V primerjavi s **hidravliko** imajo delovne komponente **velike dimenzije** zaradi omejitve delovnega tlaka na 6 - 10 bar. To pa vpliva tudi na gospodarnost - zaradi večjih dimenzij so lahko tudi **cene** cilindrov **višje**.

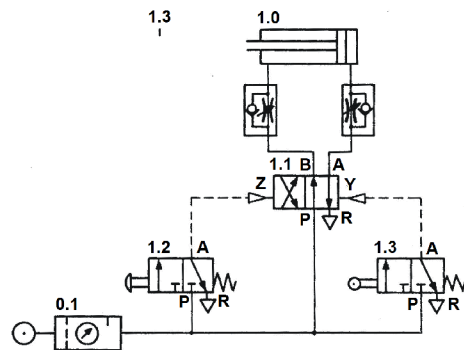
5. Občutljivost na **nizke temperature**, če zrak vsebuje prevelike količine vlage.

Obstajajo področja uporabe, na katerih so pnevmatične naprave **izpodrinile vse ostale možnosti**, npr.: razprševanje barv, peskanje, vulkaniziranje, nastavitve vrtilnega momenta, servozavore pri avtomobilu itd.

Pnevmatika - sheme, oštevilčeni elementi Poimenovanje pnevmatičnih naprav s številkami se je uporabljalo po starem standardu. Poznavanje tega načina poimenovanja pa je še danes potrebno, saj so stare sheme še vedno v uporabi.

- 0 skupina za oskrbo z energijo
- 1., 2. skupina krmilja, ki pripada posameznemu delovnemu elementu - cilindru
- 0 delovni elementi (1.0, 2.0, ...)

- .1 glavni krmilni ventil delovnega elementa - cilindra (1.1, 2.1, ...)
- .2, .4 elementi, ki vplivajo na gibanje posameznega delovnega elementa - skupine **naprej**, na aktivirana stanja (1.2, 2.4 ...)
- .3, .5 elementi, ki vplivajo na gibanje posameznega delovnega elementa - skupine **nazaj**, na vračanje v osnovno stanje (1.3, 2.3 ...)
- .01, .02 elementi, ki so med delovnimi elementi in glavnim krmilnim ventilom, za **prilagoditev signalov** (1.01, 1.02 ...), npr. izmenični nepovratni ventil itd.



Pnevmatika - sheme, poimenovanje naprav

Pri zahtevnejših in obsežnejših krmiljih je bolje, da **naprave** na krmilnih shemah sistematično poimenujemo s črkami in številkami po ISO 5599.

Zakaj je poimenovanje sploh potrebno:

- a) Da **identificiramo** posamezne pnevmatične ali električne **NAPRAVE** na krmilnih shemah, npr. delovne valje, potne ventile, stikala ...
- b) Da so jasno razvidne posamezne **POVEZAVE** na **pnevmatičnih** krmilnih shemah. Konkreten primer je posredni način risanja mehanskih končnih stikal: **položaj senzorja** mehanskega končnega stikala poimenujemo in povežemo s "kolenom", ki ima enako ime.
- c) Da so jasno razvidne posamezne **POVEZAVE** na **električnih** krmilnih shemah. Konkreten primer je risanje releja: tuljavico releja poimenujemo z enakim imenom kot kontakte releja.
- d) Da **pretvornike signalov** pravilno **POVEŽEMO** med pnevmatično in električno krmilno shemo. Če je pretvornik signala **sestavni del neke naprave**, ga posebej poimenujemo in nato z enakim imenom označimo isti pretvornik še na električni shemi. **Primer**: posebej poimenujemo elektromagnetni ventil (sestavni del potnega ventila) na pnevmatični shemi in nato z enakim imenom še na električni shemi.
 - Na obeh shemah enako poimenujemo tudi **celotno napravo**, npr. brezdotični senzor: na pnevmatični shemi je pomemben **položaj**, na električni shemi pa je pomembna **izvedba stikala**.

Pri **konstruiranju shem** najlažje iščemo znak **po abecednem redu imen** pnevmatičnih **naprav**:

- aktuatorji (delovni valji itd.) **A**
- brezdotični signalniki **B**
- cilindri (delovni) **A**
- črpalke **P**
- delovni potni ventili **V**, dvotlačni ventili **V**
- delovni valji **A**
- dušilni ventili **V**
- dvotlačni ventili **V**
- enosmerne ventili **V**
- električna stikala **S**
- električno končno stikalo **S**
- elektronski brezdotični signalnik **B**
- elektromagnet **Y**
- indikatorske naprave (lučke) **H**
- izmenični nepovratni ventili **V**
- kompresorji **P**
- končna stikala **S** (z dotikom), **B** (brezdotična)
- kontaktor **K**
- mejna stikala **S** (z dotikom), **B** (brezdotična)
- navitje EM ventila **Y**
- ostale sestavine **Z**
- pogonski motorji **M**
- položaj senzorja **S**

- potni ventili: krmilni **S** in delovni **V**
- reedov kontakt **B**
- rele **K**
- ročno aktivirana tipka, stikalo vhodne naprave **S**
- senzorji **B**, **S**
- solenoid (elektromagnet, tuljavica ventilov) **Y**
- stikala (npr. električna) **S**
- tlačno stikalo **B**
- tuljavice ventilov (navitje EM ventila) **Y**
- valji (delovni) **A**
- ventili **V** (dvotlačni, izmenični nepovratni, zaporni, dušilni, zapirni itd.)
- zapirni in zaporni ventili **V**

Abecedni red znakov - za **prepoznavanje shem**:

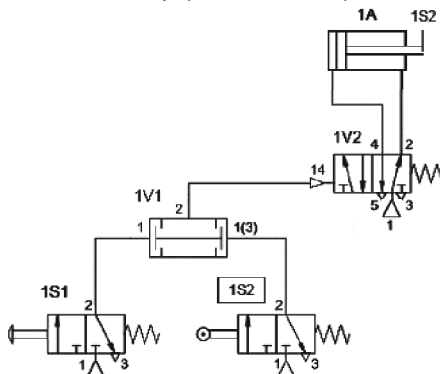
- **A** - aktuatorji (delovni valji itd)
- **B** - brezdotični senzorji (reedov kontakt ipd.), elektr. brezdotični signalnik, tlačno stikalo
- **H** - indikatorske naprave (lučke)
- **K** - rele, kontaktor
- **M** - pogonski motorji
- **P** - črpalke, kompresorji
- **S** - končna stikala, potni ventili, senzorji, položaj, mejno stikalo, ročno aktivirana tipka, stikalo (vhodne naprave)
- **V** - ventili: delovni potni ventili, zaporni ventili (dvotlačni, izmenični nepovratni, krmiljeni nepovratni ...), zapirni ventili, tokovni ventili, (dušilni, enosmerni nastavljeni dušilni) ipd.
- **Y** - tuljavice - navitja EM ventilov, solenoid
- **Z** - ostale sestavine

SKUPNO IME naprave je sestavljeno **iz 4 znakov**:

1-1B2

- zaporedna št. naprave
- oznaka (znak) pnevmatične naprave
- št. krmilja oz. delovne komponente
- št. prostora, proizvodne enote, linije ipd. enostavna krmilja te številke nimajo

Primer označevanja pnevmatičnih naprav:



Pnevmatika - vzdrževanje Redno vzdrževanje lahko razdelimo po skupinah:

NAPRAVE, KI STISNEJO IN SHRANJUJEJO ZRAK: čiščenje in ravnanje po navodilih za uporabnika ter v delavniškem priročniku.

ENOTE ZA PRIPRAVO ZRAKA:

Vzdrževanje filtra:

- potrebna je redna **kontrola nivoja** kondenzata in **pravočasni izpust kondenzata**, sicer stisnjeni zrak potegne kondenzat za seboj v sistem; posebej pozorni smo **pozimi**, ker lahko kondenzat zmrzne, raztezanje ledu pa lahko poškoduje filter
- **filtrski vložek** je potrebno občasno zamenjati v odvisnosti od časa uporabe in od zahtevane stopnje čistosti zraka
- plastično posodo za filter (kozarec) in kanale je potrebno občasno **očistiti** (izpihati), vendar jih nikoli ne peremo s trikloretilenom

Vzdrževanje regulatorja tlaka:

Občasno primerjamo nastavljeni delovni tlak s **kontrolnim manometrom**.

Vzdrževanje naolievalnika:

Pozorni moramo biti na to, da dolivamo vedno **olje** s **pravilno viskoznostjo**. Občasno **očistimo kozarec** in **izpihamo kanale**.

ENOTE ZA TRANSPORT, MERJENJE IN NADZOR STISNJENEGA ZRAKA

Pregled (kontrola) **tesnosti** v sistemu. S kontrol-

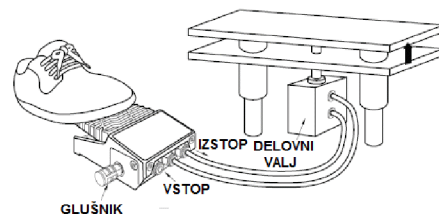
nim manometrom občasno preverimo pravilnost delovanja merilnih naprav.

KRMILJA IN KRMILNIKI: ravnanje po navodilih za uporabnika ter v delavniškem priročniku.

NAPRAVE, KI JIH STISNJE ZRAK POGANJA: preverjanje tesnosti, občasno mazanje in ravnanje po navodilih za uporabnika.

Pnevmatska stopalka Potni ventil, ki se aktivira z nogo. Klasične izvedenke so:

- 2/2 za enosmerne delovne valje (ko stopalko razbremenimo, ostane delovni valj v zadnji legi, odzračevanje pa se izvrši z dodatnim ventilom)
- 5/2 za dvosmerne delovne valje

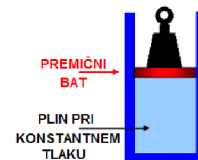


Sin. pnevmatični pedal.

Pnevmatski Kar zadeva pnevmatiko kot panogo, npr. ~i zakoni.

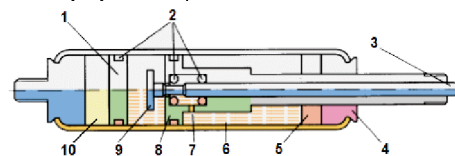
Pnevmatsko omrežje Glej Pnevmatika - osnovne naprave po skupinah.

Pnevmatsko vzmetenje Osnovno pnevmatsko oziroma zračno vzmetenje izgleda tako:



Zračne (plinske) vzmeti so odlična rešitev za blaženje vibracij strojev, tudi za olajšanje dvigovanja zadnjih vrat avtomobila ipd.

Blokirne plinske vzmeti so običajno kombinirane pnevmatsko - hidravlične. Uporabljajo se npr. za nastavljanje višine pisarniških stolov:



1 Bat, ki ločuje olje in plin **2** Tesnila **3** Odmikalo ventila **4** Vodilo **5** Tesnilo **6** Olje **7** Šoba **8** Bat **9** Ventil **10** Plin (običajni dušik)

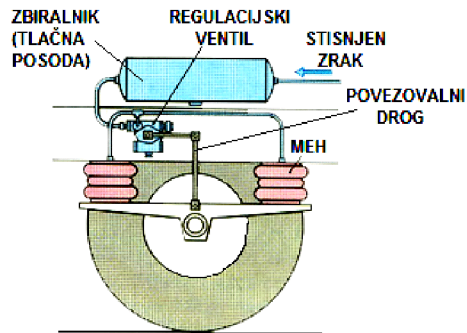
Točka 3 je obrnjena navzgor, je tik pod sedežem. Zrtljivo ročico pritisnemo na odmikalo 3, ki odpre ventil 9 - to je kljub nestisljivosti oja možno, ker se bat 10 pomakne navzdol; premik ventila 9 omogoči pretok olja in s tem spuščanje ali dvigovanje sedeža. Ko ročico popustimo, hidravlični tlak dvigne ventil 9 in spuščanje ali dvigovanje sedeža je spet onemogočeno.

Seveda lahko tlak plina tudi povečujemo s pomočjo kompresorja in na ta način lahko povečujemo obremenitev. Simbol za pnevmatično vzmet z enim, dvema ali tremi **mehovi** izgleda tako:

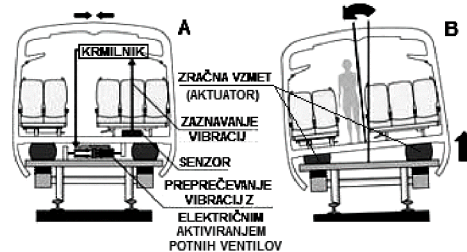


Uporaba: pnevmatsko vzmeteni avtomobilski in drugi sedeži, avtodvigala, vzmetenje avtobusov, tovornjakov, priklopnikov, železniških vagonov itd. Poznamo tudi **aktivno pnevmatsko vzmetenje** (patent podjetja TAM Maribor), ki deluje tako:

- senzor zazna prevelike vibracije (prevelik nagib vozila) in pošlje signal krmilniku
- krmilnik predela prejete informacije in pošlje signal na potni ventil
- potni ventil se aktivira in spremeni tlak v zračni vzmeti



Princip aktivnega zračnega vzmetenja v železniškem vagonu prikazuje spodnja risba:



Prim. Hidropnevmatsko vzmetenje.

Položajni plan Glej Tehnološka shema.

Poraba zraka Osnovni podatke posameznih porabnikov zraka je [poraba zraka pri podanem tlaku](#). Zmogljivost kompresorja mora biti večja od vsote porab zraka pri vseh porabnikih, ki delujejo hkrati. Prim. Zmogljivost, Kompresor.

Poraba zraka pri enosmernem delovnem valju:

$$Q = n \cdot V \quad [L/min]$$

Poraba zraka pri dvosmernem delovnem valju:

$$Q = 2 \cdot n \cdot V \quad [L/min]$$

V ... volumen valja [L/gib]

n ... frekvenca gibanja [gib/min]

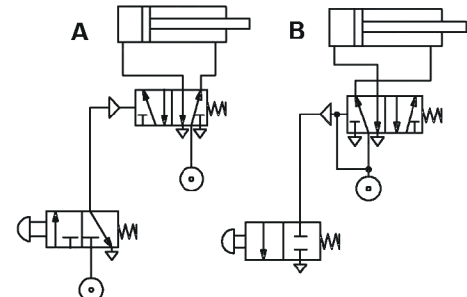
Iz zgornjih dveh enačb se izračuna približna poraba zraka (ki je večja od realne porabe) pri kateremkoli nazivnem tlaku. Takšen izračun nam koristi le za približno določanje kompresorja.

Posebne vrste delovnih valjev Glej geslo Pnevmatični cilindri.

Posredno aktiviranje potnih ventilov Glej Potni ventil - načini aktiviranja, Elektromagnetni ventil.

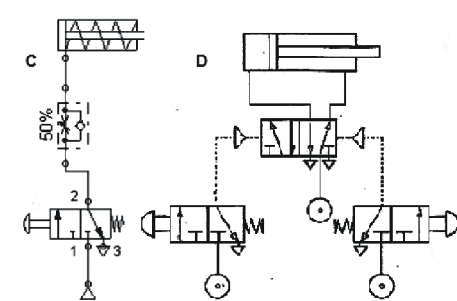
Posredno krmiljenje aktuatorjev V tem primeru aktuator ne aktiviramo direktno s potnim ventilom - med krmilnim potnim ventilom (stikalom) in aktuatorjem nahaja še kakšen element. Primeri:

1. Cilindri z velikimi premeri zahtevajo **velike zračne pretoke**, ki jih lahko zagotavljajo **samo veliki ventili**. Veliki potni ventili pa zahtevajo tudi **velike sile** za vklapljanje. Če so te **sile prevelike za ročni vklop**, je potrebno **načrtovati posredni vklop**. Pri tem načinu manjši krmilni ventil pošilja signal, ki zadošča le za vklop delovnega (glavnega) ventila:

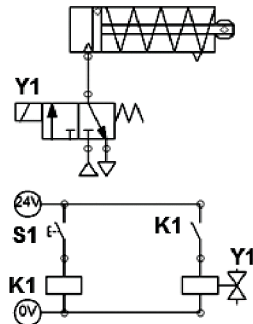


Zgornja leva risba (A) prikazuje posredno krmiljenje, pri katerem aktiviramo delovni potni ventil s tlakom, desna risba (B) pa kaže posredno krmiljenje, pri katerem aktiviramo delovni potni ventil z razbremenitvijo tlaka.

2. Spodnja risba pa prikazuje posredno krmiljenje z uporabo [enosmernega nastavljivega dušilnega ventila](#) (C) in z uporabo [bistabilnega potnega ventila](#) (D):



3. Posredno krmiljenje pri elektropnevmatiki - pritisnemo tipko inelektrika aktivira potni ventil:



Sin. Indirektno krmiljenje aktuatorjev.

Pot-korak Glej geslo Diagram pot-korak.

Potni ventil Ventil, ki usmerja, odpira in krmili pretok zraka, [pnevmatično stikalo](#). Sin. krmilnik poti. Za hidravliko glej Hidravlika - krmilniki poti.

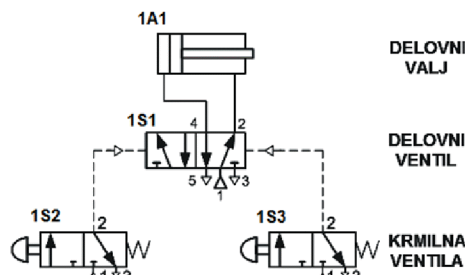
S standardnimi [simboli](#) prikazujemo le delovanje potnih ventilov, ne pa njihovo konstrukcijsko izvedbo. Dve osnovni konstrukcijski izvedbi potnih ventilov (sedežni in drsniški ventili) pojasnjuje geslo Ventili - konstrukcijske izvedbe.

Simbol potnega ventila sestavljajo simbolike:

- 1. STANJE**, glej Potni ventil - stanja.
- 1. PRIKLJUČKOV**, glej Potni ventil - priključki.
- 1. FUNKCIJ** glej Potni ventil - funkcije.
- 2. NAČINOV AKTIVIRANJA**, glej Potni ventil - načini aktiviranja.

Glede na njihov [namen](#) delimo potne ventile na:

- a) Delovne ventile**, ki napajajo delovne valje (aktuatorje), lahko imajo priključke z zelo velikimi premeri cevi in z velikimi pretoki zraka.
- b) Krmilne ventile**, ki krmilijo druge potne ventile (delovne ali krmilne), so [dajalniki signalov](#).



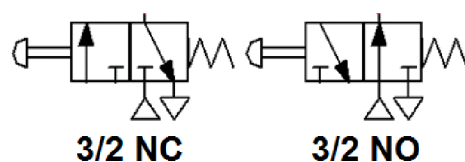
SKRAJŠANI ZAPIS potnega ventila vsebuje dve številki, ločeni s poševnico:

- prva številka pomeni [številu priključkov](#)
- druga številka pomeni [številu stanj](#)

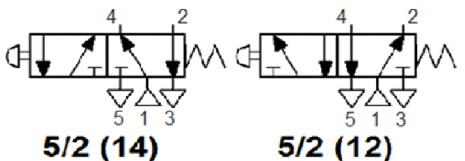
Oznaka **3/2** torej pomeni potni ventil s **trema priključki** in z **dvema stanjema**. Kako to beremo: tri skozi dva. Drugi primeri skrajšanega zapisa potnega ventila: 2/2, 3/3, 4/2, 4/3, 5/2, 5/3 itd.

Skrajšanemu zapisu potnega ventila lahko dodamo tudi [pojasnilo](#), npr.:

- **3/2 NC**, pri tem je NC kratica za normally closed in pomeni, da je potni ventil v osnovnem stanju zaprt
- **3/2 NO**, pri tem je NO kratica za normally opened in pomeni, da je potni ventil v osnovnem stanju zaprt



• [pojasnilo v oklepaju](#) pa nam pove, kateri dve številki priključkov sta v osnovnem stanju povezani in s tem natančno pojasnjuje usmerjanje stisnjene zraka, npr. 5/2 (12) in 5/2 (14) pri FESTO:



Primeri uporab potnih ventilov:

- pištola za izpihovanje je potni ventil 2/2 NC
- kvalitetna pištola pnevmatska tlačna vsebuje potni ventil 3/2 NC
- sprej pločevinke vsebujejo potni ventil 2/2 NC

Prim. Zaporni ventili, Tokovni ventili, Glušnik.

Potni ventil - aktiviranje Glej geslo Potni ventil - načini aktiviranja.

Potni ventil - bitabilen Glej geslo Potni ventil - stanja.

Potni ventil - funkcije Funkcije prikazujemo:

- 1. S črtami in puščicami**. Črta ponazarja povezavo med dvema ventilskima priključkoma, puščica pa kaže smer pretoka stisnjene zraka.

- 2. Z oznakami za zaprt pretok** - vodoravna črtica na koncu kratke navpičnice.

T ZAPRT PRETOK ZRAKA SMER PRETOKA ZRAKA MED DVEMA PRIKLJUČKOMA

Razen [simbolično](#) (s puščicami, z zaprtim pretokom) lahko funkcije ventila pojasnimo tudi [številčno](#) ali [z oznakami](#): NC (normally closed - v osnovnem stanju zaprt), NO (normally opened - v osnovnem stanju odprt). To naredimo tako, da opišemo krmilne vode znotraj potnega ventila, npr. pri potnem ventilu 3/2:

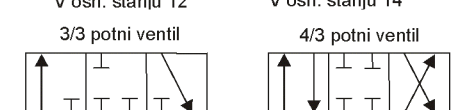
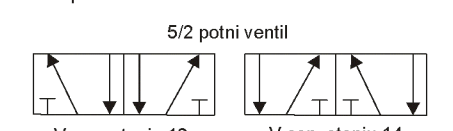
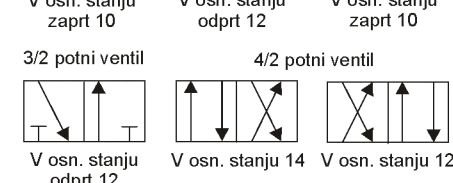
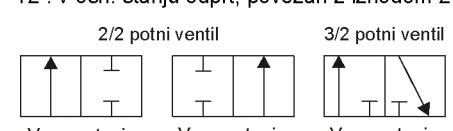
10 ali NC pomeni: v osnovnem stanju zaprt

12 ali NO pomeni: v osnovnem stanju odprt

pri potnem ventilu 5/2:

14 : v osn. stanju odprt, povezan z izhodom 4

12 : v osn. stanju odprt, povezan z izhodom 2



Pri potnih ventilih, ki imajo 3 stanja, je pomembno vedeti, kateri način aktiviranja je tisti, ki vrača potni ventil v osnovno (sredinsko) stanje - praviloma so to vzmeti.

Pojasnila o funkcijah potnih ventilov lahko pišemo tudi v oklepajih, npr. 5/2 (14) itd. Podrobnejša pojasnila glej pod geslom Potni ventil.

Potni ventil - konstrukcijske izvedbe Glej Ventil - konstrukcijske izvedbe.

Potni ventil - monostabilen Glej geslo Potni ventil - stanja.

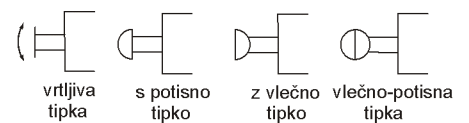
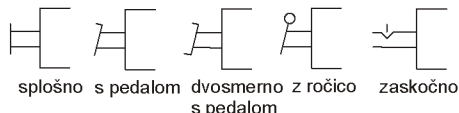
Potni ventil - načini aktiviranja Aktivirati pomeni spremeniti stanje - preklopiti iz osnovnega v delovno stanje. Simboliko načinov aktiviranja potnih ventilov dodajamo na levo in desno stran sestavljenih stanj (kvadratkov ali pravokotnikov) potnega ventila:

- na **levo stran** narišemo način aktiviranja **iz osnovnega stanja v levo** aktivirano stanje
- na **desno stran** narišemo
 - pri 2 stanjih: način vračanja **v osnovno stanje**
 - pri 3 stanjih: način aktiviranja **iz osnovnega stanja v desno** aktivirano stanje

Za aktiviranje potnega ventila je vedno potrebna **sila aktiviranja**, načini aktiviranja pa so različni.

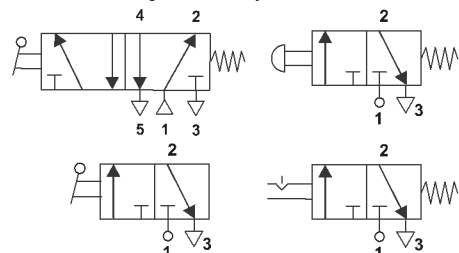
Poznamo naslednje **NAČINE AKTIVIRANJA** potnih ventilov:

- **FIZIČNO** (namensko: ročno, nožno) aktiviranje:



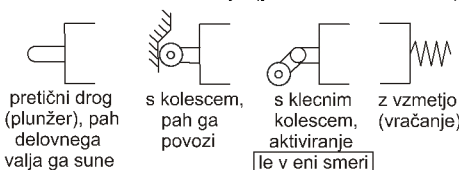
S pedalom pomeni z nogo - stopalka. **Z ročico**, lahko delujemo v obe smeri, tako kot z vlečno-potisno tipko. **Zaskočno** praviloma pomeni s preklopno (menjalno, dvopoložajno) tipko, tudi ročica je lahko zaskočna.

Primeri fizičnega aktiviranja:



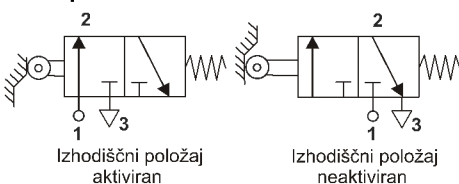
Opazimo, da lahko na desni strani potnega ventila izberemo tudi **možnost brez vračanja v osnovno stanje**.

- **MEHANIČNO** aktiviranje (**preko mehanizmov**):

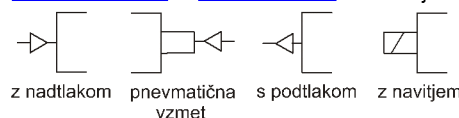


Plunžerju včasih pravimo tudi **tipalo** ali **sedež**. Pri mehaničnem aktiviranju je osnovni položaj odvisen od položaja mehanizma (npr. paha).

Spodnja risba prikazuje, kako pri kolescu narišemo, da je začetni (izhodišni) položaj aktiviran (levo) ali neaktiviran (desno) - pomembno predvsem **pri končnih stikalih**:



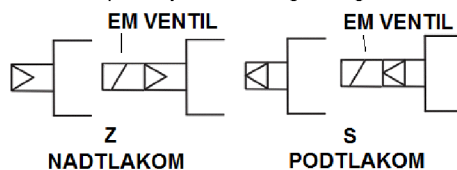
- **PNEVMATIČNO** in **ELEKTRIČNO** aktiviranje:



Naloga **pnevmatične vzmeti** je **vračanje v osnovno stanje**, ko na nasprotni strani ne deluje več nobena sila - deluje torej na enak način kot običajna vzmet, potni ventil **naredi monostabi-**

len. Pnevmatične vzmeti se uporabljajo predvsem v ventilihskih otokih.

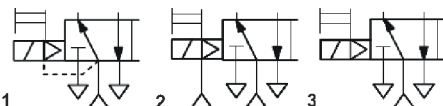
- **POSREDNO** aktiviranje ali **PREDKRMILJENJE** potnih ventilov pomeni, da **stisnjen zrak pomaga aktivirati** potni ventil. Potni ventil ima v sebi vgrajeno **dodatno napravo, ki olajša aktiviranje**, primer glej pod geslom Elektromagnetni ventil. Ta naprava lahko deluje na nadtlak, podtlak, lahko tudi s pomočjo elektromagnetnega ventila:



Konstrukcijski **princip delovanja** električnega posrednega aktiviranja ventila je podrobno pojasnjen pod geslom Elektromagnetni ventil.

Najpogostejše se posredno aktiviranje uporablja v kombinaciji z električnim aktiviranjem - v tem primeru z elektriko premagujemo le **majhne sile**, zato se poveča zanesljivost delovanja. Smisel posrednega aktiviranja potnih ventilov je tudi **prilagodljivost** enakega potnega ventila na različne načine aktiviranja, kar **počeni izdelke**.

Posredno aktiviranje potrebuje **oskrbo s stisnjenim zrakom**. Tudi način oskrbe s stisnjenim zrakom lahko narišemo v shemi. Na spodnji risbi vidimo, da je oskrba lahko **integrirana** v potnem ventilu (primer 1 in 3) ali pa je **zunanja** (poseben dovod stisnjenega zraka, primer 2):

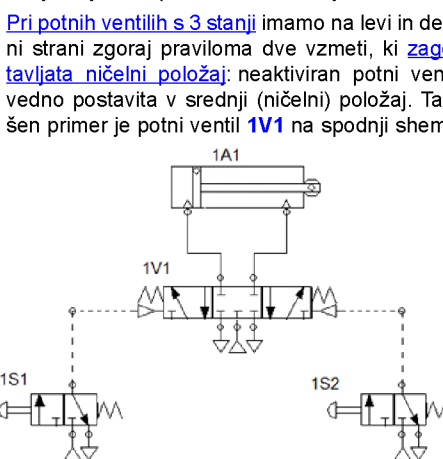


Pomen vseh treh zgornjih simbolov pa je enak: z **elektromagnetom** ali **ročno** sprožimo **posredno aktiviranje z nadtlakom**. Pri tem je kot ročno proženje praviloma mišljeno aktiviranje **s tankim vijakom, z inbus ključem** ali ročno **s posebno tipko**. Orodje potisnemo v posebno odprtino, s tem mehansko potisnemo kotvo in aktiviramo potni ventil - npr. v primeru potrebe ali pri popravilu potnega ventila. Temu načinu dela pravimo **override** (prednostno ročno aktiviranje).

- **KOMBINIRANO** aktiviranje pomeni, da več različnih načinov aktiviranja povežemo z logičnimi funkcijami. Primera za vajo:



Kombinirano aktiviranje se največ uporablja, kadar je vključeno posredno aktiviranje in override. **Pri potnih ventilih s 3 stanji** imamo na levi in desni strani zgoraj praviloma dve vzmeti, ki **zago-tavljata ničelni položaj**: neaktiviran potni ventil vedno postavitva v srednji (ničelni) položaj. Takšen primer je potni ventil **1V1** na spodnji shemi:

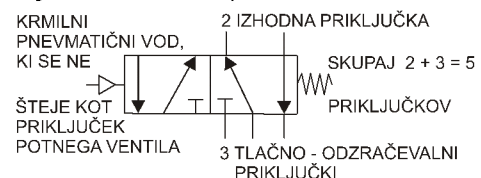


- **Potni ventil - priključki** V osnovi jih delimo na:

- Delovne priključke
 - Krmilne priključke
- DELOVNI priključki** so:
- **tlačno-odzračevalni**, ki zajemajo **izvor stisnjene zrak, odzračevanje** (izpust), **varnost** (ki je tudi izpust) in **NIČ VEČ**. Rišemo jih **na spodnji**

strani simbola za potni ventil.

- **izhodni**, ki potni ventil povezujejo z naslednjim pnevmatičnim elementom. Rišemo jih **na zgor-nji strani** simbola za potni ventil



- Delovni priključki so označeni:
- po standardu ISO 1219 (starejši standard) **s črkami** A, B, C, P, R in S ali
- po standardu ISO 5599 s **številko** (1, 2, 3, 4, 5)

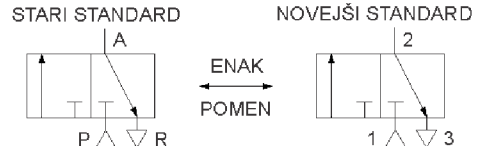
PRIKLJUČEK	ISO 1219	ISO 5599
IZHOD IZ VENTILA - delovni priključek	A,B,C	2,4
VHOD - izvor zraka	P	1
ODZRAČEVANJE - glušniki	R,S	3,5
KRMILJENJE	Z,X,Y	10,12,14

P - pressure, **R** - relief (izpust), **S** - safety (varnost)

Izvor stisnjene zrak (številka 1) rišemo:

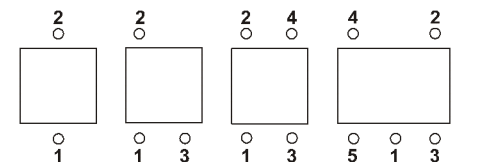
- **na levi** strani, če imamo **dva priključka**
- **na sredini**, če so priključki **trije**

Primer oznake po starem in novejši standardu:



V nadaljevanju bomo priključke označevali le po novem standardu ISO 5599 (s številkami).

Številke priključkov vpišemo **samo na osnovno stanje**. Na pnevmatskih shemah jih pogosto sploh ne vpisujemo, ker je razporeditev priključkov praviloma standardna:

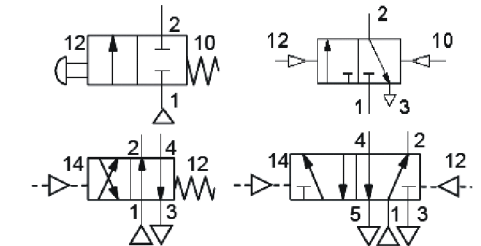


Nekateri proizvajalci oštevilčijo izhodne priključke potnih ventilov 5/2 tako, da je številka 2 na levi in številka 4 na desni strani.

KRMILNI priključki spadajo med **načine aktiviranja** in niso nikoli nameščeni na zgornji ali spodnji strani potnega ventila. Vedno jih najdemo **na levi** in/ali **na desni** strani potnega ventila.

Kako označujemo krmilne priključke:

- po **novejšem standardu** z dvema številkama (10, 12, 14), ki nam povesta, **katera dva priključka bosta povezana**, če je aktiviranje **vključeno**:

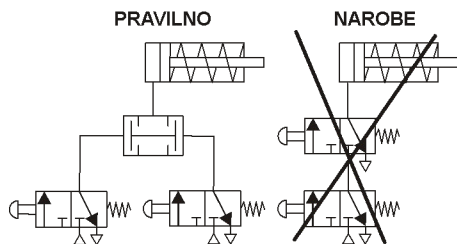


- po **starejšem standardu** z eno črko: X, Y ali Z.

- **Štetje priključkov** potnega ventila:
- A. Na simbolu** potnega ventila štejemo priključke **samo v osnovnem stanju**. Druge stanje ne upoštevamo.
- B. Štejemo samo priključke spodaj** (tlačno - odzračevalni priključki) in **zgoraj** (izhodni priključki), morebitne **krmilne tlačne priključke** (levo in desno) pa **ne štejemo**.

C. Priključke za odzračevanje štejejo vedno, čeprav so nanje običajno pritrjeni glušniki in na njih ne moremo priključiti vodov (cevi). Včasih je izpustni priključek samo luknjica, ki je sploh ne vidimo, pa jo vseeno moramo šteti. Takšen priključek "vidimo" samo na simbolu, ki je narisano na tablici potnega ventila.

Če je le možno, naj bo **PRI POTNIH VENTILIH STALEN IZVOR** stisnjenega zraka **ZAGOTOVLJEN!** To pomeni, da je spodnja desna vezava praviloma nedopustna, narobe:



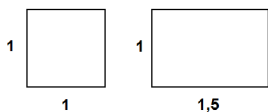
Obe zgornji vezavi imata enako funkcijo. Ampak, čeprav je desna vezava cenejša, nam leva vezava omogoča lažje razumevanje delovanja in učinkovitejše vzdrževanje (popravilo) sistema.

Za to pravilo pa obstaja tudi **izjema** - glej geslo Kaskadna metoda.

Potni ventil - skrajšani zapis Glej Potni ventil. **Potni ventil - stanja** Tako kot električno stikalo ima tudi potni ventil svoja stanja. Vsak potni ventil ima vsaj dva različna načina povezovanja vhodnih in izhodnih priključkov - vsaj dve različni stanji.

Vsako stanje nam pove: **kam** (v katere izhodne priključke) **usmerimo vhodni tlačni priključek** in **kateri izhodni priključki** so usmerjeni **v odzračevanje**.

Stanja prikažemo **s kvadrati** ali **s pravokotniki**. Pomembno je **razmerje** med višino in širino kvadrata oziroma pravokotnika:



Kvadratov oziroma pravokotnikov je toliko, **kolikor je različnih možnih stanj**:

a) Eden od kvadratov/pravokotnikov je **OSNOVNO** stanje. Ne pnevmatičnih shemah ga zlahka prepoznamo, ker so na osnovnem stanju **narisani in oštevilčeni priključki**.

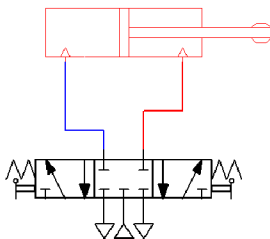
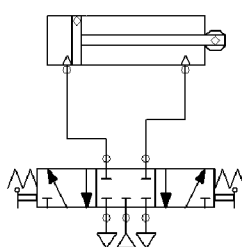
Pred zagonom krmilja na potni ventil običajno **ne deluje nobena sila**. V takih primerih rišemo osnovno stanje na **desni strani** ventila, ki ima **dve stanji**. Če pa ima ventil **tri stanja**, tedaj osnovno stanje narišemo **v sredini**.

V posebnih primerih lahko pnevmatična shema zahteva, da na potni ventil že **pred zagonom krmilja deluje sila aktiviranja**. V takem primeru je lahko osnovno stanje **tudi na levi strani** potnega ventila.

b) Ostali kvadrati ali pravokotniki prikazujejo vsa ostala možna **DELOVNA (AKTIVIRANA)** stanja potnega ventila:



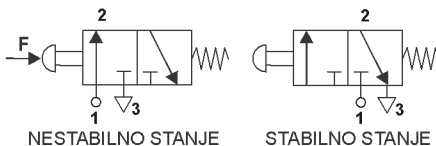
Pri potnih ventilih, ki imajo **3 STANJA**, je pomembno vedeti, kateri način aktiviranja vrača potni ventil v osnovno stanje - praviloma so to **vzmeti**. Obenem je pomembno vedeti tudi to, da potni ventili s 3 stanji omogočajo **zadržanje** delovnega valja in **pozicioniranje** v vmesnem položaju:



Zadržanje delovnega valja in pozicioniranje v vmesnem položaju je smiselno predvsem pri hidravliki. Pozicioniranje batnice s pomočjo pnevmatike pa **ni možno zaradi stisljivosti zraka**.

Stanja lahko razlikujemo tudi na drugi način:

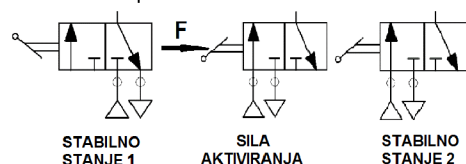
- **STABILNA** so tista stanja, ki brez delovanja sile vztrajajo v svojem položaju. Vsako osnovno stanje je vedno tudi stabilno stanje.
- **NESTABILNA** so tista stanja, ki vztrajajo v svojem položaju samo tako dolgo, **dokler** na potni ventil **deluje** neka **sila aktiviranja**. Po prenehanju delovanja sile potni ventil spremeni stanje.



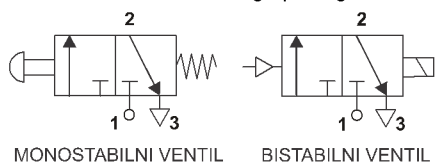
Stabilnost potnega ventila je odvisna **od načina aktiviranja** potnega ventila. Tako poznamo:

MONOSTABILNE ventile. Samo osnovno stanje je pri njih stabilno, vsa aktivirana stanja pa so nestabilna. V osnovni položaj jih vračajo vzmeti. Pri monostabilnih potnih ventilih **vedno vemo, katero je njihovo izhodiščno stanje**.

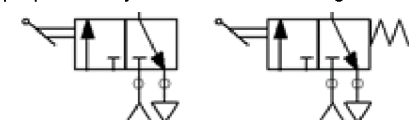
BISTABILNE ventile, ki imajo dve stabilni stanji - osnovno in še eno aktivirano stanje. Bistabilni potni ventil se **sam od sebe ne vrne** v osnovni položaj (v osnovni položaj ga ne vrača sila vzmeti). V osnovni položaj se vrne **le, če se na nasprotni strani pojavi signal**, npr. zračni tlak, električni impulz itd.:



Primer mono- in bistabilnega potnega ventila:



Če nismo dovolj pozorni, se lahko zmotimo pri prepoznavanju bi- ali monostabilnega ventila:



Desni potni ventil ima vzmet za vračanje v osnovno stanje, vendar ročica se v aktiviranem položaju zatakne in zato vzmet ne more vračati potnega ventila v osnovno stanje. Zato je tudi desni potni ventil **bistabilen**.

Po koncu obratovanja ostane bistabilni ventil v zadnjem aktiviranem stanju. Zato ob ponovnem zagonu njegovo **osnovno stanje morda ni enako stanju**, ki je narisano na shemi.

Če sistem zaženemo iz drugega stanja, je lah-

ko tudi delovanje drugačno. Zato je pri bistabilnih potnih ventilih vsekakor treba **preučiti delovanje sistema za vse možnosti!**

Ugotovitve nato zapišemo med navodila za uporabo, servisna navodila in podobno.

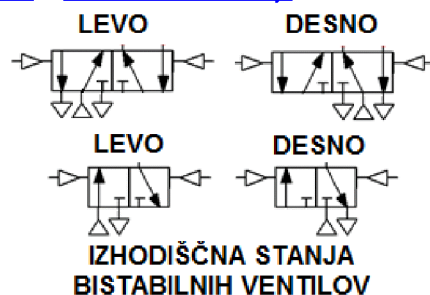
Da ne bo dvoma glede tega, v katerem stanju se mora nahajati bistabilni potni ventil ob zagonu sistema, je treba uvesti pojem **izhodiščno stanje**.

IZHODIŠČNO (ZAČETNO) STANJE je stanje, v katerem se mora nahajati bistabilni ventil ob zagonu pnevmatičnega sistema. Izhodiščno stanje bistabilnega potnega ventila je **zelo pomembno**.

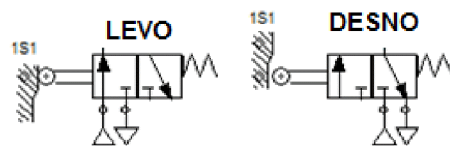
Ko je pnevmatično vezje sestavljeno, mi na zunanje ne moremo videti in zato praviloma **ne vemo** v katerem stanju se nahaja bistabilni potni ventil. Če nismo prepričani, ali se bistabilni potni ventil nahaja v izhodiščnem stanju, tedaj naredimo tako:

- bistabilni potni ventil **namerno demontiramo** iz pnevmatičnega vezja
- bistabilni ventil preizkusimo in po potrebi **preklopimo** v želeno stanje, nazadnje pa
- bistabilni ventil montiramo nazaj v pnevmatično vezje

Izhodiščne stanji, ki ju proučujemo, imenujemo **levo** in **desno izhodiščno stanje**:



Pravilno izhodiščno stanje je lahko pomembno tudi pri **končnih stikalih**:

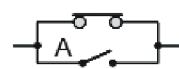


IZHODIŠČNA STANJA KONČNIH STIKAL

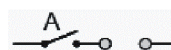
Pozicijsko stikalo Sin. mehansko končno stikalo, mejno stikalo. Glej geslo Končno stikalo.

Pravila stikalne algebre

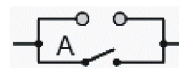
1. Dvojna negacija spremenljivke daje njeno prvotno vrednost: $\bar{\bar{A}} = A$
2. Negacija logičnega stanja 0 daje logično stanje 1 in obratno: $\bar{0} = 1, \bar{1} = 0$
3. Disjunktivna povezava spremenljivke z logičnim stanjem 1 daje logično stanje 1: $A + 1 = 1$ oz. $A \vee 1 = 1$



4. Konjunktivna povezava spremenljivke z logičnim stanjem 0 daje logično stanje 0: $A \cdot 0 = 0$ oz. $A \wedge 0 = 0$



5. Disjunktivna povezava spremenljivke z logičnim stanjem 0 daje logično stanje spremenljivke: $A + 0 = A$ oz. $A \vee 0 = A$

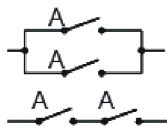


6. Konjunktivna povezava spremenljivke z logičnim stanjem 1 daje stanje spremenljivke: $A \cdot 1 = A$ oz. $A \wedge 1 = A$



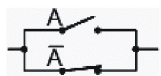
7. Disjunktivna ali konjunktivna povezava spremenljivke same s seboj daje na izhodu stanje spremenljivke:

$A + A = A$ oz. $A \vee A = A$
 $A \cdot A = A$ oz. $A \wedge A = A$



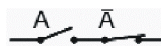
8. Disjunktivna povezava spremenljivke z njeno negirano vrednostjo daje na izhodu logično stanje 1:

$A + \bar{A} = 1$ oz. $A \vee \bar{A} = 1$



9. Konjunktivna povezava spremenljivke z njeno negirano vrednostjo daje na izhodu logično stanje 1:

$A \cdot \bar{A} = 0$ oz. $A \wedge \bar{A} = 0$



10. Komutativnost:

$A \vee B = B \vee A$
 $A \wedge B = B \wedge A$

11. Asociativnost:

$(A \vee B) \vee C = A \vee (B \vee C) = A \vee B \vee C$
 $(A \wedge B) \wedge C = A \wedge (B \wedge C) = A \wedge B \wedge C$

12. Zakoni distribucije:

$A \wedge (B \vee C) = A \wedge B \vee A \wedge C$
 $A \vee (B \wedge C) = (A \vee B) \wedge (A \vee C)$

13. De Morganova zakona:

$\overline{A \vee B} = \bar{A} \wedge \bar{B}$
 $\overline{A \wedge B} = \bar{A} \vee \bar{B}$

Prim. Logične funkcije, Boolova algebra, Veitchev diagram, Ladder diagrami.

Pravilnostna tabela Glej Izjavnostna tabela.

Predkrmiljenje Glej Potni ventil - načini aktiviranja (osnovno pojasnilo in simboli) in Elektromagnetni ventil (pojasnilo delovanja s primeri).

Preklopna algebra Glej Logične funkcije. Sin. Boolova algebra, stikalna algebra.

Preklopni ventil Glej Menjalni ventil.

Prekrivanje signalov → Škarjasti signal.

Pretok Glej Kontinuitetna enačba (masni, volumski pretok). Pri kompresorjih: teoretična in efektivna zmogljivost (dobava). Pri porabnikih stisnjene zrak: poraba zraka.

Prijemalo Priprava ali del stroja za prijemanje, npr. prijemalo žerjava. Naloge prijemal:

- zanesljivo prijemanje in izpuščanje prijemancev
- varovanje prijemancev med prenašanjem
- prijemanje s krmiljeno silo
- prilagajanje obliki in meram prijemancev

Sestavni deli prijemala: pogon, prenos gibanja, prijemni del, senzori in krmilje. Principi prijemanja: s trenjem, z obliko, s silo podtlaka, z magnetno silo, z adhezijskimi silami.

Prijemala [glede na izvor sile](#):

1. **Elektrika**, električna prijemala: koračni motorji (DC in AC).

2. **Nadtlak**, pnevmatična prijemala:

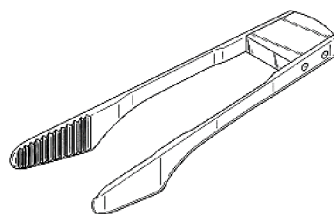
- pnevmatični motorji in valji, za manjše sile prijemanja, potreben je prenos sile z mehanizmi
- membrane in elastične cevi, to so prilagodljiva, vendar manj natančna prijemala

3. **Podtlak**: vakuumska prisena prijemala, sile so manjše in so odvisne od podtlaka ter površine prijemancev, prijemanci so ravne ploskve

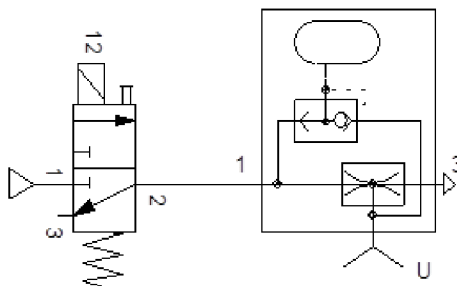
4. **Hidravlika**: hidravlična prijemala s hidravličnimi motorji in valji, sile so velike, potreben je mehanizem za prenos sil na prijemno mesto

5. **Magnetna sila**, magnetna prijemala: permanentni in elektromagnetni, prijemanci so feromagnetni materiali, sila je odvisna tudi od velikosti reže

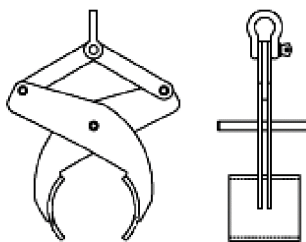
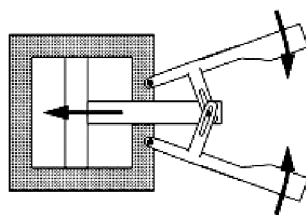
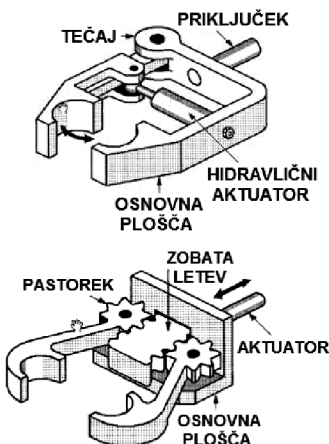
Nekatere izvedbe prijemal:



Ročno prijemalo



Vakuumsko prijemalo s krmiljenim podtlakom



Dvoprstna prijemala - mehanična, hidravlična, pnevmatična

Prim. Pnevmatično prijemalo.

Priključek

1. **Priprava**, ki omogoča **razstavljivo zvezo z drugo napravo**: vrtni stroj s ~i, traktorski ~i, ~ na fotoaparatu, vmesnik za priklop trdega diska na matično ploščo itd.. Prim. Pnevmatični cevni priključki, Hidravlični vodi, Hitrostični priključek, Hitra spojka, Konektor. Majhen priključek za ločljivo povezovanje je **konektor**, tudi **sponka**.

2. **Priprava za povezovanje omrežij**, npr.: vodo-vodni, radijski ~, antenski, električni ~, ~ na mestni plinovod, cestni ~ itd.

Pozor: ne zamenjaj **priključkov** kontaktorja, stikala, releja itd. **z njegovimi kontakti!**

Primaren Prvoten, začetni, osnovni, temeljni. Tudi glaven, po pomembnosti na prvem mestu.

Primarno dušenje: glej geslo Tokovni ventil. Prim. sekundaren, terciaren.

Primarni tlak Tlak, ki ga ustvari kompresor v tlačni posodi. Podrobneje glej Tlak.

Priprava zraka Pred uporabo je potrebno stisnjen zrak pripraviti. To naredimo tako:

- izločimo **nečistoče** (mehanske primesi v zraku)
- zagotovimo **pravilen tlak stisnjene zrak** v sistemu
- izločimo **vlogo** ali sušimo zrak; vlaga povzroča korozijo, pri nizkih temperaturah pa kondenz zmrzne in lahko povzroča poškodbe
- zrak **naoljimo**, zaradi boljšega delovanja pnevmatičnih naprav

Zakaj je potrebno pripraviti zrak za uporabo:

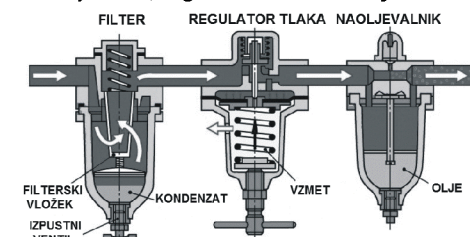
1. Da **izboljšamo delovanje** pnevmatičnih naprav: zanesljivost, dolgotrajnost, natančnost ipd.
2. Da izpolnimo **posebne zahteve uporabnikov** po čistoči zraka, npr. pri avtoličarstvu, v tovarnah kozmetičnih, farmacevtskih in prehrabnih izdelkov, zdravstvo in zobozdravstvo ipd.

Naprave za pripravo zraka so:

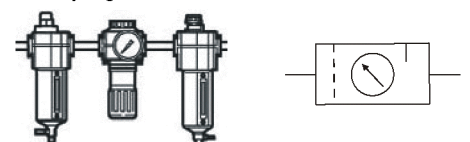
- **prilagodna grupa**:
filter + regulator tlaka + naoljevalnik
- **zbiralniki kondenzata, izločevalniki vlage**
- **sušilniki zraka**
- **oljni izločevalniki** itd.

Prim. Pnevmatika - osnovne naprave po skupinah.

Priprava grupa Enota za pripravo zraka, ki jo sestavlja **filter, regulator tlaka in naoljevalnik**.



Zunanji izgled in simbol:



Prisesek Tvorba na koži nekaterih živali (npr. hobotnice), ki omogoča pritrditev na podlago. Tudi tej tvorbi podobna priprava za pritrditev na podlago, npr. gumijasti priseseki z obešalniki:



Priseseki se v industrijski pnevmatiki pogosto uporabljajo npr. za dvigovanje pločevin ipd., način delovanja glej pod geslom **Sesalno prijemalo**.

Sin. prisesečno prijemalo. Prim. Venturijeva cev.

Pritisk Tehnično: celotna pritiska **sila** F na površino A, ki je izpostavljena tlaku p:

$F = p \cdot A$

- F - pritisk [N]
- p - tlak, ki deluje na površino A [N/m²]
- A - površina [m²]

Pogovorno je izraz pritisk običajno **sinonim za tlak**. Prim. tlak.

Procesno aktiviranje Aktiviranje, ki ga **povzroči proces**, ki ga krmilimo ali reguliramo. Izraz zajema tako mehanično kot tudi brezdotično aktiviranje. Ang. process actuated.

Z izrazom procesno aktiviranje direktno povezuje mo izraz **končno stikalo**.

Izraz pogosto up. pri **potnih ventilih**, pri **kontaktih** in **stikalih**. Ant. fizično aktiviranje.

Projekt Celovit načrt, ki nam pove:

- kaj se namerava narediti in
- kako naj se to uresniči.

Projekt praviloma zajema več manjših načrtov, osnutkov, predlogov, tehničnih opisov, popisov stroškov itd.. Ustvarjajo ga **projektanti**.

Projektiranje: snovanje, ustvarjanje projektov.

Projekti se nastavljajo predvsem za reševanje bolj zapletenih problemov. Projektanti s svojim projek-

tom kažejo svojo sposobnost realnega načrtovanja in učinkovitega izkoriščanja razpoložljivih kapacitet. Prim. Tehnični projekt.

Protipovratni ventil Glej geslo Zaporni ventili in znotraj njega **nepovratni ventil**.

Protitočni ventil Ventil, ki se odpira v smeri proti toku. Ti ventili se v primeru okvare **zaprejo**. Prim. Istotočni ventil.



Puhalnik Naprava, ki povzroča močen tok zraka. Npr. ~ kombajna. Prim. kompresor, ventilator.

Radialen Ker radij pomeni polmer, beseda radialen pomeni **v smeri polmera**:

- Pravokoten na os vrtenja**: ~ smer, ~ obremenitev, sila. Glej risbo ob geslu Ležaj. **Radialni ležaj**: ležaj za prestrezanje radialnih sil. **Radialna pnevmatika** ima vlakna karkase usmerjene v radialni smeri - glej Karkasa. Prim. aksialen.

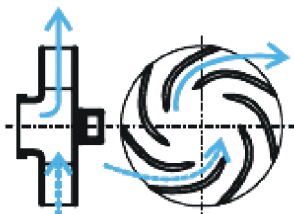
- Središčen**: ki gre **iz središča, proti središču ali skozi središče** v smeri polmera: ~ni pomik, ~e razpoke v lesu, ~ni prerez, **pospešek** (centripetalni, centrifugalni - podrobneje glej geslo Centrifugalen).

Radialno silo najlažje predstavimo tako, da v vedro nalijemo vodo. Nato primemo vedro za ročaj in ga zavrtimo nad glavo:

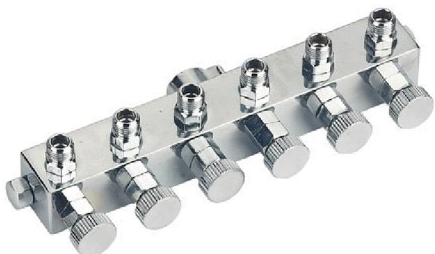


Ugotovimo, da **voda ni stekla iz vedra** - zaradi radialne (centrifugalne) sile.

Spodnja risba prikazuje **možni smeri toka** delovne snovi pri radialnih ventilatorjih, črpalkah, turbinah, kompresorjih:



Razdelilnik zraka Pnevmatična naprava z enim vhodnim in več izhodnimi priključki.



Sin. pnevmatski distributer.

Razvod Odvod v različne smeri, npr. cevni razvod, razdelilnik, cevni priključek, cevna spojka ali spojni element pri pnevmatiki / hidravliki.



Razvodni ventil Glej Končno stikalo.

Reducirni ventil Ventil, namenjen za **zmanjšanje** (reduciranje) **tlaka** plinov ali tekočin **na željeno vrednost**. Gre torej za **nadzorovano zmanjšanje**

tlaka - zato reducirnih ventilov nikar ne zamenjaj z nobeno izvedbo zapirnih ventilov!

Po velikosti so lahko reducirni ventili:

- veliki**, npr.: regulatorji tlaka pri pnevmatičnih sistemih, reducirni ventili pri plamenskem varjenju
- povsem **majhni**, npr. reducirni ventilčki za nastavljanje tlaka pred pnevmatičnimi lakirnimi pištolami

Sin. **regulator tlaka**, redukcijski ventil. Način delovanja je opisan pod gesli Regulator tlaka, Plamensko varjenje, Hidravlika - ventil za znižanje tlaka.

Reducirni ventil Glej Regulator tlaka, Reducirni ventil.

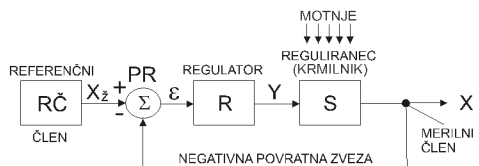
Referenca **Sklic, sklicevanje na neke podatke**, npr. na standarde, tehnične dokumente, predmete, površine, **dosežke**, uspehe itd. Primeri:

- pri geometričnih tolerancah imamo **referenčni element**, ~o **ravnino**, ~o **os**.
- pri CNC programiranju imamo **referenčno točko** → Odrezavanje - koordinatna izhodišča.
- v regulacijski tehniki imamo **referenčni člen**, ki na svojem izhodu daje neko želeno vrednost, npr. želeno temperaturo v prostoru.

Referenca je lahko **tudi priporočilo**.

Regulacija Samouravnavanje neke **izhodne** oziroma **regulirane** veličine **X** na ta način, da:

- najprej **v referenčnem členu** določimo **želeno izhodno veličino X_z**
- v **primerjalnem členu PR** nato X_z primerjamo z izmerjeno izhodno veličino X (dobljeno iz negativne povratne zveze) in izračunamo **regulacijski odstopok** $\varepsilon = X_z - |X|$
- naslednji člen je **regulator R**, ki je krmiljen z ε in na svojem izhodu ustvarja **regulirno veličino Y**
- regulirna veličina Y deluje na **regulirani sistem S** tako, da regulirana veličina X sledi nastavljeni **željeni vrednosti X_z**



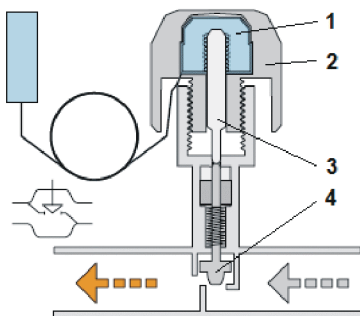
Načelo regulacije ali **ZAPRTE ZANKNE VODENJA**

Za razliko od krmiljenja je regulacija **SAMOURAVNAVANJE**: izhodna veličina **SAMA SEBE uravnava**. Sistem neprestano **meri izhodno veličino** in jo z nečim primerja. Dobljena **razlika spremeni delovanje sistema** in dobimo novo izhodno veličino. Če pa neki sistem **meri vhodne veličine** ali **motnje**, meritev pa nato vpliva na delovanje sistema - tedaj **TO NI REGULACIJA, JE KRMILJENJE!**

Za pravilno razumevanje delovanja regulacije je **zelo pomembno poznati razliko med** besedama **REGULIRAN** (končen, izhoden, npr. ~a veličina X) in **REGULIRNI** (Y - tisti, ki **zadnji krmili** spremembe regulirane veličine)!!! **Regulirana** in **regulirna veličina** sta **prva podatka**, ki ju je potrebno prepoznati pri vsaki obravnavani regulaciji!

PRIMER: regulacija **temperature prostora** s termostatskim ventilom.

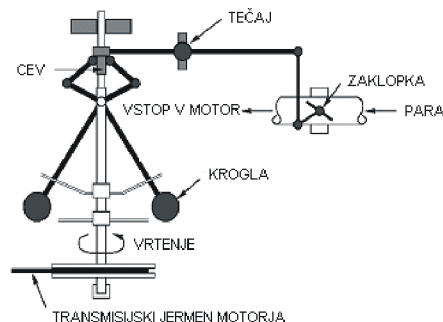
Regulirana (samouravnavana, izhodna) veličina je temperatura [°C]. Regulirna veličina je **pretok tople vode** skozi radiator [l/min].



Termostatski ventil vsebuje:

- MERILNI ČLEN 1**: rezervoarček s snovjo, ki ima veliko temperaturno razteznost (alkohol, vosek ipd.),
- REFERENČNI ČLEN 2**: označen pokrov za na-

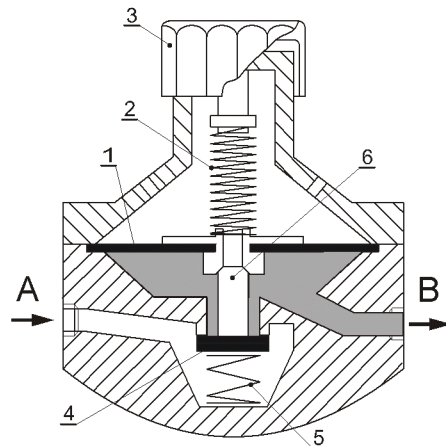
stavitev želene temperature prostora z vrtenjem, **PRIMERJALNI ČLEN 3**: potisni drog, ki potisne toliko, kolikšna je razlika med nastavitvijo referenčnega člena in izmerjeno vrednostjo v merilnem členu **REGULATOR 4**: položaj tesnila, ki povečuje ali zmanjšuje pretok tople vode
Lep primer **MEHANSKE REGULACIJE** je regulator vrtljajev parnega stroja (J. Watt, 1728):



Razmislite ob sliki: najprej ugotovi, kako regulator vrtljajev deluje! Nato ugotovi, kaj je v zgornji sliki: X , Y , merilni člen, primerjalni člen, referenčni člen, regulator in reguliraneč!

Pogosto se zgodi, da besedo regulacija uporabimo za sistem, ki je pravzaprav krmilje - primere glej pod geslom Krmilje. Ang. regulation, nem. die Regelung. Prim. krmiljenje, sistem.

Regulator tlaka Pnevmatična naprava, ki **pretvarja** nihajoči **primarni tlak v konstanten delovni tlak**. Poznamo različne regulatorje tlaka (za regulacijo gorljivih plinov, za zračne zavore, pri plamenskem varjenju ga imenujemo reducirni ventil ...), v industrijski pnevmatiki pa izgleda regulator tlaka tako:



1 membrana 2 vzmet 3 vijak za nastavljanje delovnega tlaka B, izvedbe: **brez** in **s samozapornim nastavkom** - najprej ga dvignemo in šele nato nastavimo prednapetost vzmeti (2) 4 odpiralni sedežni ventil 5 povratna vzmet ventila 6 batnica

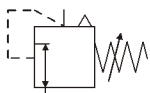
Na vstopu **A** je **primarni tlak**, ki ga ustvarja kompresor, stisnjeni zrak pa se zbira v tlačni posodi. Na izstopu **B** je **delovni tlak**. Primarni tlak A je vedno večji od delovnega tlaka B .

Regulator tlaka **deluje tako**:

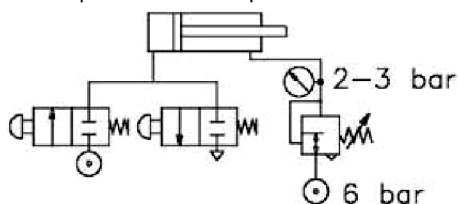
- Če je delovni tlak B premajhen, se membrana 1 pomakne navzdol in preko batnice 6 odpre ventil 4. Stisnjen zrak bo zato stekel od A proti B , delovni tlak B se poveča.
- Povečani delovni tlak B potisne membrano 1 navzgor. Membrana bo za seboj povlekla batnico 6 in povezava med A in B bo prekinjena.
- Delovni tlak B se zniža, če pride do porabe zraka. Porabniki zraka so lahko brizgalna pištola, delovni valji itd. V tem primeru se membrana 1 spet pomakne navzdol in **ponovi se postopek a**.

Če privijemo vijak 3, bomo preko vzmeti 2 povečali silo navzdol in tudi membrana 1 se bo upognila navzdol. Zato bo ventil 4 dalj časa odprt in zato bo potreben **višji delovni tlak B** za ponovni dvig membrane in zapiranje ventila 4. Če pa bomo **vijak 3 odvijali**, bomo s tem nastavili **nižji delovni tlak B**.

Gre torej za **nadzorovano nastavljanje tlaka** B - zato regulatorjev tlaka nikar **ne zamenjaj** z nobeno izvedbo zapirnih ventilov! Simbol regulatorja tlaka:



Primer uporabe simbola v pnevmatični shemi:



Regulator tlaka je sestavni **del kompleta** kompresorja s tlačno posodo. Priporočljivo je, da je **zavaran proti odvijanju** - da ne more kar vsakdo nemamerno spreminjati delovnega tlaka.

Sin. reducirni, redukcijski ventil, ventil za znižanje tlaka, krmilnik tlaka. Pri ličarskih delih uporabljamo **mikrometer z manometrom**, kar je v bistvu zelo majhen regulator tlaka. Na podoben način deluje tudi **reducirni ventil** pri plamenskem varjenju, glej geslo Plamensko varjenje - naprave. Prim. Tlačni ventil.

Vzdrževanje regulatorja tlaka - glej geslo Pnevmatika - vzdrževanje.

Pri zračnih zavorah so izvedbe regulatorjev tlaka zahtevnejše, glej geslo Regulator tlaka - zračne zavore.

Reguliravec Naprava, ki v odvisnosti od regulirane veličine Y spreminja regulirano veličino X.

Regulirati Delati, da kaj pravilno, ustrezno deluje, uravnati. Prim. krmiliti.

Relativni tlak Glej tlak.

Rele ventil Pnevmatični ventil, ki z malim tlakom krmili velike tlake.

Rezervoar Glej Tlačna posoda, Pnevmatični akumulator tlaka ali Hidravlični rezervoar.

Rootsov kompresor → Kompresor - volumetrični.

SA Kratica: single acting - enosmerni delovni valj.

Samozaporni hitrovrtični priključek Glej Hitrovrtični priključek.

Sedežni ventil Glej geslo Ventili - konstrukcijski principi.

Sekundaren Na drugem mestu (npr. po vrsti, po pomembnosti, vrednosti itd), tudi podrejen. **Sekundarni pretvorniki energije**: glej geslo Pnevmatika - osnovne naprave in elementi. **Sekundarno dušenje**: glej geslo Tokovni ventili. Prim. primaren, terciaren.

Sekvenca Zaporedje, vrstni red sestavin v neki celoti. Npr. ~ krmilja so **zaporedna krmilja**.

Sekvenčno krmilje Glej Krmilje (vrste krmilja).

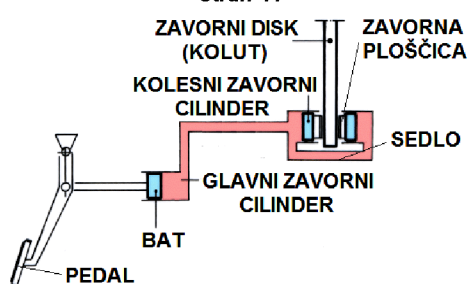
Servo- Prvi del zloženka, pomeni: **povečanje sile** z dodajanjem energije: servomehanizem, **servozavora** pri avtomobilih (povečanje sile pnevmatično - s podtlakom sesalnega zraka), **servovolan** (povečanje sile s pomočjo **hidravlike** ali **elektrike**), servomotor, servovalni, servo krmilnik itd.. Ang. **serve**: služiti, pomagati. Razl. koračni motor.

Servo ojačevalnik V slovenskem jeziku je to običajno naziv za pomožno napravo, ki povečuje silo zaviranja pri avtomobilu.

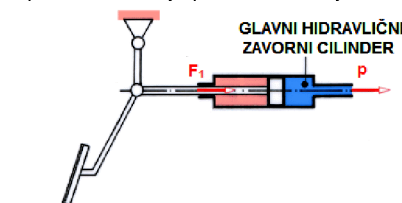
Brez servo ojačevalnika zaviramo tako:

1. Silo s pedala prenašamo direktno na glavni hidravlični cilindar - mehansko delo torej pretvorimo v hidravlično energijo (v tlak olja).
2. V kolesnem zavornem cilindru tlak olja potisne zavorni ploščico - hidravlična energija se ponovno pretvori v mehansko delo.
3. Zavorna ploščica pritisne zavorni disk in s tem zavira vrtenje kolesa.

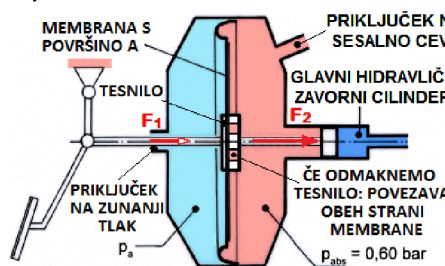
Stran 41



Za razumevanje delovanja servo ojačevalnika zadošča proučevanje glavnega zavornega cilindra. Pri pritiskanju na pedal nastane na batnici sila F_1 , ki povzroči tlak olja p , ki znaša nekje do 25 bar:



Servo ojačevalnik je lonec, ki je z membrano razdeljen na dva dela:

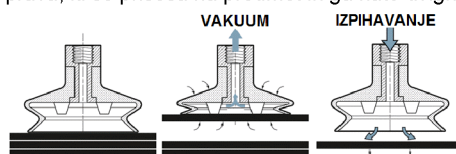


Osnovni položaj ni narisana na risbi. Tedaj tesnilo tesni na levo stran, torej priključek na zunanji tlak. Ker tesnilo v osnovnem položaju ne tesni luknje v membrani, sta obe strani membrane povezani s sesalno cevjo, imamo podtlak na obeh straneh membrane in torej **ni** nobene **razlike tlakov**.

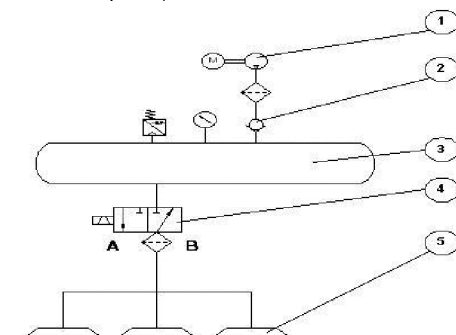
Ko pa pritisnemo na pedal (glej risbo), tesnilo premaknemo v desno stran. Zato zatesnimo luknje v membrani, obenem pa odpremo priključek na zunanji tlak. Tako nastane **razlika tlakov** med p_a (zunanji tlak: levi oz. svetlo modri del membrane) in p_{abs} (podtlak: desni oz. rdeči del membrane). Razlika tlakov povzroča dodatno potisno silo in poveča F_1 na F_2 :

$$F_2 = F_1 + A \cdot (p_a - p_{abs})$$

Sesalno prijemalo Pnevmatična industrijska naprava, ki se prisesa na predmet in ga nato dvigne:



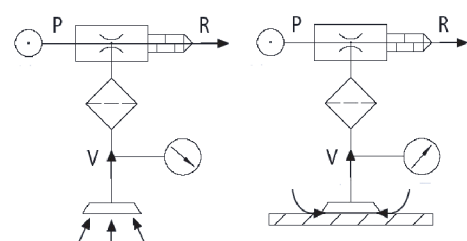
Sin. vakuumsko (prisesno) prijemalo, prisesek. Celoten sistem lahko deluje na več načinov. Delovanje s pomočjo **vakuumske črpalke** (odsevalna naprava):



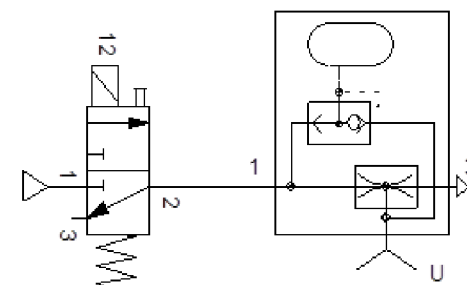
1 vakumska črpalka 2 nepovratni ventil 3 podtlaka posoda 4 potni ventil 5 sesalna prijemala

Delovanje s pomočjo **Venturijeve cevi**:

Ferdinand Humski



Dodatni rezervoareček bo povzročil izpihovanje ob prekinitvi povezave:



Sestavi ventilov Kombinacije več ventilov v enem ohišju, npr.: **časovni pnevmatični ventil** (časovni ventil za zakasnitev signala, časovni ventil za skrajšanje signala), **tlačni preklopnik** itd.

Signal Fizikalna veličina, s pomočjo katere se **prenašajo podatki** ali **informacije**.

Razlikujemo dve **osnovni vrsti signalov**:

- analogni (nepretrgan, zvezen - kontinuiran) in
- digitalni (stopničast - diskontinuiran)

Posamezne vrste signalov:

- **mehanični** signal prenaša gibanje (pomik), silo, moment ipd.;
- ko se pojavi zadosten nadtlak stisnjenega zraka (mehanična fizikalna veličina), se prenaša **pnevmatični** signal, ki je tudi mehanični
- s pomočjo električnega toka (veličina) se prenašajo **električni** signali
- podobno velja za **brezdotični** (svetlobni, zvočni itd.) signal

Signal je **nosilec informacije**. Najpogosteje ga opišemo s številčkama:

0 - ni signala oziroma signal ni zadosten in **1** - je signal oziroma signal zadošča (je zadovoljiv)

Glavne vrste naprav za obdelavo signalov: **oddajniki** oz. **dajalniki** signalov, **sprejemniki** signalov, **obdelovalniki** signalov in **pretvorniki** signalov.

Signalni ventil Glej Končno stikalo.

Simbol Grafični znak oziroma znamenje, ki lahko označuje neko tehnično napravo (npr. pnevmatični cilindar), lahko tudi predmet, osebo, žival rastlino, matematični ali kemični izraz, označuje lahko tudi opravila (npr. likanje), varnost itd..

Situacijska skica Glej Tehnološka shema.

Skrajšan zapis zaporedja poteka delovnih gibov Način zapisa delovnih gibov, ki se uporablja predvsem pri pnevmatskih in hidravličnih sistemih. Zapis zajema **oznake aktuatorjev** (npr. delovnih valjev) ter znaka **+** (izvlek) in **-** (uvlek).

Primer: 2A1+, 1A1+, 2A1-, 1A1-

Najprej se izvleče drugi delovni valj, nato prvi, sledi uvlek drugega in nazadnje uvlek prvega valja. Podrobneje glej geslo Diagram pot-korak.

Solenoid Tuljava. Ang. solenoid: elektromagnet.

Standardni kubični meter Dogovorna enota za volumen plina, merska enota je $[Sm^3]$ ali $[Nm^3]$.

Količino (maso ali volumen) plinov namreč ne moremo določiti s tehtanjem, tako kot npr. tehtamo tekočine ali trdne snovi.

Pline lahko tehtamo le izjemoma, npr. v jeklenkah:

- najprej tehtamo maso polne jeklenke
- nato tehtamo maso prazne jeklenke

Masa plina nato izračunamo kot razliko med maso polne in prazne jeklenke.

Količino plinov zato praviloma izražamo z volumenom $1 m^3$ plina pri standardnih razmerah. Standardne razmere pa seveda določajo standardi: **1.** ISO 2533: 1,013 bar (fizikalna atmosfera), 15°C

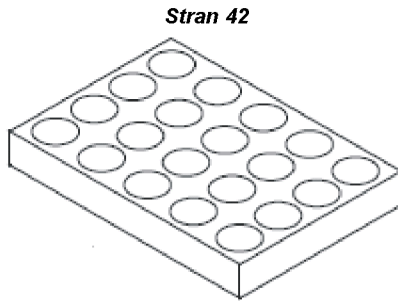
Ferdinand Humski

2. DIN1343: 1,013 bar (fizikalna atmosfera), 15°C, DIN 1945 pa velja za stisnjen zrak pri 25°C.

Stikalna algebra Glej logične funkcije. Sin. Boolova algebra, preklopna algebra.

Stopalka Sprožilo, ki se aktivira z ного - nožno stikalo, nogalnik. Sin. pedal, prim. Pnevmatika stopalka.

Stročnica Priprava v obliki cevi, ki je namenjena za **vpenjanje orodij** (frezal) in **obdelovancev**. Na enem koncu je lijakasto odebeljena in navadno **večkrat preklana**. Ko jo privijemo z matico, se sile prenašajo tako, da stročnica ustvari **močan pritisk v radialni smeri** (glej smer puščic na risbi):



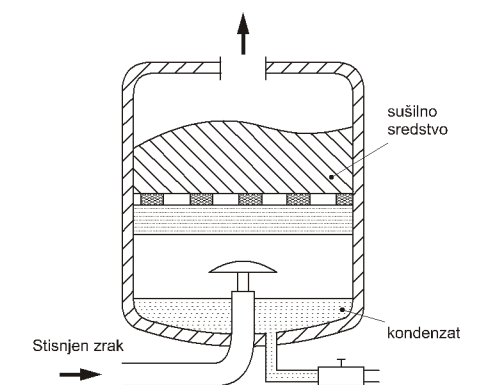
Sin. **vpenjalne klešče**, **vpenjalna puša**. Prim. **Vpenjanje**. Stročnica je tudi rastlina s plodovi v strokih (mnogosemenskih plodovih): grah, fižol itd.

Sušilnik zraka Naprava, ki zagotavlja dobavo suhega zraka, s tem pa tudi **neprekinjeno delovanje** in manj vzdrževanja v pnevmatskem sistemu. Stisnjen zrak namreč vsebuje vodo (vlago), ki se nabira v omrežju in povzroča motnje: **korozijo**, **zamrzitev priključkov** pri nizkih temperaturah ipd. Pri nakaterih pnevmatskih sistemih (npr. zračne zavore pri tovornjakih) so sušilniki zraka obvezni sestavni del sistema.

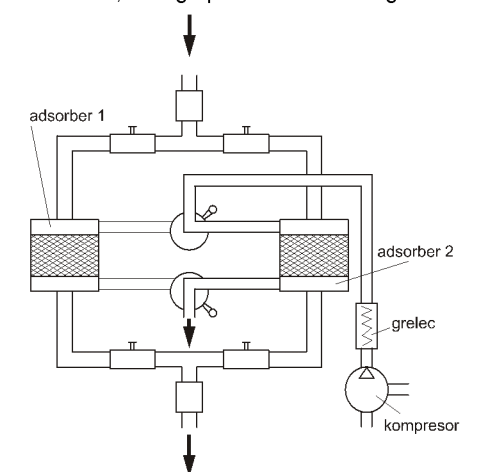
Sušilniki zraka so vgrajeni **neposredno pred uporabnikom**. Po pnevmatskem omrežju pa morajo biti predvideni še **izločevalniki kondenzata**, ki morajo biti **nameščeni na najnižjih točkah omrežja**.

Poznamo **3 POSTOPKE** za sušenje zraka:

1. **Absorpcijsko sušenje**: stisnjen zrak prehaja skozi plast nasutega sušilnega sredstva, s katerim se vlaga iz zraka **kemično veže**. Absorbente (klorcalcij, fosforjev pentoksid itd.) je potrebno zamenjati, ker **se iztrošijo**. Na prehodu skozi sušilnik nekaj vlage kondenzira in jo je potrebno izločiti. Na ta način je mogoče zračno vlažnost znižati za 10 - 15%.

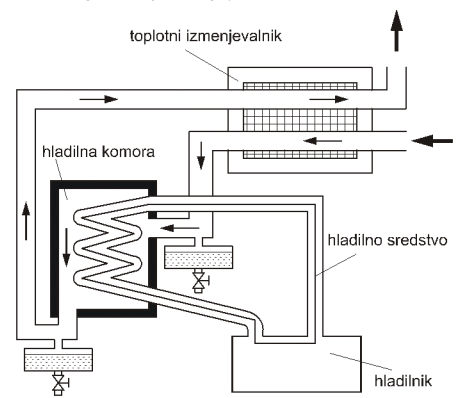


2. **Adsorpcijsko sušenje**: sušilna snov (adsorbent, ponavadi silicijev dioksid v obliki zrn ali kroglic) zadrži vlago le **na svoji površini**, zato je mogoče površino regenerirati z ogretim suhim stisnjnim zrakom. V praksi se običajno uporabljata dve adsorpcijski napravi - z eno se zrak suši, z drugo pa se adsorbent regenerira:

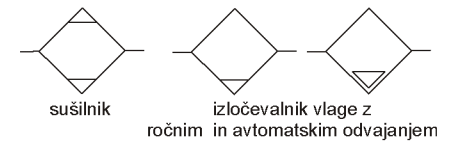


3. **Sušenje z ohlaiditvijo**: stisnjen zrak hladimo do temperature rosišča. Najprej se zrak ohladi v toplotnem izmenjevalniku in tam odda nekaj vlage. V hladilni komori pa se dokončno ohladi do 2°C, tako da se preostala vlaga skoraj v celoti izloči. Izloči pa se tudi del oljnih par (posledica

mazanja kompresorja).

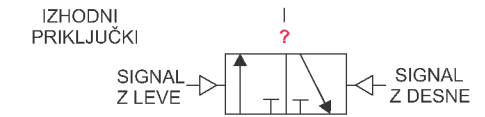


Simboli:



Namesto ušenja zraka lahko v določenih primerih dodajamo sredstvo proti zmrzovanju kondenzata, glej geslo **Naprava proti zmrzovanju kondenzata**.

Škarjasti signal Obojestranski signal na **bistabilnem potnem ventilu**:



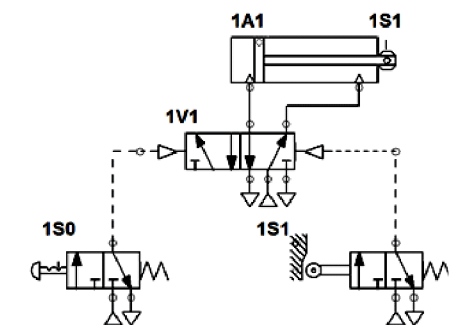
TLAČNO - ODZRAČEVALNI PRIKLJUČKI

Sin. dvostransko delujoči signal, prekrivanje signalov, kolizija signalov.

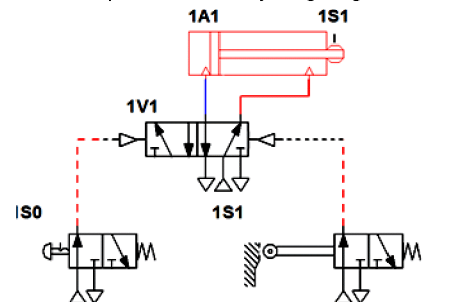
Kaj se zgodi v takem primeru? Bistabilni ventil ostane v tistem stanju, ki je določeno **s časovno hitrejšim signalom**.

Če je bistabilni ventil del koračnega krmilja, se krmilje v primeru škarjastega signala **ustavi**. Takšna situacija se pogosto zgodi, kadar cilindri preko končnih stikal **vzajemno krmilijo eden drugega**.

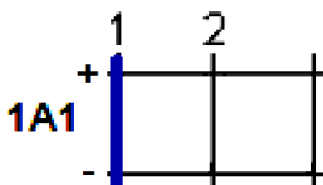
Najbolj preprost primer škarjastega signala lahko prikažemo na enem samem dvosmernem delovnem valju:



Če pritisnemo tipko 1S0+, se delovni valj 1A1 ne bo izvlekel prav zaradi škarjastega signala:



Kako označimo škarjasti signal na diagramu potkorak? Narišemo odebeljeno navpično črto, po možnosti z neko drugo barvo, da izstopa:

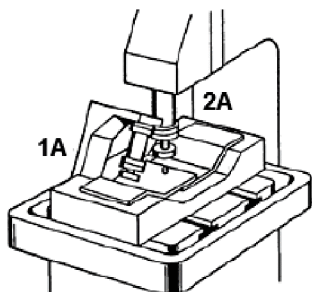


V našem preprostem primeru se diagram pot-korak sploh ne more niti začeti.

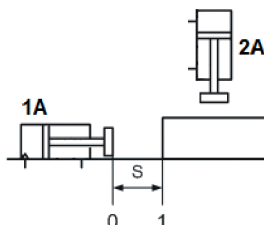
Poglejmo še [primer z dvema cilindroma](#):

1. S cilindrom 1A je treba vpeti obdelovanec.
2. Nato obdelovanec s cilindrom 2A ožigosamo.
3. V zadnjem koraku sledi še izpenjanje.

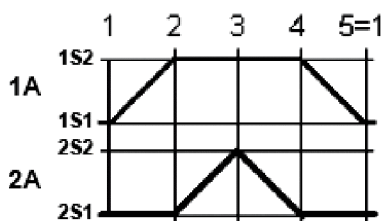
Narišimo si tehnološko shemo:



Običajno je 2D skica bolj razumljiva:



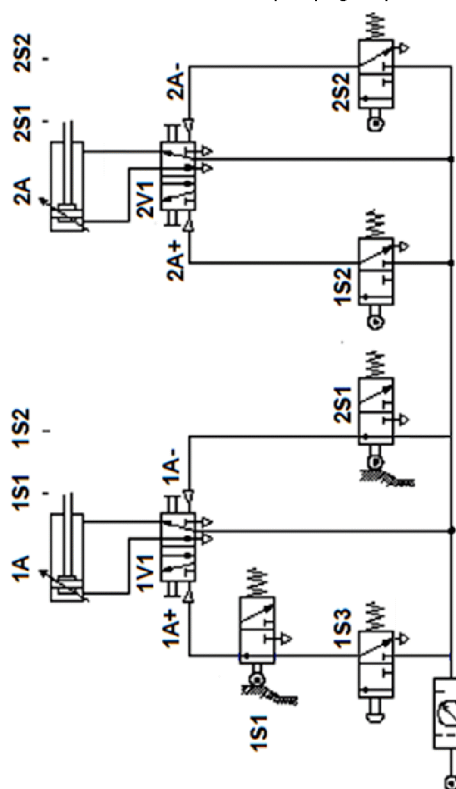
Želeni diagram pot-korak izgleda tako:



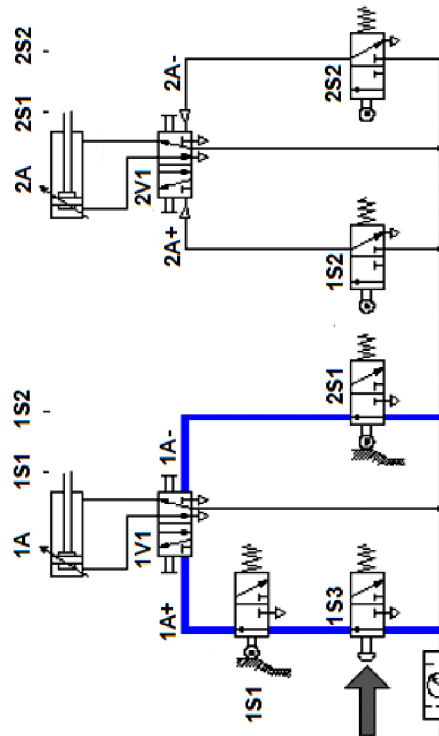
Imamo [simetrični avtomatični cikel dveh delovnih valjev](#). Skrajšani zapis zaporedja delovnih gibov:

1A+, 2A+, 2A-, 1A-

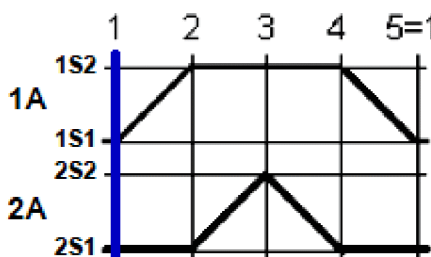
Najprej si zamislimo in nato narišemo pnevmatično shemo, ki se nam zdi na prvi pogled primerna:



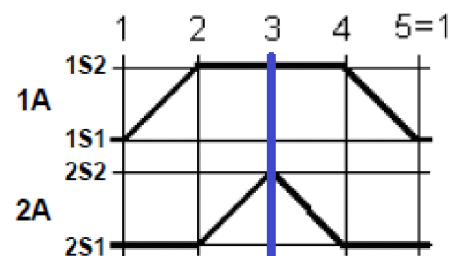
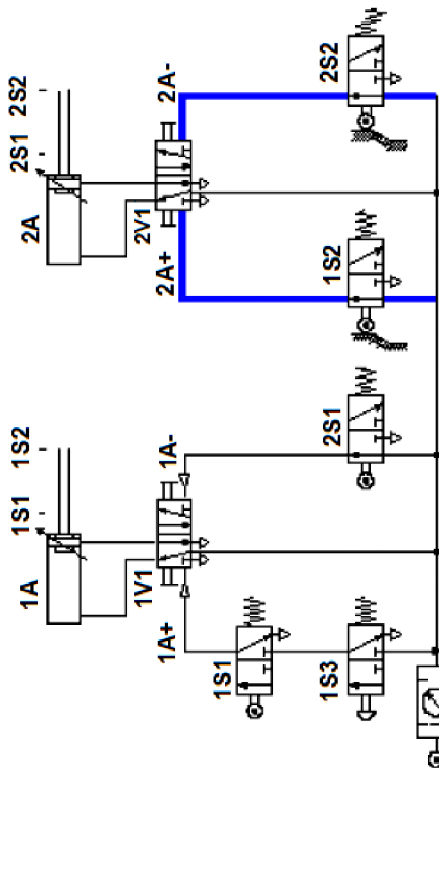
Ampak, pri preizkusu vezja kmalu ugotovimo in z modro barvo označimo **prvi problem** - že v 1. koraku (pritisk na 1S3) se valj 1A ne more premakniti, saj ima bistabilni ventil 1V1 že pred tem signal na priključku 1A- (imamo torej škarjasti signal):



Škarjasti signal na diagramu pot-korak označimo z navpično črto:



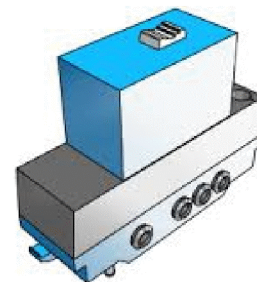
Naslednji škarjasti signal najdemo v 3. koraku:



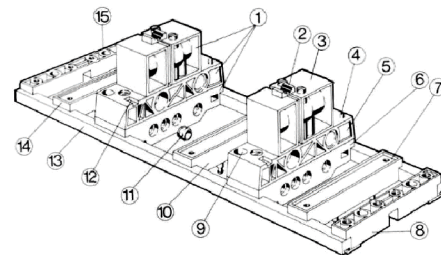
Vendar, zadani problem z dvema cilindroma **ni ne-rešljiv**. Kot najbolj uspešna se je izkazala **kaskadna metoda**, ki prekinja neželene signale in se na ta način **spretno izogne škarjastim signalom**.

Taktna veriga Sestav **pnevmatičnih** elementov, ki omogoča izdelavo zahtevnejših krmilij **po kaskadni metodi**.

Da bi zahtevnejša pnevmatična krmilja pocenili, poenostavili in obenem prihranili prostor, so proizvajalci taktna veriga razdelili na module:

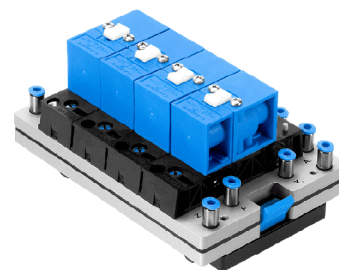


Moduli se nato montirajo v povezovalni člen:



1 - modul 2 - indikator aktiviranja 3 - menjalni ventil 4 - indikator tlaka 5 - logična plošča 6 - priključna plošča 7 - zaključna plošča desno 8 - povezovalni člen 9 - opis taktna stopnje 10 - razdelilna plošča 11 - tesnična puša 12 - utor za ploščico z napisom 13 - montažni okvir 14 - zaključna plošča levo 15 - povezovalni člen

Tako izgleda sestavljena taktna veriga:



Taktna veriga **omogoča** povezovanje pnevmatičnega vezja **po kaskadni metodi** in vsebuje vsaj: **1. Menjalne ventile**, ki so običajno bistabilni 3/2, ker lahko zamenjajo 5/2. Kolikor je vej, toliko je menjalnih ventilov 3/2. Zadnji menjalni ventil je NO, vsi ostali pa so NC.

2. Pripadajoče veje. To so pnevmatični vodi, ki so namenjeni izključno za spremembo takta.

Pogosto so vsebovani tudi:

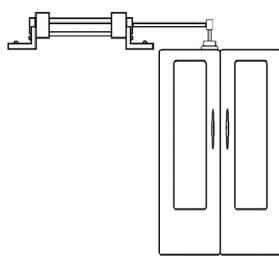
- dvotlačni ventili (IN), namesto njih so lahko vgrajeni tudi monostabilni potni ventili 3/2 NC ter
- izmenični nepovratni ventil (ALI), da se zagotovi zaporednost in da lahko v primeru napake hitro vzpostavimo začetno stanje.

Primer taktna verige, sestavljene iz štirih standardnih modulov, [s pojasnilom](#):

Aktiviranje prvega menjalnega ventila Akt1 "polni" 1. vejo. "Polna" 1. veja deaktivira zadnji menjalni ventil NO (s tem "prazni" 4. vejo) in sproži prvi aktuator (aktuatorji in končna stikala niso narisani na shemi taktna verige). Prvi aktuator preko konč-

nega stikala aktivira drugi menjalni ventil Akt2, ki "polni" 2. vejo. "Polna" 2. veja pa "prazni" 1. vejo in seveda aktivira naprej Akt3 ... itd., vse do aktiviranja zadnjega menjalnega ventila Akt4, ki vzpostavi začetno stanje.

Če je na Akt1 še vedno prisoten signal, se cikel avtomatično ponavlja. Če pa med delovanjem takne verige pride do napake, je potrebno ponovno vzpostaviti začetno stanje. To naredimo tako, da prekinemo signal na Akt1 in dovedemo signal na Zač. st. Začetno stanje vzpostavijo izmenični neopovratni ventili (ALI).



Iz tehnološke sheme je običajno že brez posebne opisa mogoče razbrati delovanje. Delovne valje in končna stikala je potrebno označiti. Shemo lahko dopolnimo z besednim opisom.

Tehnološka shema je lahko osnova za načrtovanje krmilja, npr. pnevmatičnega omrežja. V takšnem primeru je zelo pomembno, da **ZAHTEVE NATANČNO DEFINIRAMO**, kajti le natančnost omogoča pravilno nadaljevanje dela: določanje korakov, pravilna izbira sestavnih delov, itd.. Npr.:
 • ob pritisku na tipko vpneмо obdelovanec
 • obdelovanec ostane vpet tudi, ko tipko spustimo
 • ob pritisku na drugo tipko obdelovanec izpneмо
 Uporabnikova zahteva "vklop brez držanja tipke" namreč običajno pomeni izbor bistabilnega ventila. Sin. položajni plan, situacijska skica. Prim. Načrtovanje pnevmatskih krmilij.

Teoretična zmogljivost Glej Kompressor.

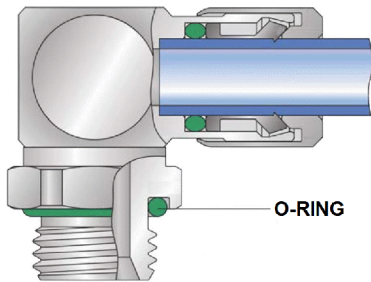
Tesnenje Podvrsta sestavljanja - zapiranje rež, da fluid ne uhaja. Slabo tesnenje je najpogostejše posledica nepravilne oblike (tudi debeline) ali materiala tesnila.

Za **tesnenje navojev** (cevnih zvez, npr. pri pnevmatiki) se uporabljajo prediva, tesnilni trakovi, o-ringi, tesnilne niti (vrvice), lepila.

Teflonski trak se lahko uporablja za tesnenje zraka, plinov in tudi za tesnenje vode - ne uporabljamo pa ga za aceten ali za kisik. **Uporaba:** najprej navoj očistimo in nato nanj navijamo trak v smeri zategovanja. Če bomo tesnilni trak navili v obratni smeri, bomo med pritegovanjem teflonski trak odpravili iz navoja. Teflonski trak naj prekriva samo navoj - ne smemo ga navijati preko navoja, ker se pri privijanju lahko višek traku odreže in se nato prenaša po sistemu, kar je seveda škodljivo. Trak navijemo 3-4 krat.



Poseben in že oblikovan strojni element, namenjen za tesnenje, se imenuje **tesnilo**. **O-ringi** ali **plastični obroči** zagotavljajo tesnenje brez uporabe tesnilnega traku:



Lepila:

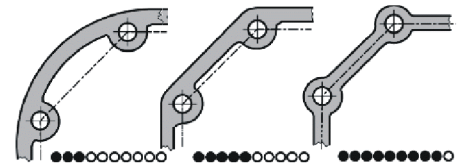


Prim. Kontrola prepustnosti, Tesnilo.

Tesnila - statična

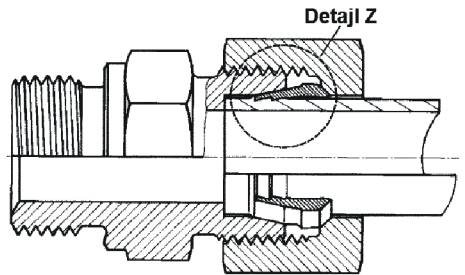
Kot **STATIČNA TESNILA** se uporabljajo :

- **O obročki** (za ohišje cilindra)
- **ploščata tesnila** (npr. za pokrov rezervoarja)

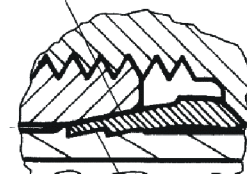


Zgornja risba prikazuje vpliv položaja vijakov na tesnenje ploščatega tesnila - več črnih točk pomeni boljše tesnenje.

- **kovinska tesnila**, ki se uporabljajo pri visokih tlakih in pri visokih temperaturah

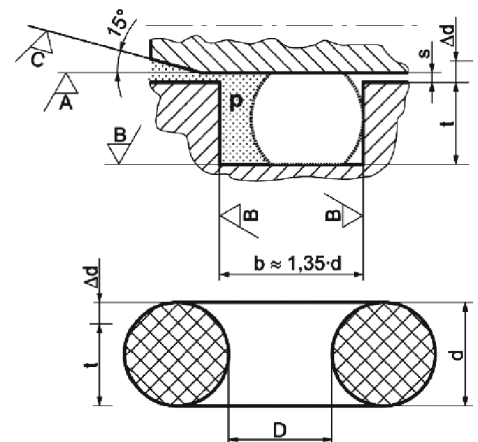


Detajl Z
KONUSNO TESNILO



PLASTIČNA DEFORMACIJA

Tesnila med batom in batnico Največja priporočljiva hitrost bata je cca 12 m/s, kar je odvisno od vrste materiala dinamičnih tesnil, izvedbe tesnenja in od pogojev obratovanja.



Za zagotavljanje dobrega tesnenja je potrebno upoštevati naslednja pravila:

- O-ring se naj **stisne za 10-20%**, kar pomeni, da je tudi **globina utora t** temu ustrezno nižja
- **širina utora b** znaša približno **130 - 140%** od **d**
- **hrapavost površine** za mirujoča tesnila v [μm], pri čemer ločimo kontaktno površino A, dno in stene utora B ter vstopno poševnino C:

		R _a	R _{max}
A	konstanten tlak	1,6	6,3
	nihajoč tlak	0,8	3,2
B	konstanten tlak	3,2	12,5
	nihajoč tlak	1,6	6,3
C		3,2	12,5

Trdota tesnil naj znaša 70 - 90 Shorov. Večja trdota je namenjena za večje tlake.

- pri zelo visokih tlakih se tesnilo iztisne v režo s, kar povzroči zarezo na tesnilu:

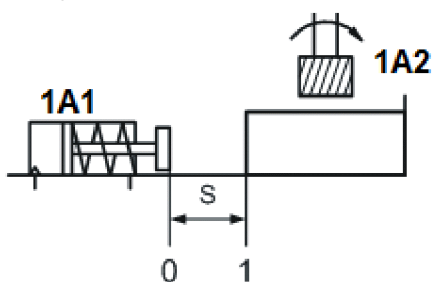
Razvoj elektropneumatike je izpodrinil takne verige, ki se uporabljajo samo še v starejših pnevmatičnih vezjih. Sin. taktni modul, taktna enota. Prim. Ventilski otok.

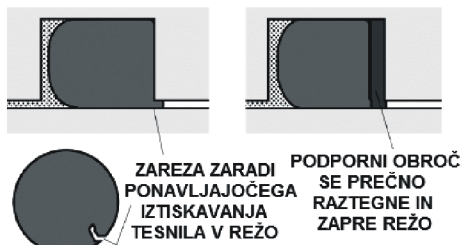
Tehnološka shema Shema, ki je namenjena razumevanju in poenostavljanju problema. S preprosto risbo prikazuje:

- bistvene **sestavne dele** stroja ali naprave
- vhodne elemente - **dajalnike signalov**
- izhodne elemente - **aktuatorje** (del. valje ipd.)

Pri risanju tehnološke sheme lahko uporabljamo simbole, vendar se ni potrebno držati standardov. Rišemo lahko povsem lastne oblike, dodajamo lahko svoje tekste.

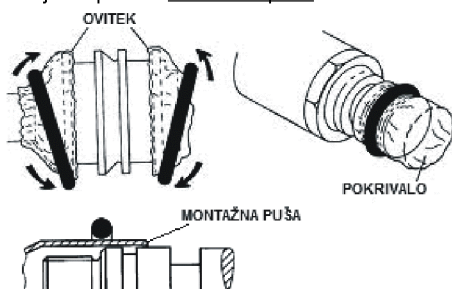
Primer a pnevmatične tehnološke sheme:





To preprečimo z dovolj ozko režo med batom in valjem s, konstrukcija pa mora biti dovolj trdna, da se reža ne širi zaradi pritiska. **Primer:** pri tlaku 8 MPa, pri obratovanju na običajni sobni temp. in pri trdoti tesnila 70 Shorev naj reža ne presega 0,2 mm. Če tega ne moremo zagotoviti, tedaj je potrebno uporabiti še dodatni podporni obroč (lahko tudi obojestransko) iz trše plastike

- izogibati se moramo **montažnim poškodbam:** O-ringi se ne smejo montirati pod pritiskom preko ostrih robov. Razen ostrih utorov so nevarni tudi navoji, ozobja, izvrtine itd. Utoce pred montažo **namažemo** s takšnim oljem, ki ustreza kasnejši uporabi. **Ostra mesta prekrijemo** z ovitkom, uporabljamo pa tudi **montažne puše:**



- pri izboru tesnil se raje odločamo za **debelejše** premere O-ringov d
- izbiramo **pravilne elastomere s pravimi dimenzijami:** tesnilo ne sme biti pretesno (premočno stiskanje) in tudi ne preveč ohlapno

Tesnilo Strojni element, katerega osnovna naloga je **ločiti prostore** med seboj tako, da se med njimi pretaka čim manjša količina fluidov (po možnosti nič).

Ker tesnila zmanjšujejo izgube tekočine, imajo **VELIK VPLIV NA IZKORISTEK** hidravličnih naprav. Poznamo:

a) **STATIČNA tesnila**, ki tesnijo **med mirujočimi deli** (glej geslo Tesnila - statična) in

b) **DINAMIČNA tesnila**, ki tesnijo **med gibajočimi deli**. V osnovi jih delimo na:

- **kontaktna**, ki so v direktnem kontaktu med strojnimi deli in
- **brezkontaktna:** med tesnilom in trdim telesom ali med dvema tesniloma se vedno nahaja reža.

Glede na uporabo delimo dinamična tesnila na:

- tesnila med **batom in batnico**, glej istoimensko geslo
- tesnila **vrtečih se gredi**, glej Radialno gredno tesnilo.

Plastične mase (elastomeri), ki se up. **za tesnila:**

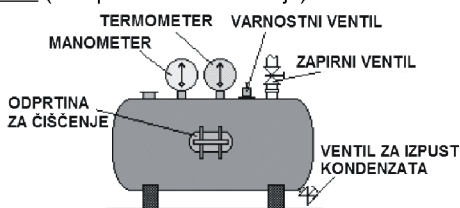
NBR Nitril-Butadien-Kavčuk, trg. ime Perbunan
 FPM Fluor-Karbon-Kavčuk
 EDPM Ethylen-Propylen-Dien-Kavčuk
 ACM Acrylat-Kavčuk
 MVQ Methyl-Vinyl-Silikon-Kavčuk
 PU Polyurethan
 PTFE Poly-Tetra-Fluor-Ethylen (Teflon)

Tlačna posoda Naprava, ki zagotavlja stabilno oskrbo s stisnjanim zrakom.

Naloga tlačne posode:

1. **Uravnava** tlačna **nihanja** (sunke). Brez tlačne posode se tlačni sunki pojavljajo zaradi:
 - **neenakomerne porabe stisnjenega zraka** s strani porabnikov ali zaradi
 - **neenakomerne delovanja kompresorja.**
2. **Shranjuje** tlačno **energijo**. Zagotavlja rezervo stisnjene zraka v času povečane porabe.
3. Dodatno **ohlaja zrak** in **izloča del vlage** v obliki kondenzata.

Pomembni **SESTAVNI DELI** tlačne posode so: **odprtina za čiščenje** ter za inšpekcijski pregled, **manometer** (običajno sta dva: za merjenje tlaka v tlačni posodi in za merjenje delovnega tlaka v omrežju), **varnostni izpustni ventil** (~10 bar), **zapirni ventil**, **ventil za izpust kondenzata** in **regulator tlaka** (za izpust v tlačno omrežje):



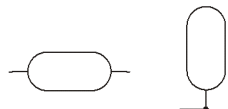
Običajne protikorozijske zaščite tlačnih posod:

- pocinkanje z notranje in zunanje strani
- znotraj zaščitene z epoksi premazom, zunan pa prašno lakirane

Velikost tlačne posode moramo pravilno izbrati. Določimo jo iz posebnega diagrama, iz naslednjih vhodnih podatkov:

- **efektivna zmogljivost kompresorja**
- **želeno nihanje tlaka v rezervoarju** [100Pa = bar], manjše kot je želeno nihanje - večji bo rezervoar
- **vklopnege štrevila** (število vklopov na uro), več vklopov dovolimo - manjši bo rezervoar

Velikost tlačne posode je odvisna tudi od morebitnih dodatnih tlačnih posod v omrežju. Simbol:

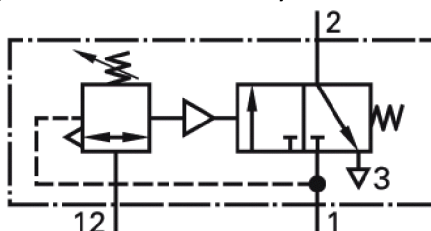


Sin. Zračni zbiralnik. Pri hidravliki včasih uporabljamo izraz tlačna posoda, ko imamo v mislih **hidravlični akumulator**.

Pri elektrotehniko ima podobno vlogo **kondenzator**.

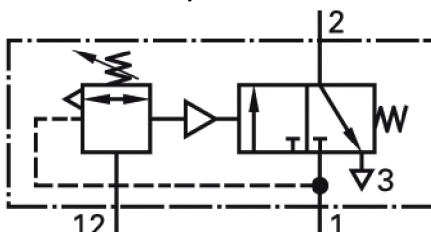
Tlačni preklopnik Pnevmatični ventil, ki daje izhodni signal šele tedaj, ko je dosežen nastavljen tlak. Je kombinacija omejevalnika tlaka in 3/2 potnega ventila.

Tlačni vklopni ventil (zaporednostni ventil) poveže priključka 1 in 2 takrat, ko **tlak** na krmilnem priključku 12 doseže neko nastavljeno vrednost:



TLAČNI VKLOPNI VENTIL

Vakuumski vklopni ventil pa poveže priključka 1 in 2 takrat, ko **podtlak** na krmilnem priključku 12 doseže neko nastavljeno vrednost:



VAKUUMSKI VKLOPNI VENTIL

Prim. Tlačno stikalo.

Tlačni ventili Naprave, ki **regulirajo** (krmilijo) **tlak** in / ali **so krmiljene s tlakom**.

V **PNEVMATIČNIH SISTEMIH** so to regulator **tlaka**, **omejevalnik tlaka** (izpustni, varnostni ventil) in **tlačni preklopnik** (tlačni vklopni ventil, vakuumski vklopni ventil, zaporednostni ventil).

V **HIDRAVLIČNIH SISTEMIH** z njimi:

- a) **Omejimo tlak**, glej Hidravlika - varnostni ventili.
- b) **Znižamo tlak**, glej Hidravlika - ventil za znižanje tlaka.
- c) **Zaščitimo** hidravlične naprave **pred preob-**

menitvijo, glej Hidravlika - ventil za regulacijo razlike tlaka.

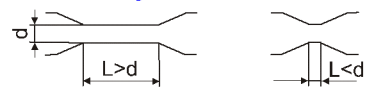
Prim. Tlačno stikalo.

Tlačni vklopni ventil Glej Tlačni ventili, Tlačni preklopnik.

Tokovni ventili Ventili, ki **zmanjšujejo pretok** stisnjene zraka, njihov glavni namen je **dušenje**. S tem **upočasnjijo** delovne komponente, npr. delovne valje. Z nastavljivimi tokovnimi ventili lahko nastavljamo hitrost delovnih valjev.

Vrste tokovnih ventilov:

a) **DUŠILNI ventili** deluje tako, da zoža cev, da zmanjša notranji prerez cevi. Klasični dušilni ventil ima zožitev daljšo od premera, **ventil z zaslonko** pa ima zožitev krajšo od premera. **Način delovanja** obeh možnosti:



Dušilni ventil

Ventil z zaslonko

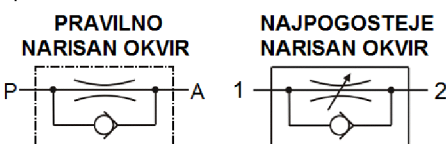
Obe vrsti ventilov imata lahko **fiksno** ali **nastavljivo zožitev**. V pnevmatiki največ uporabljamo **nastavljivi dušilni ventili**, ker je primeren **ZA NASTAVITEV HITROSTI** delovnih komponent. **Simbol** za dušilni ventil:



dušilni ventil

dušilni ventil s poljubno nastavitvijo

b) **DUŠILNO NEPOVRATNI ventil** oz. **neovratni dušilni ventil**, tudi **povratni dušilni ventil** je kombinacija dušilnega in enosmernega ventila in **duši** pretok zraka **samo v eni smeri**. Simbol:



enosmerni dušilni ventil

enosmerni nastavljivi dušilni ventil

POMEMBNO JE, V KATERO SMER JE OBRNENA STREŠICA:

DUŠENJE

1 → 2

BREZ DUŠENJA

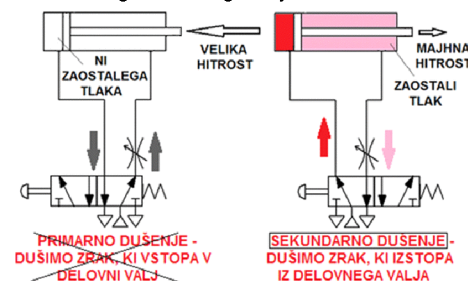
Priključka sta označena po starem standardu (P, A levo) in po novem standardu (1,2 desno). Na zgornji risbi vidimo, da lahko namesto besede **neovratni** uporabimo besedi **enosmerni** oz. **protipovratni** dušilni ventil, tako kot je to zapisano pod geslom Zapirni ventil.

Združevanje več naprav označuje **črta-pika** in tako bi moral biti narisana pravokotnik (okvir), ki obkroža simbol (levo). Kljub temu se v praksi ta pravokotnik pogosto nariše s polno črto ali pa se sploh ne nariše.

Pri **enosmernih** dušilnih ventilih vedno pogledamo, **v katero smer kaže strešica** (na zgornji risbi kaže na desno). Kamor kaže strešica, v tisto smer ventil duši, v nasprotno smer pa ne duši. Na zgornji risbi poteka dušenje v smeri od 1 do 2 (od leve proti desni), medtem ko v smeri od 2 do 1 (od desne proti levi) ni dušenja.

PREVERJANJE VRSTE DUŠENJA:

Poznamo **PRIMARNO** in **SEKUNDARNO** dušenje pretoka zraka. Oboje lahko prikazemo z uporabo nastavljivega dušilnega ventila pri krmiljenju dvosmernega delovnega valja:



PRIMARNO dušenje (leva shema) je dušenje

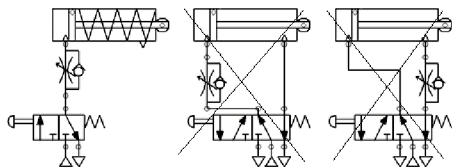
Ferdinand Humski

stisnjena zrak, ki **doteka** v cilindar. Na drugi strani bata je ločen prostor, ki se zmanjšuje in ta zrak izteka iz valja **neovirano**. Posledica je velika hitrost batnice pri vteku, kljub dušenju.

Ugotavljamo, da je primarno dušenje **neučinkovito**, razen tega pa povzroča tudi **neenakomerno gibanje** bata (tresenje). Zato pri pnevmatiki **NE UPORABLJAMO** primarnega dušenja, razen v izjemnih primerih, npr. kadar moramo dušiti enosmerne delovne valje ali delovne valje z majhno prostornino. Na zgornji shemi smo ga prečrtali.

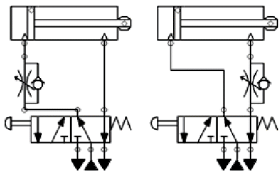
SEKUNDARNO dušenje (desna shema) je dušenje stisnjene zraka, ki **izteka** iz cilindra. Zaradi dušilnega ventila nastaja zaostali tlak, ki deluje v nasprotni smeri gibanja batnice, zato se **hitrost izvleka učinkovito zmanjša**. Razen tega je pri tem tudi gibanje batnice enakomerno in zato hitrost delovnih komponent vedno zmanjšujemo **SAMO S SEKUNDARNIM DUŠENJEM**.

Nastavljivi dušilni ventil duši tako primarno kakor tudi sekundarno, duši torej obenem na zeleni in tudi na neželeni način. Zato v praksi navadnega dušilnega ventila ne uporabljamo, namesto njega uporabimo **enosmerni** nastavljivi dušilni ventil.

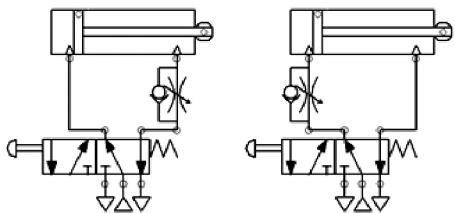


Zgornja shema prikazuje, od leve proti desni: primarno dušenje enosmernega valja, primarno dušenje izvleka dvosmernega valja in primarno dušenje uvleka dvosmernega valja. Absolutno napačni uporabi sta seveda prečrtani.

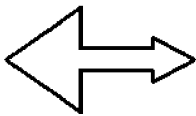
Ker pa je tekočina nestisljiva, se **pri hidravliki** primarno dušenje seveda **normalno upravlja**:



Spodnja leva shema prikazuje sekundarno dušenje izvleka, spodnja desna shema pa sekundarno dušenje uvleka:



Nekateri proizvajalci (npr. SMC) uporabljajo svoje lastne simbole za nepovratne nastavljive dušilne ventile:

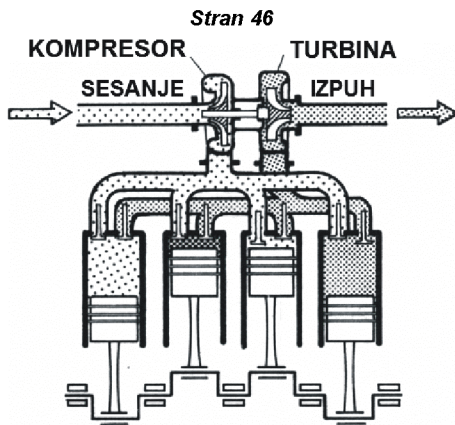


Tolkač Glej Plunžer.

Trikloretilen Negorljiva, brezbarvna tekočina z vonjem po kloroformu, odlično topilo za maščobe, voske, smole itd. Temp. vrelišča je 87°C. Pri vdihavanju deluje kot narkotik. Sin. trikloroeten.

Turbina Pogonski stroj, ki spreminja energijo fluida (pretok zraka, pare ali vode) v mehansko delo. Naspr. črpalka, kompresor. Prim. pnevmatični motor, hidromotor.

Turbokompresor Kompresor, ki ga poganja turbina. Tipična uporaba turbokompresorjev je pri dizelskih motorjih z notranjim zgorevanjem:



Sin. turbinski polnilnik, dinamični kompresor. Prim. Kompresor - radialni.

Uvlek Glej geslo Pnevmatični cilindri.

Vakuumski vklopni ventil Glej Tlačni ventili, Tlačni preklonik.

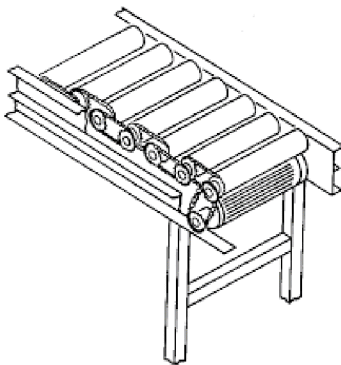
Vakuumsko prijemalo Glej Sesalno prijemalo.

Valj Geometrijsko telo, ki ga omejujeta dva kroga in plašč.

Delovni valj je pnevmatični ali hidravlični valj, glej gesla Pnevmatični cilindri, Enosmerni delovni valj, Dvosmerni delovni valj, Delovni valj - preračun.

Valj kot oblika omejitve se lahko uporablja **pri** naslednjih **geometričnih tolerancah**: pravokotnost, oblika valja, popolni tek, premost, soosnost, vzporednost itd.

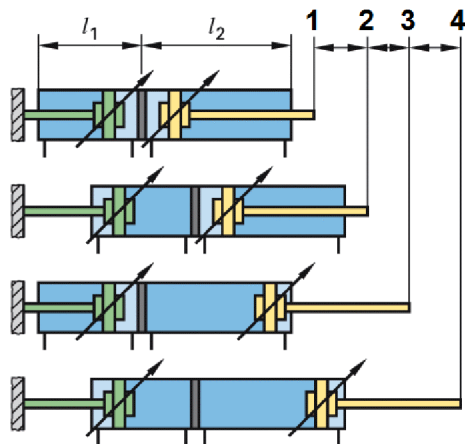
Valjni transporter Naprave, ki so namenjene za transport kosovnega ali paletiziranega materiala. Ločimo vaččne transporterje s pogonom in brez pogona.



Variometer Instrument, ki kaže hitrost dviganja ali spuščanja letala. Deluje po načelu merjenja spremembe zračnega tlaka.

Varnostni ventil Glej Zaporni ventili.

Večpoložajni valj Dobimo ga, če povežemo dva dvosmerne valja:



Ventil Naprava za reguliranje pretoka tekočin in plinov. Sin. zapiralo, zaklopka. Npr.:

• **redukcijski** ~: ki na odjemni strani omogoča stalno enak, znižan tlak plina, pare; npr. pri plamenškem varjenju - zmanjšuje tlak plinov iz jeklenk

• **tlačni** ~: skozi katerega izteka tekočina iz črpalke, plin iz batnega kompresorja itd.; odpre se pod vplivom povišanega tlaka

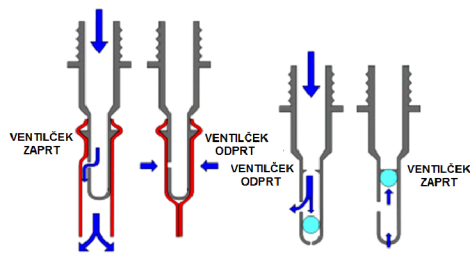
• **sesalni** ~: odpre se pod zaradi nastalega podtlaka ali pa se odpre v času sesalnega takta (npr. pri motorju z notranjim zgorevanjem)

- **izpušni** ~: odpre se v času izpušnega takta, npr. pri motorju z notranjim zgorevanjem
- **varnostni** izpustni ~: ki se avtomatično odpre, ko tlak tekočine, plina preveč naraste
- **zapirni** ~: pipe (sedežni, poševnosedežni in krogelni ventili) in zasuni
- **krogelni** ~: konstrukcijska izvedba (s preluknjano kroglo)
- **elektromagnetni** ~: ventil, ki ga zapira / odpira elektromagnet

Skupine ventilov pri **pnevmatiki in hidravliki**:

- glede na smer in funkcijo: **potni, tlačni, sesalni**
- nadzor fluida na izstopu iz ventila: **zaporni + tokovni ventili, regulator tlaka** (reducirni ventil)
- nadzor fluida na vstopu v ventil: **varnostni, izpustni, omejevalni ventil**
- spreminjanje veličin brez nadzora fluida: navadni **zapirni ventili**
- sestavi ventilov: **časovni** pnevmatični ~, časovni ~ za zakasnitev signala, časovni ~ za skrajšanje signala

Možni načini delovanja ventilčkov na kolesu:

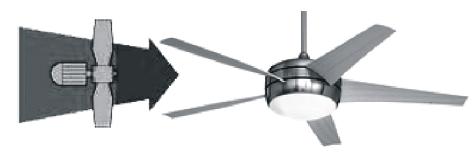


Ventil za izpust kondenzata → Izločevalnik vlage.

Ventilator Naprava za zračenje, mešanje, menjavanje zraka: za **velike količine** zraka in **majhen prirast tlaka**. Lat. *ventilare*: povzročanje vetra.

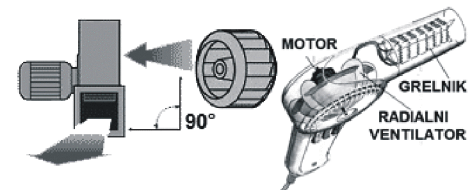
Uporabljajo se za zračenje prostorov, za hlajenje naprav (motorjev, elektronskih vezij, hladilnih reber), za ogrevanje (pri ogrevalnih napravah: prenos toplote z vsiljeno konvekcijo) in za pogon vozil na zračni blazini. Del.:

a) **Aksialni ventilatorji** porivajo zrak **vzporedno z gredjo**, na kateri se vrtijo lopatice. Stropni, sobni ventilator, računalniški ventilator itd.:



b) **Radialni ventilatorji** imajo rotor, ki s svojim vrtenjem povzroča, da zrak **vstopa vzporedno z gredjo**, nato pa ga **izpuhuje** v smeri, ki je **pravokotna (radialna)** na gred. Radialni ventilatorji se uporabljajo, kjer:

- potrebujemo majhne pretoke in visoke tlake
 - potrebujemo samo lokalne pretoke zraka
 - kjer imamo na razpolago malo prostora
- Primeri uporabe: pihalo za liste dreves, sušilnik za lase, sesalnik, električni grelnik (kalorifer), grelnik za avtomobilski prostor itd. Sin. centrifugalni ventilator.

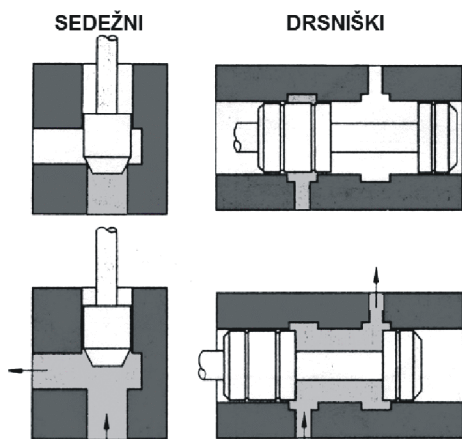


Prim. kompresor, puhalnik. Simbol:

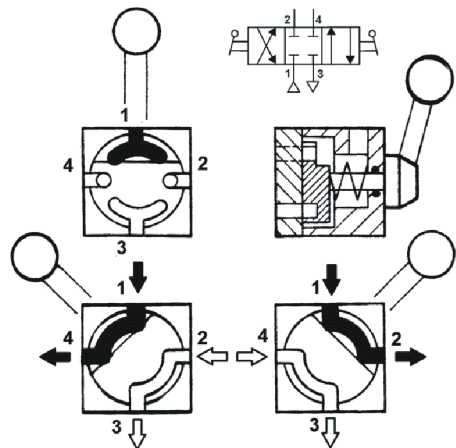


Ventili - konstrukcijske izvedbe V osnovi razlikujemo **sedežne** (levo) in **drsniške** (desno, včasih jih imenujemo tudi vrentenske) ventile.

	LASTNOSTI VENTILOV	
	SEDEŽNIH	DRSNIŠKIH
zapiranje	tesno	lekažni pretok
nečistoče	neobčutljivost	občutljivost
izdelava	draga	enostavna
pot aktiviranja	kratka	dolga



Poznamo tudi **drsniške ventile s ploščatim vrtljivim drsnikom**. Najpogosteje se aktivirajo nožno ali ročno in imajo tri stanja (3/3 ali 4/3):



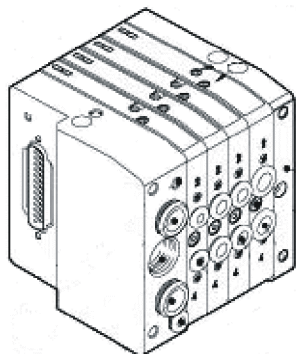
Takšen način omogoča ustavitve cilindra v vmesnem položaju.

Posebna konstrukcijska izvedba je tudi **posredno aktiviranje z nadtlakom** - podrobnosti glej pod geslom Potni ventili ali Magnetni ventil.

Ventilski otok Pnevmatika: skupek **več potnih ventilov na enem mestu**. Sin. blok ventilov, ventilski blok, krmilni blok. Pri hidravliki: **hidravlični krmilni blok**. Prim. Taktna veriga, Razvod.

Prednost ventilskega otoka je v tem, da lahko ima **centralno oskrbo s stisnjenim zrakom** in po potrebi **tudi z elektriko**. To pomeni, da eden sam priključek zagotavlja oskrbo vseh potnih ventilov na ventilskega otoku - s tem prihranimo veliko cevi, priključkov, prostora in seveda tudi denarja.

Kot je razvidno iz spodnje risbe, so ventilski otoki sestavljeni iz **modulov** - na zgornji risbi jih je 6, vzporedne črte so stiki med njimi. Takšen način gradnje omogoča, da ventilske otoke **razstavimo**, dodamo ali odvezamo module in nato **ponovno sestavimo** nekoliko drugačen ventilski otok.

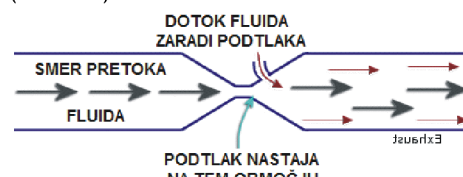


Ventilski otoki so lahko samo pnevmatični ali elektropnevmatični (vsebujejo tudi solenoide). Vedno **združujejo enake porabnike** - porabnike z enakim notranjim premerom cevi.

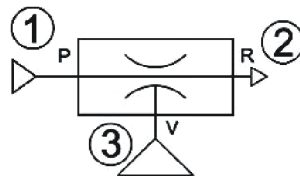
Na ventilskega otoku je seveda premalo prostora, da bi nanj pritrdili še tablico z vsemi simboli, ki ponazarjajo delovanje ventilskega otoka. Namesto simbolov so ventilski otoki opremljeni s **kratki-mi oznakami proizvajalcev** - npr. s črkami **M, N**

itd. V svojih **katalogih** nato proizvajalci razkrivajo pomen posamezne kratice (M, N itd.) s simboli in besedami.

Venturijeva cev - tehnika Venturijeva cev najpogosteje uporabljamo za ustvarjanje podtlaka (vakuum):



Simbol venturijeve cevi v pnevmatični shemi:



1 dovod stisnjenega zraka (**P** - pressure)

2 izpust iz Venturijeve cevi (**R** - relief)

3 vakuumski (sesalni) priključek (**V** - vacuum), na katerega se lahko priključi prisesek, ki se lahko uporabi npr. za dviganje bremen

Prim. Venturijeva cev - teorija.

Vezalna shema Shema, ki prikazuje:

a) Podroben prikaz vezja **električnih, pnevmatičnih, hidravličnih** ipd. naprav s pomočjo simbolov ali znakov. Vezalna shema pri tem **NE UPOŠTEVA dejanske oblike** in razporeditve sestavnih delov, pa tudi **fizičnih povezav** med sestavnimi deli **ne prikazuje direktno**. Je v bistvu **abstraktna predstavitev** funkcij in delovanja naprav. Namenjena je **pravilnemu povezovanju** posameznih komponent med seboj.

Vezalna shema je **popolna shema** - obsega vse elemente, vse povezave med njimi in zato daje **podrobno predstavo** o delovanju naprave. Za **razumevanje** delovanja sistema pa je bolj primerna **fizikalna vezava**.

Priključki so običajno **oštevilčeni**, da lahko kontroliramo, ali je naprava pravilno povezana. Vezalno shemo lahko rišemo **ENOČRTNO (enopolna shema, glej istoimensko geslo)** ali **VEČČRTNO (večpolna shema)**.

Sin. **vezalni načrt**, tokovna shema, krmilna shema: električna, hidravlična ~ itd. Nedopustno: stikalni načrt. Prim. načrt ožičenja.

b) Povezavo in zaporedje logičnih operacij za neko napravo. **Logična vezalna shema** zajema **vhodne signale, logične funkcije** (ki se v konkretnih napravah nato nadomestijo s krmilnimi elementi) in **izhodne signale**. Delovnih komponent ne prikazuje, lahko pa jo dopolnimo z izjavnostno tabelo. Namenjena je predvsem:

- prepoznavanju / ugotavljanju logičnega načina delovanja neke naprave.
- načrtovanju in optimiranju v primeru, ko se še nismo odločili za vrsto naprave.

Sin. vezalni načrt, stikalni načrt.

Vezalni načrt Glej Vezalna shema.

Vežava Strojniško in elektrotehniško: **simbolični prikaz** vezja oz. **način spojitve** električnih, pnevmatičnih, hidravličnih itd. elementov. Npr. zaporedna, vzporedna itd. vezava. Prim. shema.

Vežje Skupek električnih, mehanskih ali elektronskih elementov s pripadajočimi povezavami. Npr. pnevmatično, električno, hidravlično itd. vežje. Prim. inštalacija.

INTEGRIRANO vežje: vežje, ki s svojimi elementi predstavlja **nerazdružljivo celoto** - za razliko od tiskanega vežja, pri katerem lahko posamezne elemente izločimo ali zamenjamo. Sin. čip.

TISKANO vežje: vežje, pri katerem so žične povezave med elementi nadomeščene s tankimi prevodnimi trakovi, narejenimi s tehniko tiskanja. Ang. **printed circuit board (PCB)**. Elektronski elementi so nameščeni na **ploščah**, ki so narejene iz **dveh osnovnih materialov**:

a) **PODLAGA** je izolacijski material, najpogosteje iz pertinaksa ali vitroplasta.

b) Prevodna **BAKRENA POVRŠINA** ima debelino 30 do 70 μm . Lahko je nanešena samo z ene strani (**enostransko tiskano vežje**) ali z obeh strani podlage (**dvostransko tiskano vežje**).

Vijačni kompresor Glej Kompresor - vijačni.

Višinomernik Glej Altimeter.

Vklopno število Število vklopov kompresorja na uro, merska enota [1/h], običajno znaša od 10 do 20 vklopov na uro. Večje kot je vklopno število, manjšo tlačno posodo potrebujemo. Prim. Tlačna posoda, Kompresor.

Vlaga v pnevmatičnih sistemih V pnevmatičnih sistemih se vlaga ves čas izloča iz zraka v obliki kondenzata. Vlaga je v pnevmatičnih sistemih nazaželen, ker povzroča:

- korozijo, kadar je v stiku s kovino
- nepravilno ali nezaželeno delovanje pnevmatičnih naprav, sploh če so nepravilno priključene (npr. na spodnji del zbiralnika kondenzata)
- zimsko nedelovanje in poškodbe naprav, ker voda zmrzne

Vlago izločamo z izločevalniki vlage in s sušilniki, manjše količine tudi s filtri. Zimske probleme lahko odpravljamo tudi z napravami proti zmrzovanju kondenzata.

Vlagomer Merilnik vlažnosti: **higrometer** ali **psihrometer**. Prim. Vlažnost.

Vod

1. Vodnik in drugi sestavni deli za **prenos električne energije** ali telekomunikacijskih signalov.

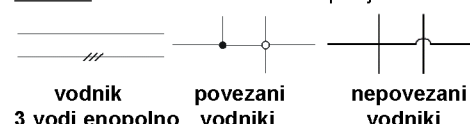
Prim. Označevanje vodov. Obremenljivost el. vodnikov - glej geslo Električni tok.

2. Cevi in drugi sestavni deli za prevažanje **tekočin, plinov** (pnevmatični, hidravlični vod). V tem primeru ločimo **delovne vode** (polna črta, za aktiviranje delovnih komponent, npr. valjev) in **krmilne vode** (črtkana črta, za krmiljenje, npr. potnih, dvotlačnih in izmeničnih nepovratnih ventilov). Podrobneje glej Cevi za pnevmatično omrežje.

Simboli: glej geslo Vodnik.

Vodnik Žica ali drugače oblikovan **električni prevodnik** za prenos el. energije: dvožilni, enožilni, goli, nični ~. Prim. vod, označevanje vodov.

Simboli za električne vodnike in priključke:



3 vodi enopolno **vodniki** **nepovezani vodniki**
Beseda vodnik se lahko uporablja tudi za cevi v **pnevmatičnem** ali **hidravličnem omrežju**. Pri tem ločimo delovne in krmilne vode.

Delovni vod Krmilni vod

Prim. Cevi za pnevmatično omrežje.

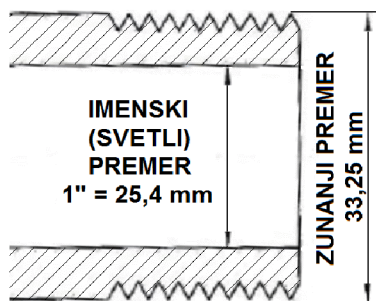
Volumetrični kompresor Glej Kompresor - volumetrični.

VSI Ang. Vertical speed indicator → Variometer. **Whitworthov navoj** Prvi nacionalni standardni vijačni navoj na svetu, ki je omogočil serijsko proizvodnjo, s tem pa znižanje cen ob hkratnem dvigu kvalitete mnogih naprav. Specifičiral ga je Sir Joseph Whitworth leta 1841.

Danes obstajajo 3 vrste standardov za Whitworthove navoje: British Standard Whitworth (BSW), British Standard Fine thread (BSF) in British Standard Cycle (BSC ali BSCy).

Posebnost Whitworthovega navoja je **OZNAKA**. Oznaki R namreč sledi **številka v colah**, ki pa **ni enaka imenskemu premeru zunanega navoja**.

Razlog: na začetku dvajsetega stoletja so se **vse mere nanašale na notranje premere cevi**, med drugim tudi **zaradi kalibrir** pri strelnem orožju. **Colska cev (1")** je tedaj imela **svetli premer 25,4 mm**. Ob takratnem stanju kvalitete jekel je ta cev imela standardni zunanji premer približno 33 mm:



Najpomembnejši so bili navoji na zunanjem premeru cevi (cevi praviloma privijamo z zunanjim navojem), zato so **zunanjemu navoju** takratne colske cevi (svetli premer 25,4 mm, imenski premer ~33 mm) rekli - **colski navoj 1"**. Navoj, ki se je nanj privil, pa so imenovali **notranji colski navoj 1"**.

Oznaka **R1** takrat ni pomenila, da je zunanji premer tega navoja enak 1" (1 cola - 25,4 mm), temveč je pomenila, da se ta zunanji navoj nahaja na cevi z notranjim premerom cevi 1". Zunanji premer tega navoja pa je bil **med 32,89 in 33,25 mm**.

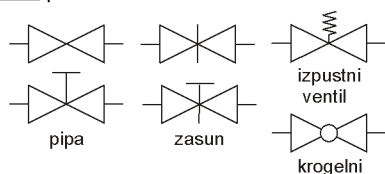
Kasneje se je kvaliteta jekel izboljševala, zato so se debeline sten cevi tanjšale. **Naprave za izdelovanje navojev so ostale enake**, zato so zunanji navoji ostali enaki, notranji premeri cevi pa so se povečali. V današnji toplotni in sanitarni tehniki zato številka poleg oznake R **ne ustreza nobeni meri več**, colske cevi pa so po novih standardih (npr. DIN EN ISO 228-1) definirane metrično.

Kljub temu so navade ostale in se ohranjajo. Če npr. najdemo cev z zunanjim premerom ~ 33 mm, je ta cev v naših glavah še vedno **"enocolska cev"** in se kot takšna tudi uporablja pri komunikaciji.

Pregled zunanjih premerov "colskih" cevi [mm]:

1/16	7,72	1/8	9,73	1/4	13,12	3/8	16,66
1/2	20,96	5/8	22,91	3/4	26,44	7/8	30,20
1	33,25	1 1/8	37,90	1 1/4	41,91	1 1/2	47,80
1 3/4	53,75	2	59,61	2 1/4	65,71	2 1/2	75,18
2 3/4	81,53	3	87,88	3 1/2	100,33	4	113,03
4 1/2	125,73	5	138,43	5 1/2	151,13	6	163,80

Prim. Navoji - standardizacija.
Zakon o ohranitvi mase → Kontinuitetna enačba.
Zapirni ventili Ventili, s katerimi **odpiramo** in **zapiramo** pretok:



Zapirni ventili za razliko od tokovnih ventilov (ki dušijo pretok) **niso namenjeni za natančno nastavitvev pretoka fluida**. Nekatere literature uporabljajo kar napačni izraz **zaporni ventili**.

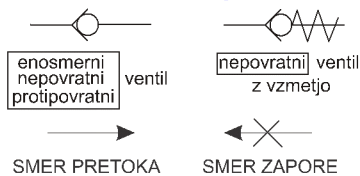
Zapirni ventil se vedno uporablja pri kompresorskih enotah - zato, da lahko po potrebi hitro prekinemo povezavo s pnevmatskim sistemom. Sin. zapiralni ventili.

Zaporedno krmilje Sin. sekvenčno krmilje. Glej Krmilje (vrste krmilij), Koračno krmilje.

Zaporednostni ventil Glej Tlačni ventili, Tlačni preklopnik.

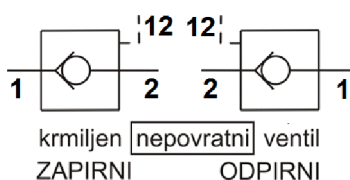
Zaporni ventili Ventili, ki **v eni smeri dopuščajo** pretok, **v povratni smeri** pa ga **zapirajo**. V nekaterih literaturah jih imenujejo tudi **zapirni ventili**, še posebej pri hidravliki. Del:

1. **Nepovratni** (protipovratni, enosmerni) **ventil, nepovratni ventil z vzmetjo**:



Nepovratni ventil z vzmetjo se uporablja npr. za varnostne (izpustne, nadtlačne) ventile.

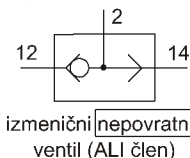
2. **Krmiljen nepovratni ventil** oz. **predkrmiljeni enosmerni ventil**:



• **ODPIRNI** nepovratni ventil: krmilni signal odpre nepovratni ventil (zaradi krmilnega signala 12 se stisnjen zrak pretaka v obeh smereh - od 1 do 2 in od 2 do 1)

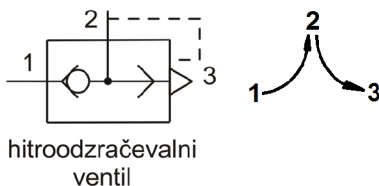
• **ZAPIRNI** nepovratni ventil: krmilni signal zapre nepovratni ventil (zaradi krmilnega signala 12 je stisnjen zrak zaprt v obeh smereh - tako od 1 do 2 kot tudi od 2 do 1)

3. **Izmenični nepovratni ventil** (dvojni nepovratni ventil, ALI člen):



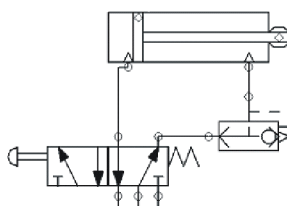
ALI člen ima dva vhoda: 12 (X) in 14 (Y). Izhod je le eden: 2 (A). Če pride zrak na oba vhoda, tedaj ostane kroglica v sredini in zrak steče proti izhodu 2. Če pa pride zrak na enega od obeh vhodov, tedaj zrak steče proti izhodu 2, **kroglica pa zapre drugega od obeh vhodov!** To je tudi razlog, zakaj ALI člena **ne smemo zamenjati s T členom** - ki pusti drugi vhod odprt!

4. **Hitroodzračevalni ventil**:



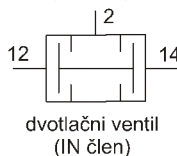
Hitroodzračevalni ventil ima delovne priključke (označene z eno številko): dovod zraka 1 (P), izhod 2 (A) in odzračevalni priključek 3 (R). Če dovedemo stisnjeni zrak na 1, ga ventil poveže z 2 in zapre 3. Če pa dovedemo stisnjeni zrak na 2, tedaj hitroodzračevalni ventil zapre 1 in **odpre odzračevanje 3**.

Pri dvosmernih delovnih valjih se pojavlja tlak iztekajočega zraka p_2 , ki zavira gibanje batnice (glej geslo Dvosmerni delovni valj). Hitroodzračevalni ventil omogoča hitro iztekanje zraka, s tem pa zmanjša p_2 , ki povzroča zaviralno silo. Zato hitroodzračevalni ventili **povečajo hitrost dvosmernih cilindrov**. Vgraditi jih moramo **čim bližje cilindru**:



Sin. hitroizpustni ventil.

5. **Dvotlačni ventil** (IN člen):



IN člen ima dva vhoda: 12 (X) in 14 (Y). Izhodni signal 2 (A) dobimo le, če sta oba vhodna signala prisotna. Samo eden vhodni signal - 12 (X) ali 14 (Y) si zapre pretok. Prim. Potni ventil - priključki.

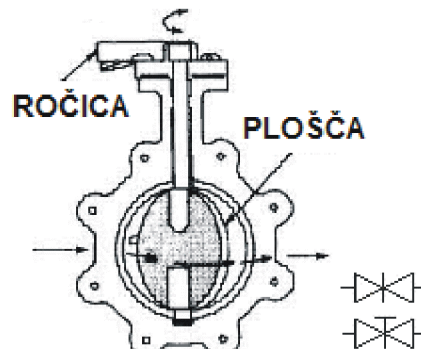
Zasučni cilindri → Pnevmatični zasušni cilindri. **Zasučni delovni valj** Glej Pnevmatični zasušni cilindri.

Zasučni motor Naprava, ki omogoča zasuk določen kot rotacije. Deluje lahko na pnevmatični, hidravlični ali električni pogon. Simbol:



Sin. zasušni cilindri.

Zasun Naprava za zapiranje hidravličnih ali pnevmatskih napeljav. Za razliko od ventila (ki zapira s čepom) zapira zasun s ploščo (loputo). Pri zaprtem zasunu je plošča obrnjena pravokotno na os cevi. Slabost zasunov je netesno zapiranje. Vodovodne zasune vedno montiramo tako, da je vreteno obrnjeno navzdol - da se nesnaga ne usede v vodilni utor. Prim. zapirni ventil.



Zbiralnik kondenzata Glej Izločevalnik vlage. **Zmogljivost kompresorja** Največji volumski pretok, ki ga zmore kompresor pri določenem tlaku. Podrobneje glej pod geslom Kompressor. Prim. Kontinuitetna enačba, Poraba zraka. **Zračna blazina** Pojav, ki povzroča manjšo potisno silo in hitrost batnice pri dvosmernih delovnih valjih. Glej Pnevmatični cilindri. V pogovornem jeziku uporabljamo izraz zračna blazina tudi za zračno vzmet. **Zračna vzmet** Glej Pnevmatško vzmetenje. **Zračni zbiralnik** Glej Tlačna posoda. **Zračno vzmetenje** Glej Pnevmatško vzmetenje. **Zunanji tlak** Glej Tlak.

ELEKTROPNEVMATIKA

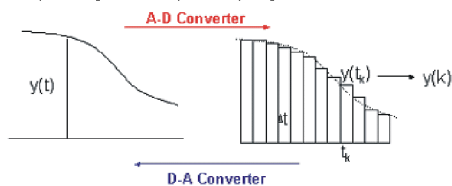
Ferdinand Humski

AC Izmenični tok, ang. Alternating Current. Prim. DC.

Aktiviranje Ustvarjanje sile, ki preklopi (spremeni) stanje npr. na kontaktih ali na potnih ventilih. Ker je kontakt obvezni **sestavni del** stikal, relejev, kontaktorjev, varovalk itd., je način aktiviranja zelo pomembna postavka. V splošnem ločimo:

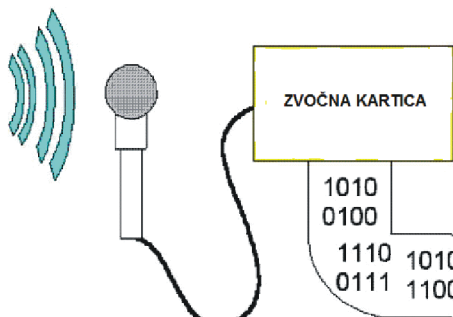
- Fizično** aktiviranje (preklop) kontaktov, ki ga namensko povzroči človek: glej gesli Fizično aktiviranje (pojasnilo) in Stikala (simboli).
- Mehansko** (mehanično) aktiviranje kontaktov, ki ga s fizičnim kontaktom povzroči neki mehanski proces. Deluje podobno kot kontaktna končna stikala. Npr.: mejno stikalo z drsečim kontaktom, tlačno stikalo itd. glej gesli Fizično aktiviranje (pojasnilo) in Stikala (simboli).
- Brezdotično** aktiviranje kontaktov: glej istoimensko geslo.

Analogen Način dela, pri katerem so podatki predstavljeni **zvezno**, najpogosteje v obliki valovanja: ~ signal. Ant. digitalen. spodnja risba prikazuje razliko med analognim (levo) in digitalnim (desno) signalom:

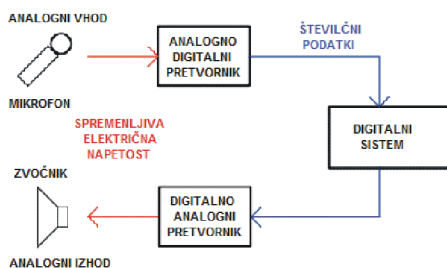


V digitalnem načinu razdelimo signal (npr. slika, zvočni signal, lahko tudi časovno spremenljiv signal) na delce, ki nato vsi skupaj čim boljše oponašajo originalni analogni signal. Več kot je delčkov (večja kot je **resolucija**), manjša je razlika med digitalnim in analognim signalom (boljša je kvaliteta digitalne informacije).

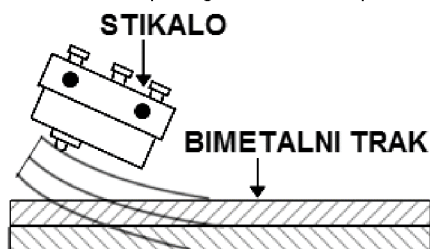
Primer analogni digitalne pretvorbe zvoka:



Primer uporabe A/D in D/A konverterja:



Bimetal Trak iz dveh plasti različnih kovin. Uporablja se pri termometrih, termostatih, relejih, varovalkah, tudi pri žagah itd. Primer uporabe:



Bimetalni trak sestavljata dva različna materiala, ki sta med seboj trdno povezana. Ko se zviša temperatura, se eden material razteguje hitreje od drugega - zato se bimetalni trak upogne in s tem aktivira stikalo. Prim. Temperaturno stikalo.

Bistabilen Ki ima **dve stabilni stanji**. Po prenehanju delovanja sile, ki povzroča aktiviranje, na-

Stran 50

prava **ostane v zadnjem aktiviranem stanju**. Npr.:

- bistabilni in monostabilni potni ventili
- običajni releji (kontaktorji) so monostabilni, obstajajo pa tudi bistabilni (preklopni)
- bistabilno enopolno stikalo (stikalo, ki ni tipka)
- bistabilno vezje (glej flip-flop),
- tudi zahtevnejši sistemi so lahko bistabilni

Prim. monostabilen, nestabilen. **Brezdotični signalnik** glej Brezdotično aktiviranje kontaktov.

Brezdotično aktiviranje Aktiviranje, ki ga **brez fizičnega kontakta** povzroči **proces**, ki ga krmilimo ali reguliramo. Če pa imamo v mislih tudi mehanično aktiviranje, uporabljamo skupni izraz **procesno aktiviranje**.

Z izrazom brezdotično aktiviranje direktno povežemo izraz **končno stikalo**.

Izraz pogosto uporabljamo pri **potnih ventilih**, pri **kontaktih** in **stikalih**. Ant. fizično aktiviranje.

Brezdotično aktiviranje kontaktov Posredno aktiviranje kontaktov preko nekega signala (magnet, indukcija, kapacitivnost, svetloba). Uporablja se različni mejni signalniki (senzori):

- magnetični** (reedovo stikalo),
- induktivni, kapacitivni, optični** itd.

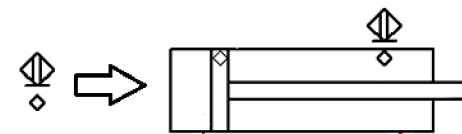
Brezdotični signalniki praviloma vsebujejo kontakt za oddajanje signala, zato jih imenujemo tudi brezdotična stikala (proximity switch), brezdotična končna stikala ipd.

Brezdotični signalniki so **elektropnevmatične naprave**. To pomeni, da jih rešemo tako **na pnevmatični** kot tudi **na električni shemi**.

Pnevmatični simbol vsebuje:

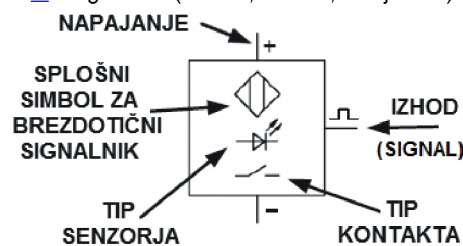
- splošni simbol** brezdotičnega signalnika in
- pozicijo**, kjer se prepozna signal (romb ali črta)

Pnevmatični simbol je potrebno pravilno nastaviti:



Splošni električni simbol - brezdotični signalnik:

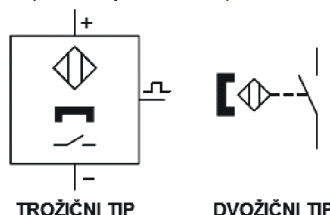
- na pravokotnik narišemo 3 priključke (2 priključka za napajanje in eden za izhod)
- v pravokotniku s **splošnim simbolom** označimo, da gre za brezdotični signalnik (senzor)
- dodamo še simbol za **način aktiviranja** (tip sensorja: induktivni, kapacitivni itd.) in **vrsto kontakta** v signalniku (delovni, mirovni, menjalni ...)



Simboli za posamezen **tip brezdotičnega sensorja**:



Za magnetni sensor obstaja tudi izvedba brez napajanja - pravimo ji **dvožični tip**:



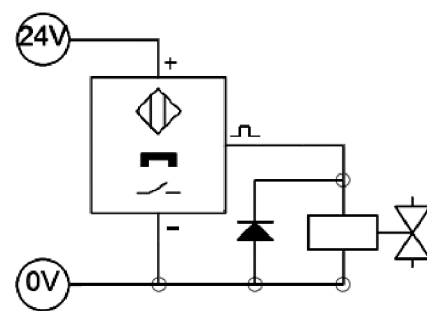
Podrobneje je magnetni sensor opisan pod geslom Reedovo stikalo.

Kadar ima brezdotični signalnik 5 priključkov, so prvi trije +, - in Q (izhod), sledi \bar{Q} (Q negiran) ter priključek za testiranje naprave.

Brezdotične signalnike na shemah označujemo s

črko **B**, npr. 1B2, glej Pnevmatika - sheme, označevanje sestavin.

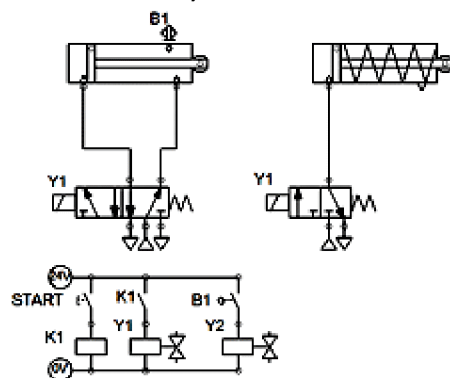
Poglejmo kako se pravilno poveže brezdotični senzor s solenoidom:



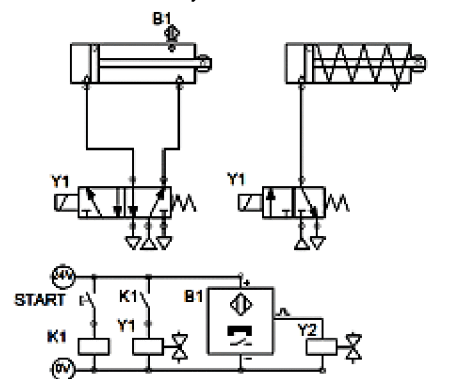
Pomembno je vmes namestiti pravilno obrnjeno diodo, ki deluje tako:

- ob delovanju sensorja steče tok skozi signal, tuljavica solenoida se zaradi električnega toka namagnetni in elektromagnetni ventil se vklopi; ker dioda v tej smeri ne prevaja električnega toka, je povsem nemoteča
- ko izključimo napajanje, pa se v tuljavici solenoida pojavi **povratni električni tok**, ki lahko prežge senzor, če nimamo priključene diode
- če pa smo dodali diodo in jo tudi pravilno obrnili (kot kaže risba), tedaj se ob pojavu povratnega električnega toka sklene tokokrog od tuljavice solenoida preko diode in ta tok **sam sebe izprazni**, senzor pa ni ogrožen

Primer elektropnevmatične sheme z dvožičnim brezdotičnim senzorjem:



Primer elektropnevmatične sheme s trožičnim brezdotičnim senzorjem:



Brezžično stikalo Glej Stikalo.

CO Ang. kratica za change over, kar pomeni menjalni kontakt. Prim. Kontakt.

Coil V direktnem prevodu je coil samo tuljavica (navitje). Zelo pogosto pa se ta izraz uporablja za elektromagnetno navitje, npr. pri releju. Razl. Solenoid.

V strojništvu se beseda coil uporablja npr. za vijačne vzmeti - coil springs.

Časovno odvisni kontakti → Kontakt - simboli.

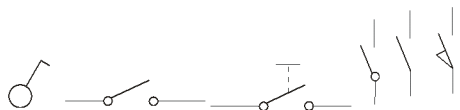
Dajalnik signalov Glej Signalnik.

Daljinski upravljalnik Elektronska naprava, s katero lahko na krajše ali srednje razdalje (nekje 6 do 20 m) upravljamo neko drugo napravo, npr. televizor. Prim. Brezdotično aktiviranje kontaktov, Signalnik.

Daljinsko stikalo Glej kontaktor. Razl. brezžično

stikalo (geslo Stikalo).

DC Enosmerni tok, ang. Direct current. Prim. AC.
Delovni kontakt Elektrotehn.: fizični kontakt, ki je v osnovnem stanju razklenjen in **se sklone ob aktivaciji**. Sin. zapiralni kontakt, zapiralo. Ang. NO (normally opened). Prim. stikalo. Simbol:

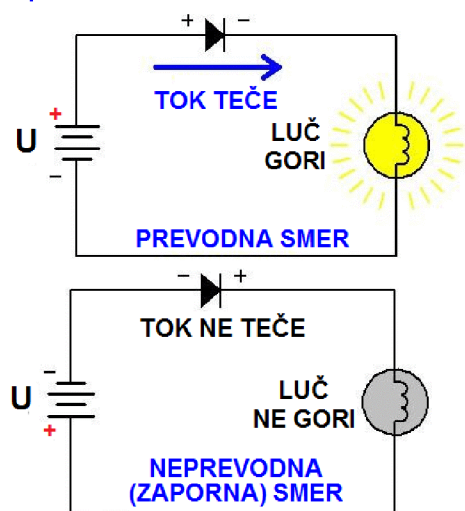


Detektor Naprava (aparatus) za odkrivanje česa: ~ dima, strupov, laži. **Detekcija**: odkrivanje, ugotavljanje. V tehniki zajema detekcija predvsem iskanje, **LOCIRANJE** napak oz. nenormalnosti: PGT - prisluškuj, glej in tipaj. Ang. **detect**: odkriti.

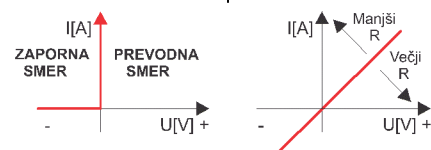
Če beseda detektor označuje le **sestavni del**, ki meri neko fizikalno veličino, potem je to **senzor**.

Digitalen Posamičen, ~i podatki so predstavljeni v obliki **ločenih vrednosti** oz. "**stopničnik**". **Vmesnih vrednosti ni**. Npr. ~i računalnik: podatki so predstavljeni v obliki ločenih vrednosti. Ant. analogen, prim. numeričen, diskreten.

Dioda Elektronski element, ki **v eni smeri prevaja električni tok**, če pa zamenjamo + in -, ne prepusti električnega toka. Pravimo, da dioda **v drugi smeri popolnoma zapira** električni tok, to je **zaporna smer**:



Če jo primerjamo s pnevmatičnimi napravami, pravimo, da **deluje KOT NEPOVRATNI VENTIL**. Njena idealna karakteristika v I-U diagramu je narisana levo (1), desni diagram (2) pa prikazuje še idealno karakteristiko upora:



1 - IDEALNA KARAKTERISTIKA DIODE
 2 - IDEALNA KARAKTERISTIKA UPORA
 Dogovorna je tehnična smer električnega toka, torej od + proti -. Zato je **na prevodni strani** idealne karakteristike diode **napetost pozitivna**.

Karakteristika **realne diode** bo torej odstopala tako od 1 kot tudi od 2.

VRSTE DIOD:

1. **Elektronke**, glej istoimensko geslo.
2. **Polprevodniške diode** (Dioda - polprevodniška)
3. **Svetleče diode** (Dioda - LED)
4. **Zenerjeva dioda** (Dioda - Zener)
5. **Fotodiode**, glej istoimensko geslo.

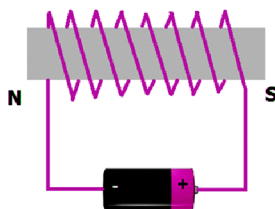
Direkten Ki je brez česa vmesnega, brez posredovanja, neposreden. **Direktno krmiljenje aktuatorjev**. Glej Neposredno krmiljenje aktuatorjev.

DT Ang. kratica za double throw, kar pomeni menjalni kontakt. Prim. Kontakt.

Električno končno stikalo Glej Končno stikalo - električno.

Elektromagnet Vrsta magneta, pri katerem se magnetno polje ustvari preko električnega toka. Magnetno polje izgine, ko se električni tok izključi. Običajno je elektromagnet izolirana žica, ki je zvi-

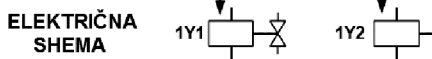
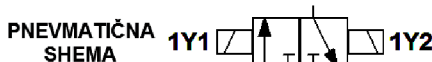
ta v tuljavo:



Elektromagnetni ventil Ventil, ki ga vklopi ali izklopi električni tok. Osnovna sestavna dela elektromagnetnega ventila sta **tuljava** (navitje) in **kotva**. Sin. magnetni ventil, ang. solenoid valve → skrajšano pa kar **solenoid**.

Način delovanja prikazuje risba pri geslu **Elektropnevmatika**. Električni tok skozi tuljavo povzroči elektromagnetno polje, ki premakne kotvo. Premik kotve nato povzroči aktiviranje potnega ventila. Električne signale lahko torej pretvarjamo v pnevmatične ali hidravlične.

Elektromagnetni ventil je **elektropnevmatična naprava**. To pomeni, da ga rešimo tako **na pnevmatični** kot tudi **na električni shemi**, pri čemer je pnevmatični simbol drugačen od električnega:

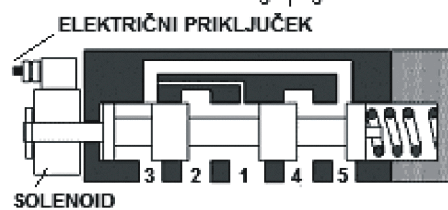


Simbol za elektromagnetni ventil je torej **vedno** potrebno narisati **DVAKRAT**:

1. Na pnevmatični oz. hidravlični (zgornji) shemi je magnetni ventil **način aktiviranja**. Potrebno ga je **posebej poimenovati** (npr. 1Y1, 1Y2).
2. Na električni (spodnji) shemi se magnetni ventil prav tako poimenuje z enakim imenom.

Magnetni ventili zagotavljajo **hitro** in **varno** vklapljanje / izklapljanje. Ločimo naslednje **IZVEDBE**:

a) **Neposredno aktiviranje**. Kotva direktno krmili poti v potnem ventilu:



b) **Posredno aktiviranje - predkrmiljenje**

O predkrmiljenju govoimo, kadar neka naprava ne deluje direktno na ventil, ampak samo usmeri stisnjen zrak pod delovnim tlakom v poseben delovni prostor. Nato stisnjen zrak s svojo energijo spremeni stanje ventila.

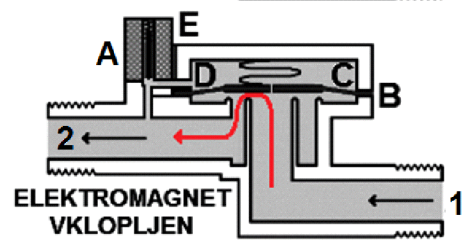
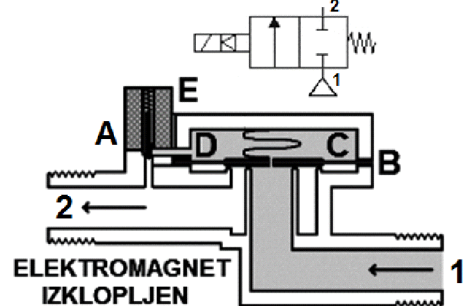
Prednost potnih ventilov s predkrmiljenjem je v tem, da so potrebne precej **manjše sile** za aktiviranje. Zato imajo manjše magnetne tuljave.

• **Z membrano**: ventili tega tipa imajo še **tlačno komoro C**, ki je z membrano B ločena od vhodnega priključka 1.

Membrana B ima v sredini majhno luknjico, skozi katero se lahko pretaka majhna količina fluida - zato sta tlaka C in 1 izenačena, če je kotva A spuščena.

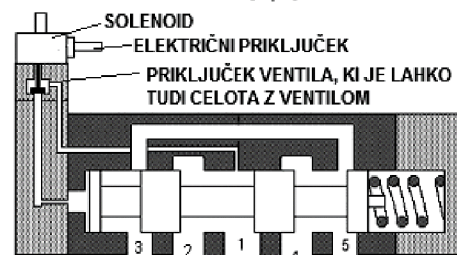
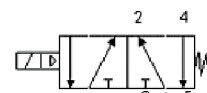
Elektromagnet dvigne kotvo A, kar povzroči pretok fluida iz C preko kanala D do izhodnega priključka 2. Ker je kanal D širši od luknjice v membrani B, fluid hitreje odteka iz C kot doteka v C in zato pade tlak v C. Posledica je dvig membrane B in povezava vhoda 1 z izhodom 2 - aktiviranje ventila, spodnja risba.

Ko izklopimo elektromagnet, se kotva spusti in ponovi se začetna situacija (risba zgoraj):



A kotva, B membrana, C tlačna komora, D razbremenilni kanal, E elektromagnetno navitje

• **Z batom**: to je najpogostejši način vklapljanja modernih magnetnih ventilov. Solenoid dvigne kotvo in s tem poveže notranje kanale v potnem ventilu. Zato stisnjen zrak steče do bata, ki se premakne in s tem aktivira potni ventil:



Za premik kotve je potrebna zelo majhna sila, to pa je tudi glavna prednost tega načina krmiljenja: **z majhnimi magneti** lahko zanesljivo **krmilimo velike tlake**. Način delovanja spominja na tranzistor.

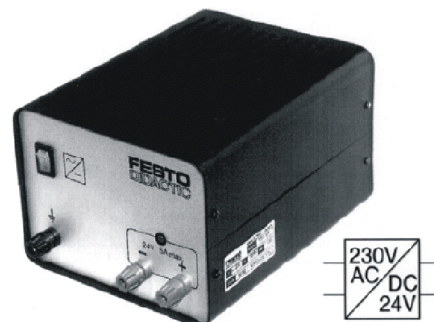
Elektromagnetni ventili so lahko tipa **NO** (normally opened) ali **NC** (normally closed). Poznamo tako **monostabilne** kot tudi **bistabilne** magnetne ventile. Priključka + in - ne smemo zamenjati, saj bo sila na kotvo delovala v napačno smer!

Elektropnevmatika Krmiljenje pnevmatičnih naprav **z električnimi signali**. Pnevmatični krmilni vodi več niso potrebni, namesto njih imamo električne vode. Delo še vedno opravlja energija stisnjene zrak, kot pri pnevmatiki.

Naprave za elektropnevmatiko lahko razdelimo na enaki 5 skupin kot pri pnevmatiki - le da je tokrat **KRMILJENJE** (predvsem aktiviranje potnih ventilov) **električno**. Ukvarjamo se s pnevmatičnim **krogotokom** in z električnim **tokokrogom**.

SESTAVA (KOMPONENTE) krmilnega dela:

a) **KRMILNA ELEKTRIČNA ENERGIJA** je običajno enosmerni tok z napetostjo 24 V. Uporabljamo usmerne 230 V AC / 24 V DC:



b) **DAJALNIKI ELEKTRIČNIH SIGNALOV:**

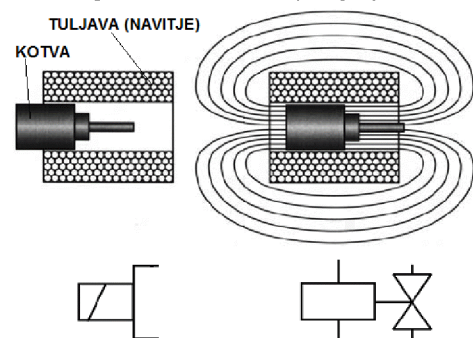
- **kontakti** vseh vrst: zapiralni, odpiralni, menjalni,

časovno odvisni

- **stikala**: enopolna bistabilna ~ (v žargonu: stikala), tipke (monostabilna ~), menjalna, križna itd.
 - **končna** (mejna) **stikala**
- Pomembni so **NAČINI AKTIVIRANJA** električnih kontaktov: fizično, mehanično in brezdotično aktiviranje. Pri **BREZDOTIČNEM AKTIVIRANJU** imamo **dajalnike** in **sprejemnike** (senzorje) **neelektričnih signalov**.

c) Električne **KOMPONENTE ZA OBDELAVO SIGNALOV**: rele, kontaktor, elektronski členi itd.

d) **PRETVORNIKI SIGNALOV** pretvarjajo električni signal v pnevmatično. Običajno so to **elektromagnetni ventili EM**, ki pritegnejo **kotvo**:

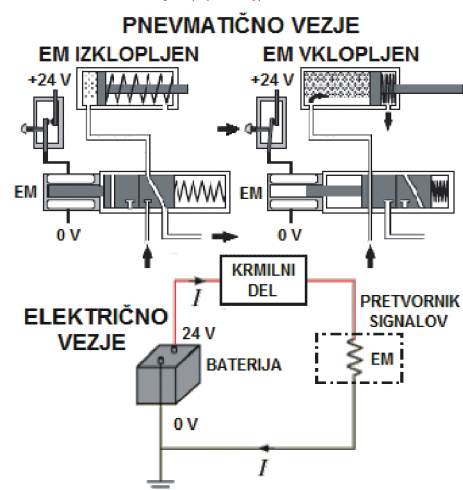


PNEVMATIČNI SIMBOL ELEKTRIČNI SIMBOL

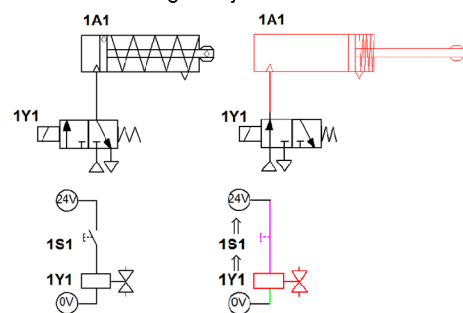
Pretvorniki signalov so običajno **sestavni del potnih ventilov** - glej spodnjo risbo.

DELOVANJE preprostega elektropnevmatičnega vezja prikazemo **Z DVEMA SHEMAMA**:

- **pnevmatično** vezje (**zgoraj**)
- **električno** vezje (**spodaj**)

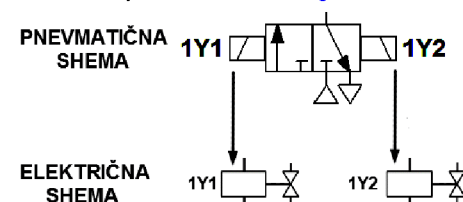


Zgoraj je narisana tehnološka shema elektropnevmatičnega vezja. Poglejmo še elektropnevmatično shemo enakega vezja:



Puščica na desni shemi pove, da naprava deluje.

Pretvornike signalov rišemo **dvakrat**: na pnevmatični in tudi na električni shemi. Elektromagnetni ventili imajo **v vsaki shemi drugačen simbol**:



Podobno kot pri **elektromagnetnih ventilih** se dvakrat rišejo različni simboli tudi za **električna končna stikala**, za **brezdotične signalnike**, za **tlačna stikala**, za **merilnike nivoja** tekočine ipd..

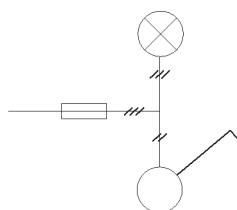
Primeri serijske uporabe elektropnevmatike: **Avtomobilizem**: dinamično spreminjanje oblike sedežev, centralno zaklepanje vrat, elektropnevmatično krmiljenje menjalnika EPS itd..

Uporaba elektropnevmatike ni smotrna pri enostavnih vezjih, ki so v praviloma cenejša in enostavnejša za vzdrževanje, če so pnevmatična.

Enopolna shema Čim bolj poenostavljena **enopolna shema**: **več vodnikov** (in s tem tudi tokokrogov) ponazorimo **z eno polno črto**. Vseeno pa se mora razbrati **ožičenje** (število in vrsta vodnikov) ter **bistvene naprave** (potrošniki). Vedeti moramo, čemu služi vsak simbol na enopolni shemi, kakšna je namembnost posameznega tokokroga ali velikost varovalnega vložka.

Enopolna shema je zelo primerna npr. za **spremljanje trenutnega dogajanja** v omrežju ali v elektrarni - v primeru potrebe omogoča hitre reakcije. Lahko jo pripravimo tudi za vsak tokokrog posebej. Razl. večpolna ~.

Spodnja enopolna shema prikazuje enak sistem kot pri geslu Fizikalna vezava in Vezalni načrt:



Feromagnetizem Lastnost snovi z veliko magnetno permeabilnostjo: α železo, kobalt, nikelj itd.

- Feromagnetni materiali imajo lastnost, da:
1. **Sami ustvarjajo** trajno magnetno polje ali
 2. **Jih pritegne** eden od magnetnih polov,

Feromagnetni materiali se lahko pod vplivom zunanega magnetnega polja **namagnetijo** in **ostanejo magnetni** tudi potem, ko zunanega električnega polja ni več (postanejo **trajni magneti**). Relativna permeabilnost feromagnetnih snovi μ_r je med 10^3 in 10^4 .

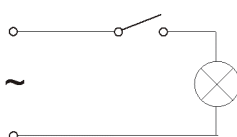
Feromagnetizem pojema z rastočo temperaturo. Pri **Curijevi temperaturi** preide feromagnetna oblika snovi v paramagnetno.

Prim. Paramagnetizem, Diamagnetizem.

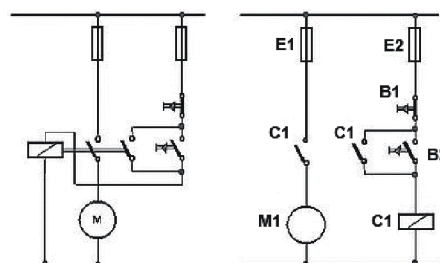
Fizično aktiviranje Namerno aktiviranje, za katerega je predvideno, da ga povzroči **človek**, brez vplivov procesa, ki ga krmilimo ali reguliramo.

Simboli za fizično aktiviranje predvidevajo predvsem naslednje možnosti: **s pritiskom**, **z zasukom**, **s potegom**, **ročno** ali **nožno**. Izraz pogosto up. pri **potnih ventilih**, pri **kontaktih** in **stikalih**. Ant. procesno aktiviranje (mehansko ali brezdotično).

Fizikalna vezava Električna shema, ki ne prikazuje vseh vodnikov, temveč le najpomembnejše tokokroge, bistvene **naprave** in **medsebojne fizične povezave** med njimi (npr.: povezanost med kontakti istega releja). Njen glavni **namen** je **razumevanje bistva - načina delovanja** sistema, ne pa prikazati detajle. Zato pri risanju fizikalne vezave nismo strogo vezani na uporabo standardov (standardnih simbolov, pravil risanja itd). Spodnja risba prikazuje fizikalno vezavo za enak sistem kot pri geslih Enopolna shema in Vezalni načrt:



Pa še primerjava med fizikalno (levo) in tokovno shemo (desno):



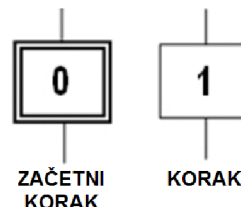
GRAF CET Francoska kratica **GRA**phe **Fon**ctionnel de **Com**mande **E**tapes/**T**ransitions.

To je način načrtovanja in prikaza delovanja avtomatiziranih sistemov, ki **ni odvisen od tehnične izvedbe** - namenjen je lahko za električne ali pnevmatične ali hidravlične itd. naprave.

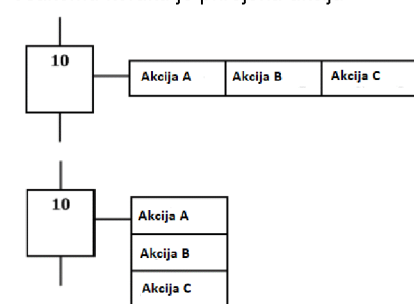
GRAF CET je grafično orodje za opisovanje **koračnih krmilij** in je v bistvu posebna vrsta diagrama poteka, ki uporablja **standardizirane simbole** po EN 60848:2002-12. Pomaga nam pri organizaciji in **sistematizaciji** našega strokovnega dela. Uporabljamo ga lahko tako za predstavitev velikih sistemov kot tudi za prikaz podrobnosti.

GRADNIKI GRAF CET-a so:

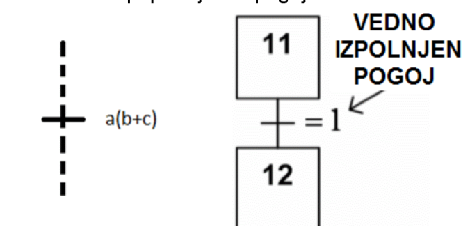
- **korak** s pripadajočo **akcijo**,
 - **prehod** s pripadajočim **pogojem**,
 - **povezave** med koraki in prehodi.
- Korak** je pravokotne oblike, označen s številčno ali črkovno oznako.



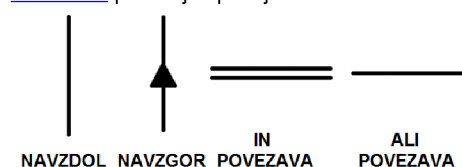
Vsakemu koraku je prirejena akcija



Prehod je vodoravna črta na povezavi. Vedno je označena s pripadajočim pogojem.



Povezave prikazuje spodnja risba.

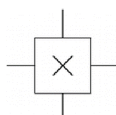


PRAVILA GRAF CET-a:

1. Začetni korak je lahko samo eden.
2. Prehod je omogočen samo takrat, ko so vsi predhodni koraki aktivni.
3. Korak postane aktiven, ko je izpolnjen pogoj za prehod pred njim. Aktiven ostane, dokler ni izpolnjen pogoj za prehod na naslednji korak. Takrat se deaktivira, naslednji korak pa postane aktiven.
4. Sočasni prehodi se izbršujejo hkrati.
5. Sočasni koraki se aktivirajo ali deaktivirajo hkrati s prioriteto na aktiviranju.

OSNOVNE STRUKTURE:

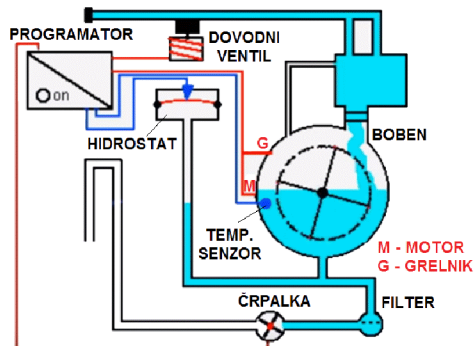
jenje hitrosti (tudi vrtilne hitrosti) ipd.. Simbol:



Prim. Reedov kontakt.

Hermetični kontaktnik Glej Reedovo stikalo.

Hidrostat Splošna definicija: električna naprava, ki ugotavlja prisotnost vode, prepuščanje vode, varuje pred poplavo. Najpogosteje se uporablja za ugotavljanje nivoja vode v posodah, je senzor za višino vode npr. v pralnih strojih:



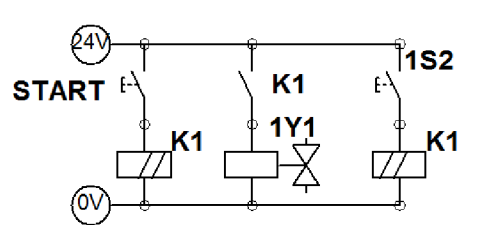
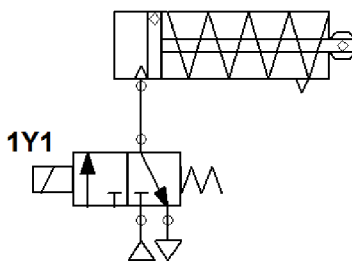
Hidrostat je v bistvu tlačno stikalo. Ko se boban dovolj napolni z vodo, naraste tlak zraka v hidrostatu, zato hidrostat pošlje signal programatorju, ki izklopi dovod vode. Prim. Tlačno stikalo.

Indirekten Posreden, preko posrednika, nasprotno od direktn. **Indirektno krmiljenje aktuatorjev:** glej Posredno krmiljenje aktuatorjev.

Impulzni rele Rele, ki za preklon kontaktov potrebuje **le kratek tokovni sunek**. Ko tokovni sunek preneha, **ostanejo kontakti v preklonjenem stanju**. Razlikujemo dve vrsti impulznih relejev:

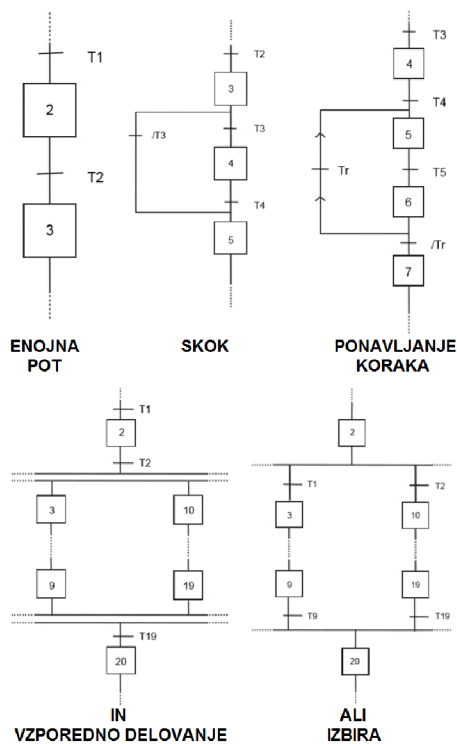
1. Impulzni rele, ki **aktivira** kontakte - ang. Coil Latch (Set). Ta rele sklence delovni kontakt in razklene mirovni kontakt. To je v bistvu običajen rele v samodržni vezavi z NO kontaktom.
2. Impulzni rele, ki **vrača** kontakte v osnovno stanje - ang. Coil Unlatch (Reset). Ta pa razklene delovni kontakt (če je bil pred tem sklenjen) in sklence mirovni kontakt (če je bil predhodno razkljenjen).

Primer:



Če pritisnemo in spustimo 1S2, vklopimo impulzni rele K1, ki je tipa 1. Zato se kontakt K1 trajno sklence in enosmerni delovni valj se izvleče. Nato pritisnemo in spustimo tipko START, s tem vklopimo impulzni rele K1, ki je tipa 2. Zato se kontakt K1 trajno razklence in delovni valj se uvleče.

Tipki START in 1S2 lahko povežemo v eno samo tipko z menjalnim kontaktom. V tem primeru dobimo **impulzni rele**, ki **z eno in isto tipko** vključi ali izključi neko napravo:

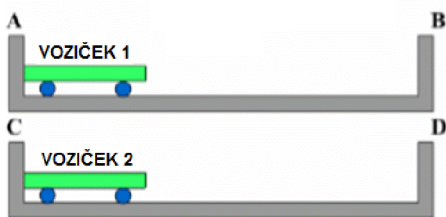


VZPOREDNO DELOVANJE

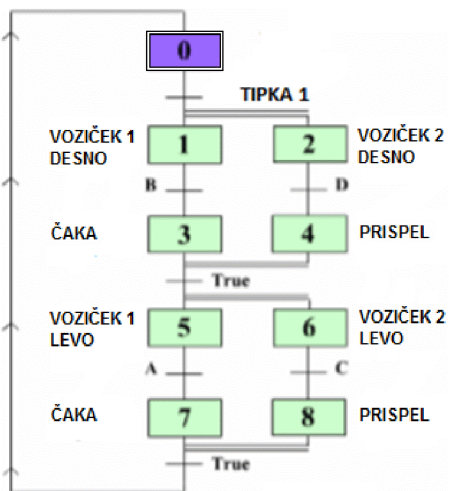
Primer rešene naloge:

Dva vozička naj se zmenično premikata levo - desno med označenimi mejami A, B, C in D tako dolgo, dokler je vklopljena tipka 1.

TIPKA 1

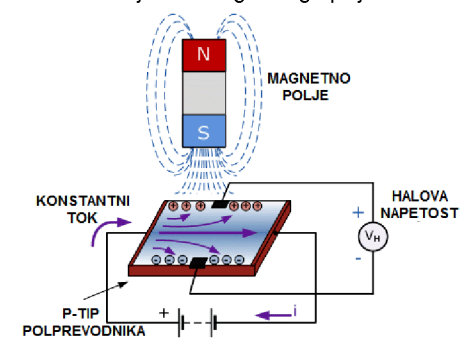


Rešitev:

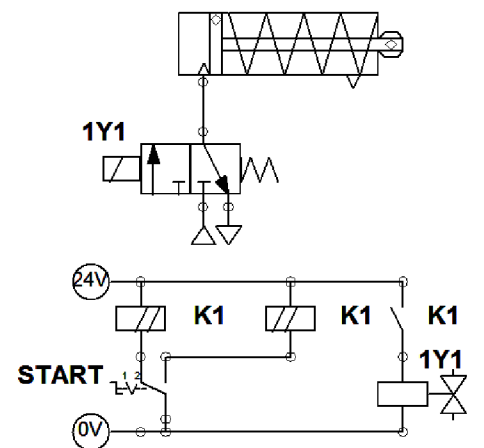


Sin. sekvenčni funkcijski diagram, koračna veriga.

Hallov senzor Senzor, ki potrebuje napajalno napetost, običajno 10 - 30 VDC (voltov enosmernega toka). Na izhodu daje električno napetost v odvisnosti od jakosti magnetnega polja:



Uporablja se za pozicioniranje predmetov, za mer-

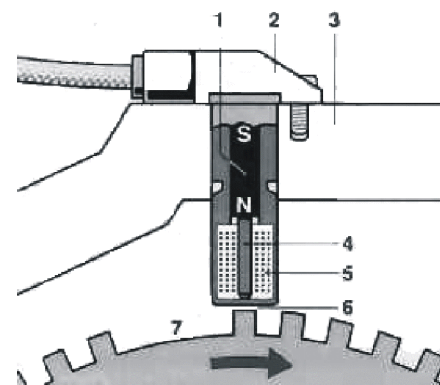


Take tipke imajo široko uporabo: za vklop/izklop luči, elektronskih naprav (npr. monitor) ipd. Vsak impulzni rele lahko nadomestimo z ustrežno samodržno vezavo. Sin. preklopni rele. Prim. Rele, Samodržna vezava.

Induktivni senzor Senzor, ki je občutljiv samo **na kovine**. Uporabljamo ga lahko tudi kot induktivni mejni signalnik.

Priključimo jih lahko na AC ali DC z upoštevanjem navodil proizvajalca. Uporabljamo jih za signalizacijo prihajajočih obdelovancev, zaznavanje gibov naprav, merjenje vrtilne hitrosti ipd.

Induktivni senzor za merjenje **vrtilne hitrosti**:

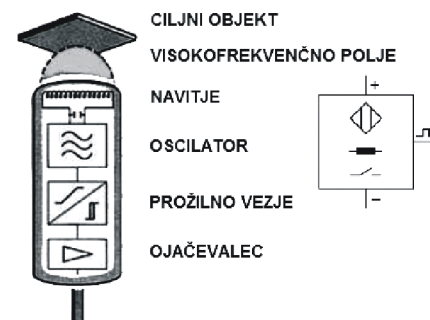


1 trajni magnet 2 ohišje induktivnega senzorja 3 ohišje motorja 4 kotva 5 indukcijsko navitje (tuljava) 6 reža 7 vrzel med zobniki

Magnetni tok tuljave je odvisen od tega, kaj se nahaja nasproti senzorja: zob ali vrzel (praznina). Praznina oslabi magnetni tok, zob pa ga povečuje. Sprememba magnetnega toka se kaže **na premiku kotve**. Dajalec impulzov je torej kar zobati venec na vztrajniku motorja. Število zob na zobatem vencu je merilo za **vrtilno hitrost** ali za **položaj motorske gredi**.

Glavni sestavni deli **običajnega** induktivnega senzorja: oscilator, prožilno vezje in ojačevalnik.

Delovanje: oscilator ustvarja visokofrekvenčno elektromagnetno polje. Če pride v to polje kovinski predmet, odvzame oscilatorju energijo, zato na oscilatorju pade napetost. Padec napetosti zazna prožilno vezje, ki odda signal. Ojačevalnik pa ta oddani signal še poveča. Zgradba in simbol:



Kapacitance Prispevek k impedanci porabnika zaradi njegove kapacitete.

$$R_L = 1/(\omega \cdot C)$$

C - kapaciteta

ω - krožna frekvenca ($2 \cdot \pi \cdot v$, v je frekvenca)

Ferdinand Humski

Sin. kapacitivna upornost. Prim. Induktanca.

Kapaciteta

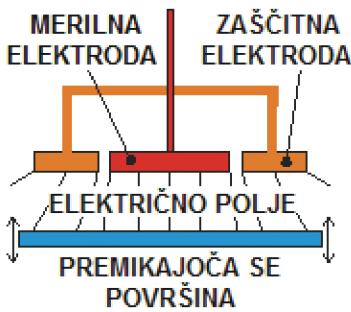
1. **Elektr.**: sorazmerni koeficient C, količnik med električnim nabojem e in elektr. napetostjo U:
 $e = C \cdot U$

Enota za merjenje kapacitete je farad [F = As/V].
 Sin. kapacitivnost. Prim. kondenzator, induktivnost.

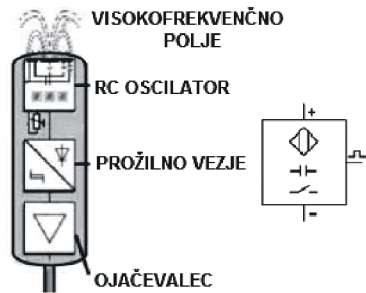
2. **Toplotna kapaciteta**: glej specifična toplota.

3. **Zmožnost**, sposobnost, zmogljivost, npr. obrata, tovarne, da naredi, proizvede določeno količino izdelkov.

Kapacitivni senzor Senzor, ki deluje na principu sprememb kapacitivnega polja. Reagira na kovine in nekovine, z vplivom dielektričnih lastnosti materiala. Po zunanjem izgledu spominja na induktivni senzor. Uporaba: za registriranje nekovinskih obdelovancev. Občutljivi so na prah in odrezke.



Delovanje: senzor vsebuje dve elektrodi - plošči električnega kondenzatorja in meri njuno kapacitivnost (spremembo kapacitivnosti). Kapacitivnost pa se spremeni, če se v polju pojavi dielektrik. Glavni sestavni deli induktivnega sensorja v splošnem: oscilator, prožilno vezje in ojačevalnik. Oscilator tvori električno polje, prožilno vezje zazna spremembe, ojačevalnik pa poveča signal. Zgradba in simbol:



Kapacitivnost Zmožnost: **koliko elektrine** sprejme prevodno telo **pod vplivom** določene **napetosti**. Merilo kapacitivnosti je elektrina na enoto napetosti, ki je povzročila naelektrjenje:

$$C = \frac{Q}{U} \quad [C/V = F = \text{farad}]$$

Q ... elektrina [C = As]

U ... napetost [V]

Enota za elektrino je coulomb [1C = 1As], ki je zelo velika merska enota. Zato je tudi Farad [F = As/V] zelo velika merska enota. Elektrino pogosteje izražamo v mikrocoulonih [μC], kapacitivnost pa v μF, nF in pF. Prim. kondenzator, induktivnost.

KAPACITIVNOST VEZAV KONDENZATORJEV

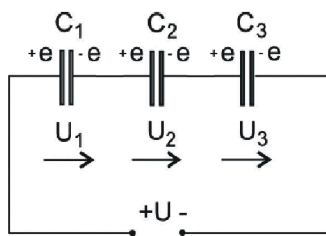
Kondenzatorje oštevilčimo, plošče pa poimenujemo L - leva in D - desna. Primer:

2D pomeni drugi kondenzator, desna plošča

a) **ZAPOREDNA** vezava kondenzatorjev

Pri zaporedni vezavi je naboj na vseh kondenzatorjih enak, kajti:

- 1L prejme naboj +e; naboj privlači elektrone na 1D -e, ki je z vodnikom povezana na 2L
- 2L se naelektri na +e, saj mora biti skupni naboj vodnika enak 0; tako nadaljujemo do konca:



Velja torej: $e_1 = e_2 = e_3 = \dots$

Padci napetosti se seštevajo:

$$U = U_1 + U_2 + U_3 + \dots$$

Ker velja $U = e / C$, dobimo

$$e/C = e/C_1 + e/C_2 + e/C_3 + \dots + e/C_n$$

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots + \frac{1}{C_n}$$

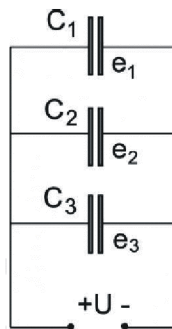
b) **VZPOREDNA** vezava kondenzatorjev

Na vseh kondenzatorjih je ista napetost

$$U = U_1 = U_2 = U_3 = \dots = U,$$

skupni naboj pa je enak vsoti nabojev

$$e = e_1 + e_2 + e_3 + \dots + e_n$$



Torej velja tudi:

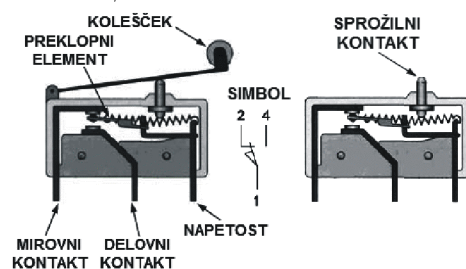
$$C \cdot U = C_1 \cdot U + C_2 \cdot U + C_3 \cdot U + \dots + C_n \cdot U$$

S skrajšanjem pa dobimo:

$$C = C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n$$

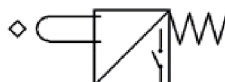
Končno stikalo - električno Končno stikalo, ki pretvarja vhodni mehanski signal v izhodnega električnega. Rišemo ga tako v pnevmatični kot tudi v električni shemi.

Pogost način mehaničnega aktiviranja električnega končnega stikala je aktiviranje z drsečim kontaktom (levo). Sprožilni kontakt (desno) deluje na enak način, a brez koleščka:



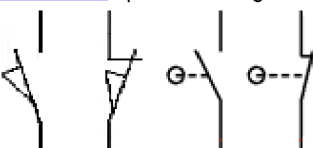
Kot vidimo iz risbe, na električnem delu največkrat uporabljamo menjalni kontakt (NC, NO in C).

V pnevmatični shemi uporabimo simbol, ki vsebuje tudi pozicijo (romb ali črtica) in pretvornik signala - pretvorba iz mehanskega v električni signal:



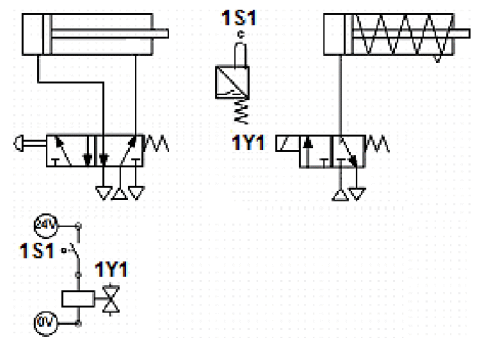
POZOR: nekatere literature uporabljajo v pnevmatični shemi kar enak simbol kot za mehansko končno stikalo!

V električni shemi uporabimo drugačen simbol:



Od leve na desno si sledijo NO (zapiralni kontakt) ameriški standard, NC (odpiralni kontakt) ameriški standard, NO evropski in NC evropski standard.

Primer elektropnevmatične sheme z električnim končnim stikalom:



Potni ventil, ki ima že poimenovano električno aktiviranje, mora biti še posebej poimenovan pri dokončani elektropnevmatični shemi.

Tudi tlačno stikalo se lahko uporabi kot električno končno stikalo.

Kontakt Izraz ima v elektrotehniko tri pomene:

1. **Električno prevoden material** (npr. kos kovine), ki omogoča vzpostavljanje ali prekinjanje stika med dvema priključkoma. Pravimo, da s kontaktom sklenemo ali razklenemo električni tok, vklopimo ali izklopimo električne naprave. Kontakti morajo biti sposobni velikokrat brezhibno ponavljati svojo funkcijo. Da so bolj odporni proti izjedanju, so izdelani iz volframovega jekla z visokim tališčem. Kontakti so obvezni sestavni deli stikal, relejev, kontaktorjev, varovalk itd. Sin. dajalniki signalov.

Po NAČINU DELOVANJA poznamo:

- **delovne (zapiralne)** oz. **NO** (normally open) kontakte, tudi **zapirala** (zapirači),
- **mirovne, odpiralne** oz. **NC** (normally closed) kontakte, tudi **odpirala** (odpirači),
- **menjalne** kontakte, ang. **CO** (change over) in **DT** (double throw)

Simboli in način delovanja → Kontakt - simboli.

Glede na izvedbo poznamo drsne, impulzne, obločne, glavne, pomožne, dvojne itd. kontakte.

NAČINI AKTIVIRANJA kontaktov:

- **FIZIČNO** aktiviranje, npr. s stikali
- **MEHANIČNO** aktiviranje (končna stikala)
- **BREZDOTIČNO** aktiviranje (brezdotični signalniki)

Mehanično in brezdotično aktiviranje označujemo tudi s skupnim izrazom **PROCESNO AKTIVIRANJE** (ang. process actuated).

2. **Dotikališče** oz. točka na žici, kjer se sklene stik.

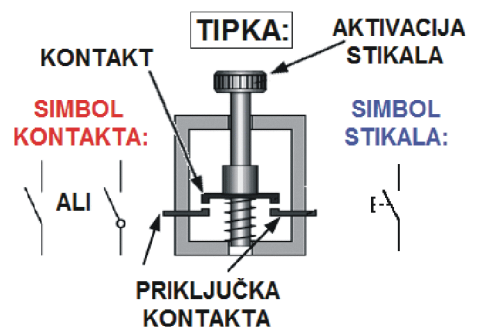
3. **Stanje**, povzročeno z dotikom dveh prevodnikov, kar omogoča prehajanje električnega toka: vzpostaviti ~. Sin. **stik**.

Eden kontakt, mišljen kot stik, praviloma med seboj povezuje dva priključka, ki sta v elektrotehniko pogosto oštevilčena. Torej je eden kontakt definiran takrat, ko navedemo številki obeh priključkov. Primer: imamo priključke 1, 2 in 3. Kontakt povezuje priključka 1 in 3.

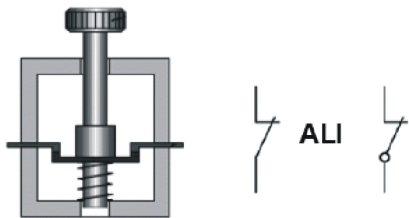
V elektrotehniko se pogosto zamenjujejo izrazi pol, kontakt, priključek, stanje. To se dogaja tako v pogovoru kot tudi pri pisnem izražanju. Neeksaktno izražanje in nedoslednost pri navajanju definicij teh izrazov lahko vodi do težav pri razumevanju in torej tudi pri učenju. Zato je pravilnosti izražanja potrebno posvetiti posebno pozornost.

Kontakt - simboli Osnovni tipi kontaktov so:

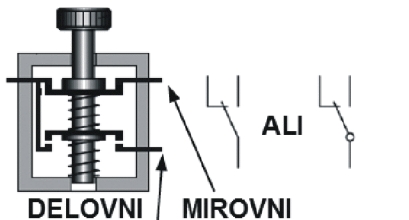
a) **Delovni** oz. **zapiralni** oz. **NO** (normally opened) ustvarijo stik (sklenejo kontakt) s pritiskom na stikalo:



b) **Mirovni** oz. **odpiralni** oz. **NC** (normally closed) s pritiskom na stikalo prekinejo stik:



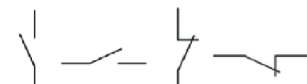
c) **Menjalni** ali **preklopni** kontakt, ang. **CO** (change over) ali **DT** (double throw) ima eden premični element, ki ima v mirovanju stik samo z enim kontaktom:



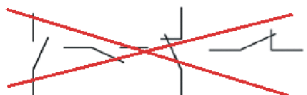
Priključke menjalnega kontakta označujemo s kraticami NC, NO in C.

Standard zahteva, da je treba simbole kontaktov risati tako, da se aktivirajo **z leve strani na desno** ali **od zgoraj navzdol**:

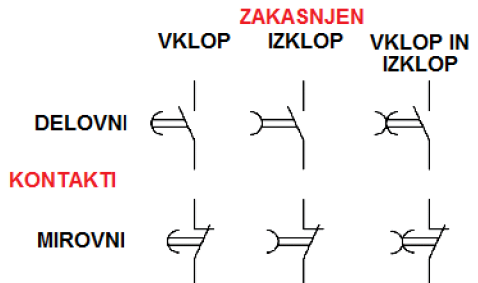
PRAVILNO:



NEPRAVILNO:



ČASOVNO ODVISNE KONTAKTE aktivirajo časovni releji. Da bodo na shemah prepoznavni, imajo časovno odvisni kontakti posebne simbole:



Prim. Rele z zakasnitvijo izklopa, Rele z zakasnitvijo vklopa, Rele z zakasnitvijo vklopa in izklopa.

Kontaktni načrt Načrt, ki je zelo podoben ladder diagramom in ima tudi podobno funkcijo.

Kontaktor Mehanski **stikalni aparat**, ki ima samo eden mirovni položaj in ga **ne upravljamo ročno**. Sposoben je **vklopiti**, **prevajati** in **izklopiti** tok v normalnih pogojih obratovanja, upoštevajoč tudi preobremenitve. Iz ang. **contact**: stik, **contactor** naprava za ustvarjanje stikov.

Ker ga vklopjamo daljinsko, ga imenujemo tudi **DALJINSKO STIKALO**. Navodila za razumevanje delovanja k.: glej **Stikalo**.

Za zapiranje / odpiranje gibljivih elementov je potrebna **sila**, ki se najpogosteje vzbudi **z elektromagnetom**. Kontaktor ostane vklopljen samo toliko časa, dokler je magnet vzbujan - nima vgrajene **zapore**, ki bi vzdrževala vklopljeno stanje.

Zaradi svoje preprostosti je k. zelo **zanesljiv aparat** z visoko mehansko zdržljivostjo in razmeroma nizko ceno. **Nazivne vrednosti kontaktorjev** so: U_e - nazivna delovna napetost k., ki v kombinaciji z nazivnim delovnim tokom določa uporabo k.: vklopna in izklopna zmogljivost, vrsta obratovanja in kategorija uporabe. Pri večfaznih tokokrogih je to napetost med fazami.

I_{th} - nazivni konvencionalni termični tok oz. **največji tok**, ki ga označi proizvajalec in ga k.

lahko prevaja **v osemurnem obratovanju**.

I_e - **nazivni delovni tok**, t.j. tok k., ki ga označi proizvajalec, upošteva pa nazivno delovno napetost k., nazivno frekvenco, nazivno obratovanje in kategorijo uporabe.

Kontaktorji imajo pripravljene **krmilne kontakte**, ki so namenjeni krmilnim, signalnim in pomožnim tokokrogom. Grajeni so za napetosti **do 500 V** in tokove **do 16 A**.

Krmilne napajalne napetosti U_s za krmilne tuljave k. so predpisane in znašajo za enofazno izmenično napetost 24-48-110-127-220 V, za enosmerno napetost pa 24-48-110-125-220-250 V.

Električna **moč**, potrebna za vzbujanje (**vklop**) k., je v primerjavi z močjo, ki jo k. vklopja, izredno majhna. Pri majhnih k. znaša nekaj VA, pri največjih pa do nekaj tisoč VA.

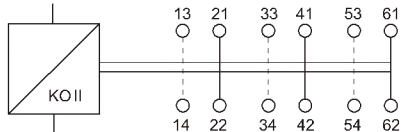
K. so danes nepogrešljiv element v avtomatizaciji električnih pogonov. **Krmilne kontaktorje** up. predvsem v pomožnih, krmilnih, signalnih in merilnih tokokrogih. **Kontaktorje moči** up. za daljinsko vklopjanje omskih, induktivnih in kapacitivnih bremen (predvsem elektromotorjev, elektromagnetov, kondenzatorjev, grel itd.).

Primeri uporabe kontaktorjev:

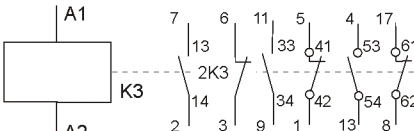
- direktno vklopjanje kratkostičnih trifaznih asinhronskih motorjev in trifaznih asinhronskih motorjev z navitim rotorjem
 - regulacija vrtljajev trifaznih asinhronskih motorjev z navitim rotorjem
 - menjava smeri vrtenja elektromotorjev
 - avtomatski vklop zvezda - trikot
 - druge naloge s področja krmiljenja in regulacij
- Kontaktorje lahko up. tako za **trajni** kot tudi **intermitirani** pogon (do 3.000 vklopov na uro).

Simboli za kontaktor oziroma rele:

- najprimernejši za fizikalno vezavo:



- isti k., najprimernejši simbol za vezalno shemo:



Vsak kontaktor označimo z veliko črko K in številko, npr. K3. Druga možnost oznake je KO in rimska številka, npr. KOII.

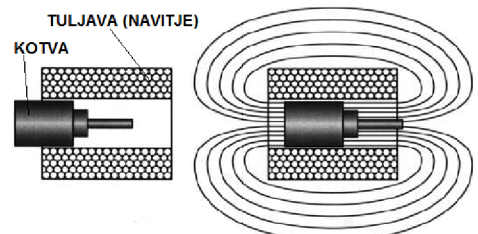
Opazimo, da simbol za vezalno shemo vsebuje tudi **številke priključkov**, kar fizikalna shema ne vsebuje. Pri vezalni shemi tudi ni nujno potrebno vnesti standardizirano številko sponke pomožnih kontaktov (glej druga sponka z leve), je pa zato ta sponka oštevilčena - **2K3** oz. druga sponka kontaktorja K3. Tako označeno sponko lahko **premaknemo kamorkoli na shemo** - ni nuno, da se nahaja poleg vzbujalne tuljave. Nadalje opazimo, da se tudi na vezalni shemi lahko stiki na kontaktorskih sponkah označijo s krogcem.

Prim. rele, stikalo, označevanje priključkov kontaktorjev in relejev.

Kotva Predmet, ki ga **premakne** (pritegne) **magnetno** ali elektromagnetno **polje**.

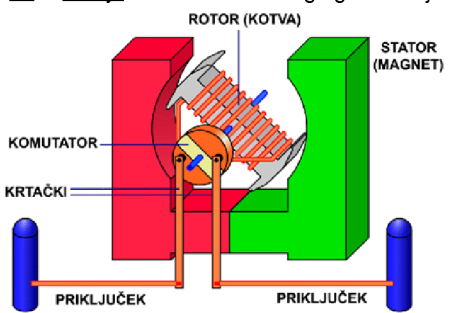
Kotva mora biti izdelana iz feromagnetnega materiala. Tipična primera uporabe kotve:

a) **Kos α železa** (ferit) v elektromagnetnem ventilu, ki ga **pritegne elektromagnet**:



b) **Rotor z navitjem**, ki je del **elektromotorja** ali

generatorja. V njem se inducira napetost (enosmerna ali izmenična) ali nastane gibanje. Glavni sestavni deli kotve: **gred**, **kolektor** ali **komutator** in **navitje**. Kotva enosmernega generatorja:



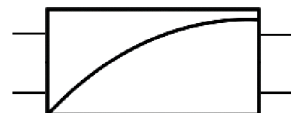
Krmilna shema Glej Vezalna shema.

Krmilnik Naprava, ki **upravlja** zunanje naprave po **vnaprej določenem načrtu dela** in **brez upoštevavanja** morebitnih **motenj**. Sin. kontroler, upravljalnik, krmilna enota, controller, PLC, PLK. Prim. DCS, PLC - programiranje, NC, CNC, Post-procesor. Razl. krmilje.

Krmilnik deluje tako, da:

1. **Sprejema** podatke o **vhodnih veličinah**.
2. Podatke nato **obdelava** (pretvori) po neki predpisani **zakonitosti** npr. z logičnimi funkcijami ipd.
3. Rezultat obdelave so ustrezni signali, ki jih krmilnik **oddaja** (**izhodne veličine**).

Spolšni simbol krmilnika, prim. Prenosna funkcija:



Ker je prilagodljiv, je krmilnik **osnovno orodje za avtomatizacijo** industrijskih procesov in naprav.

Posebna oblika krmilnikov so **PLK** - programabilni logični krmilniki, ang. **PLC** - Programmable Logic Controller in nem. **SPS** - Speicherprogrammierbare Steuerung. To so krmilniki, ki jih je **možgoče programirati** - osnovno orodje za avtomatizacijo industrijskih procesov in naprav. Pogosto jih zamenjujemo z mikrokontrolerji, mikrokrmilniki oz. mikroročunalniki:



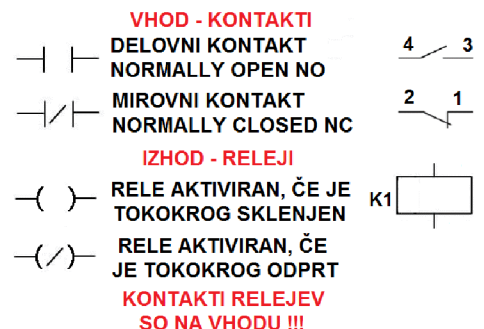
Ladder diagrami Posebna oblika shem, ki se uporablja za ponazarjanje delovanja industrijskih kontrolnih logičnih sistemov. Tako se imenujejo, ker so znaki podobni lestvi (ang. ladder): diagram vsebuje dve vertikalni stranici in toliko horizontalnih prečk, kot jih potrebujemo. Sin. lestvična shema, relejska shema.

Zelo preprost ladder diagram izgleda tako:

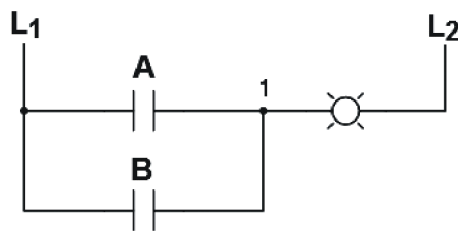


Pola sta L_1 (fazni vodnik) in L_2 (neutrlni vod). Izvor toka ni označen, zaradi enostavnosti.

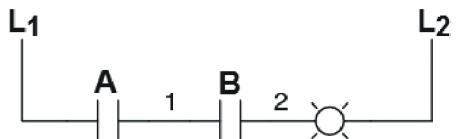
Osnovni vhodni in izhodni simboli:



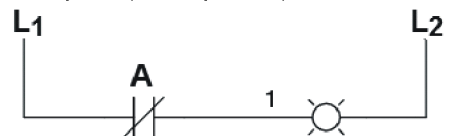
Tako izgleda logična funkcija **ALI**:



Funkcija **IN**:



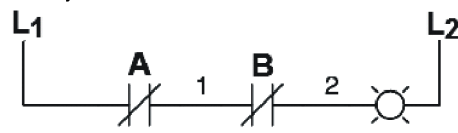
Funkcija **NE** (normally closed):



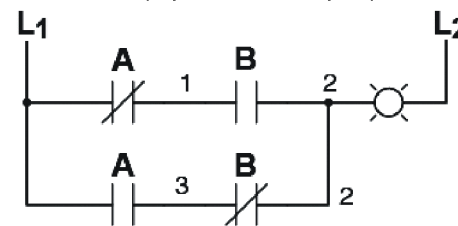
Funkcija **NAND**:



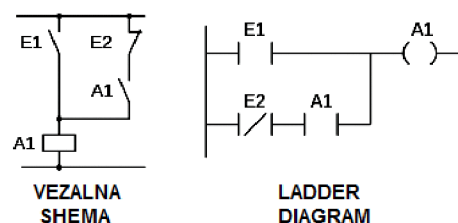
Funkcija **NOR**:



Vežemo lahko poljubne kombinacije, npr. **EX-OR**:



Vežalne sheme lahko spreminjamo v Ladder diagrame:



Lestvični diagram, shema Glej Ladder diagram.

Mačje oko Glej Odsevno steklo.

Magnetični senzor Glej Reedovo satikalo.

Magnetni senzor Glej Reedovo stikalo.

Magnetni ventil Glej Elektromagnetni ventil.

Magnetno bližinsko stikalo → Reedovo stikalo.

Magnetno polje Polje (prostor), v katerem **brez fizičnega stika** delujejo na telesa sile kot posledica medsebojnega vpliva:

- magnetov
- električno nabitih delcev in magnetov
- električnih tokov in magnetov

Magnetno polje pritegne ali odbija **samo nekatere materiale**. Smer in velikost magnetnih sil lahko zaznamo s pomočjo predmetov, ki so izdelani iz feromagnetnih materialov: magnetne igle, železni opilki itd.

Prim. Gostota magnetnega pretoka, Jakost magnetnega polja, Magnetni pretok.

Mehanično aktiviranje Aktiviranje, ki ga **z direktnim fizičnim stikom** povzroči **proces**, ki ga krmilimo ali reguliramo. Sin. mehansko aktiviranje. Druga možnost kontaktnega aktiviranja: fizično aktiviranje.

Če pa imamo v mislih tudi brezdotično aktiviranje, uporabljamo izraz **procesno aktiviranje**.

Prim. Kočno stikalo, Končno stikalo - električno.

Mejni signalnik Signalnik, ki odda signal takrat, ko merjena veličina preseže mejno vrednost. Mejni signalniki jih imenujemo zato, ker jih **ponavadi** uporabljamo **za zaznavanje** natanko določenega **končnega položaja**.

Za mejni signalnik najpogosteje uporabljamo menjalni kontakt. Način aktiviranja pa je lahko:

- mehanični: mejni signalnik z drsečim ali sprožilnim kontaktom, tlačno stikalo itd. ali
- brezdotični: reedov kontakt, induktivni (kapacitivni), optični mejni signalnik,

Prim. končno stikalo, senzor.

Mejno stikalo Sin. pozicijsko stikalo, mehansko končno stikalo. Glej geslo Končno stikalo.

Menjalni kontakt Glej Kontakt - simboli.

Mirovni kontakt Elektrotehn.: fizični kontakt, ki je v osnovnem stanju sklenjen in ga z aktivacijo razklenemo. Sin. odpiralni kontakt, odpiralo. Ang. NC (normally closed). Prim. stikalo. Simbol:



Močnost Moč. **Močnosten**: nanašajoč se na moč. Izraz se uporablja predvsem v elektriki, npr.:

- ~i ojačevalnik daje veliko izhodno moč,
- ~a elektronka: elektronka za veliko moč,
- ~i kontakt kontaktorja.

Močnostno stikalo: nepravilen izraz, pravilen izraz je odklopno stikalo.

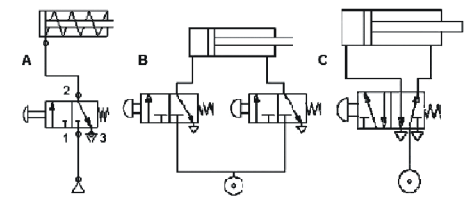
Močnostni elementi so: polprevodniška stikala (diode, tranzistorji, tiristorji), energijske posode (induktivnosti, kapacitivnosti), transformatorji.

Monostabilen Ki ima **eno** samo **stabilno stanje**. Po prenehanju delovanja sile, ki povzroča aktiviranje, se naprava vrne v prvotni položaj. Primeri:

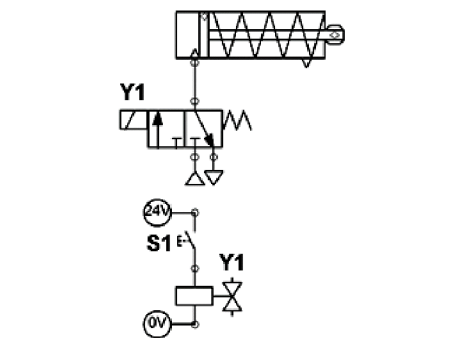
- monostabilni in bistabilni potni ventili,
- tipka je monostabilno stikalo,
- običajni releji (kontaktorji) so monostabilni, obstajajo pa tudi bistabilni (preklopni)
- tudi zahtevnejši sistemi so lahko monostabilni

Prim. bistabilen, nestabilen.

Neposredno krmiljenje aktuatorjev Najbolj preprost način krmiljenja enosmernih ali dvosmernih cilindrov. Cilinder aktiviramo direktno z ročnim ali mehničnim vklopom potnih ventilov, brez kakršnegakoli dodatnega vmesnega vklopljanja in brez katerihkoli dodatnih ventilov, npr.:



Neposredno krmiljenje pri elektropnevmatiki:



Sin. Direktno krmiljenje aktuatorjev.

Nivojsko stikalo Stikalo, ki običajno meri nivo tekočine.

Nosilec informacije Glej Signal.

Obdelovalnik signalov Naprava, ki sprejete signale spremeni v takšno izhodno obliko, ki je primerna za uporabnika. Primer: signal na izhodu se začne z nekim časovnim zamikom.

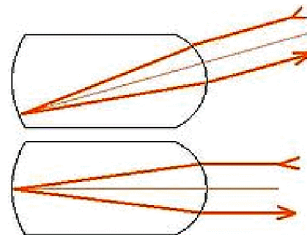
Vrsta signala pri tem ostane ista, npr.: električni signali na vhodu in tudi na izhodu.

Primeri obdelovalnikov signalov: rele, kontaktor, PLC itd.

Oddajnik signalov Naprava, ki odda signal z namenom, da ga bo sprejemnik signalov zaznal.

Odpiralo Odpiralni, glej mirovni kontakt. Tudi orodje za nasilno odpiranje, npr. ključavnic.

Odsevno steklo Sestavljajo ga cilindrična steklena telesa, ki imajo obokano zadnjo stran in zato odbijajo svetlobo v isto smer nazaj, od koder je prišla - podobno kot mačje oči v temi.



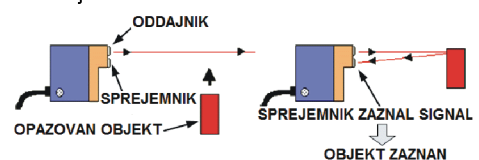
Sin. mačje oko.

Optični senzor Senzor, ki zazna svetlobo ali gibanje in odda signal, ki je sorazmeren izmerjenemu svetlobnemu toku. Pogosto ga uporabljamo za **kontrolno prisotnosti obdelovancev**, **varnostne zapore** delovnega območja, za **čitalnike črtnih kod**, **v televizijskih aparatih** (za sprejemanje signalov od daljince, ki oddaja IR svetlobo) ipd. Sin. svetlobni senzor.

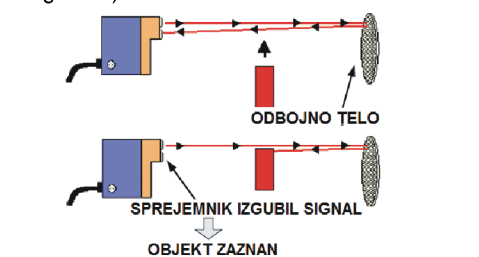
Optični senzor (sprejemnik svetlobe) **najpogosteje** uporabljamo **v paru z oddajnikom svetlobe**.

Treba ju je pravilno namestiti, poznamo 3 izvedbe:

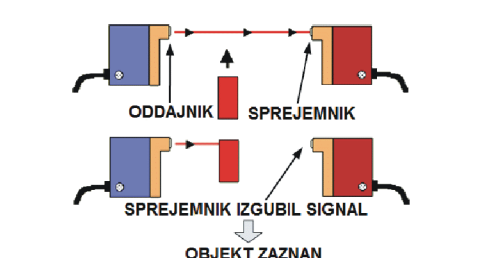
1. Oddajnik in sprejemnik v istem ohišju - optični odbojni senzor:



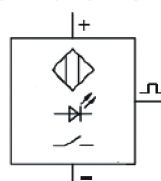
2. Oddajnik in sprejemnik v istem ohišju, ločeno se uporablja še **odbojno telo** (mačje oko in ne ogledalo):



3. Oddajnik in sprejemnik ločena - optični prehodni senzor:



Simbol optičnega mejnega signalnika:

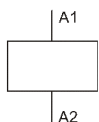


Oscilacija Nihanje, tresenje, premikanje naprej in nazaj. Je tudi ustvarjanje izmeničnega toka.

Oscilator pa je naprava, ki:

- je na vhodu priključena na enosmerno napetost
- na izhodnih priključkih generira izmenični signal

Označevanje priključkov kontaktorjev in relejev PRIKLJUČKE VZBUJALNIH TULJAV (napajanje releja) označujemo s črkovno-številčnimi oznakami, npr. A1, A2:



SPONKE GLAVNIH (močnostnih) KONTAKTOV označujemo z **enojnimi lihimi števili** od leve proti desni. Pripadajoče sponke teh kontaktov označimo s **sodimi števili**:



SPONKE POMOŽNIH KONTAKTOV označujemo z **dvošteviličnimi števili** (desetice in enice):

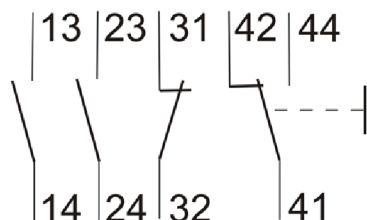
- **levo število** (desetica) označuje **razvrstitev kontakta** (zaporedna številka vrste)
- **kombinacija desnih števil** (enice) na obeh straneh kontakta pa označuje **funkcijo stikala**:
 1 → 2 je **mirovno stikalo** (odpiralni kontakt)
 3 → 4 je **delovno stikalo** (zapiralni kontakt)
 5 → 6 je **mirovno stik. s časovno zakasnitvijo**
 7 → 8 je **delovno stik. s časovno zakasnitvijo**
 1 → 2 ↔ 4 je **menjalno stikalo**
 5 → 6 ↔ 8 je **menj. stik. s časovno zakasnitvijo**

Liha števila označujejo prikllope (vhode):

- 1 - za mirovno in menjalno stikalo
- 3 - za delovno stikalo

Soda števila so signali: 2 - NC, 4 - NO

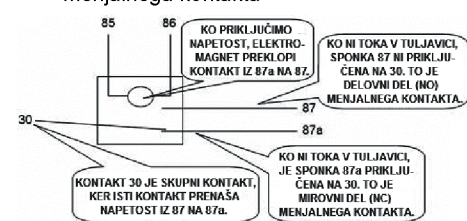
• **primer** označevanja sponk pomožnih kontaktov:



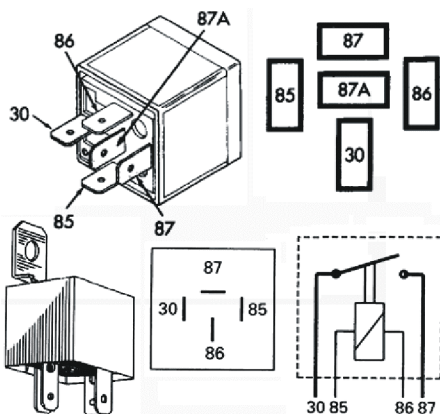
PRI MOTORNIH VOZILIH je sistem označevanja priključkov na relejih nekoliko drugačen, za podrobnosti glej geslo Avtoelektrika - oznake priključkov.

Najpomembnejše oznake po DIN 72552 so:

- 30 - plus, direktno iz baterije
- 85 - minus, tuljavica
- 86 - plus, tuljavica
- 87 - izhodna sponka za delovni del (NO) menjalnega kontakta
- 87a - izhodna sponka za mirovni del (NC) menjalnega kontakta



Dva primera označevanja priključkov relejev v motornih vozilih:



Označevanje vodov Po DIN 40 108/5.78 označujemo električne vode na naslednji način:

1. Enosmerni sistem:

- polariteta: pozitivna L+, negativna L-

- nevtralni vod: M
- referenčna ozemljitev: E
- ozemljitveni zaščitni vod: PE
- nevtralni vod: PEN

2. Trifazni sistem:

- **Omrežje:**
 - zunanji vodi:
 - prednost: L1, L2, L3
 - dopustno: 1, 2, 3
 - dopustno: R, S, T (kot si sledijo faze)
- nevtralni vod: N
- referenčna ozemljitev: E
- ozemljitveni zaščitni vod: PE

- **Pogonska sredstva:**
 - zunanji vodi: U, V, W
 - nevtralni vod: N
 - referenčna ozemljitev: E
 - ozemljitveni zaščitni vod: PE

Po številu polov ločimo naslednje vrste vtično-spojnih naprav:

- a) Dvopolne: L, PEN
- b) Tripolne: L, N, PE
- c) Štiripolne: L1, L2, L3, PE
- d) Petpolne: L1, L2, L3, J, PE

PLC Glej Krmilnik. Sin. PLC. Prim. DCS.
PLK Glej Krmilnik. Sin. PLC. Prim. DCS.

Pnevmatsko vzmetenje Vzmetenje z uporabo pnevmatične (zračne, plinske) vzmeti. Simbol za pnevmatično vzmet z enim, dvema ali tremi mehovi izgleda tako:

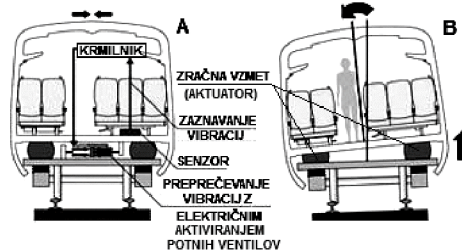


Uporaba: pnevmatsko vzmeteni avtomobilski in drugi sedeži, avtodvigala, vzmetenje tovornjakov, železniških vagonov itd.

Poznamo tudi **aktivno pnevmatsko vzmetenje** (patent podjetja TAM Maribor), ki deluje tako:

- senzor zazna prevelike vibracije (prevelik nagib vozila) in pošlje signal krmilniku
- krmilnik predela prejete informacije in pošlje signal na potni ventil
- potni ventil se aktivira in spremeni tlak v zračni vzmeti

Princip aktivnega zračnega vzmetenja v železniškem vagonu prikazuje spodnja risba:



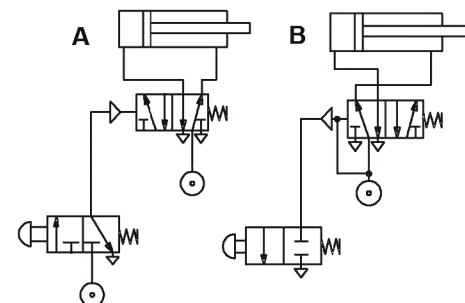
Prim. Hidropnevmatsko vzmetenje.

Pol

1. Skrajna točka osi, okoli katere se suče kako telo (npr. zemeljski tečaj) ali iz katere izhajajo elektromagn. silnice (elektični, magnetni pol).
2. ELEKTR.: elektroda za dovajanje ali odvajanje električnega toka, npr. negativni, pozitivni pol. S to besedo označujemo tudi vse električne dele aparata, ki pripadajo enemu vodniku ali fazi. Pogosto up. izraze **enopolni, dvopolni, tripolni, večpolni** v naslednji besedni zvezi: kratki stik, stikalo, vtičnica, vtičak, shema, prikaz vodnika.
3. BIOL.: točka v deleži se celici, iz katere potekajo niti delitvenega vretena.

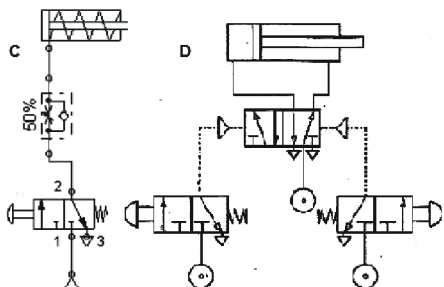
Posredno krmiljenje aktuatorjev V tem primeru aktuator ne aktiviramo direktno s potnim ventilom - med krmilnim potnim ventilom (stikalom) in aktuatorjem nahaja še kakšen element. Primeri:

1. **Cilindri z velikimi premeri** zahtevajo **velike zračne pretoke**, ki jih lahko zagotavljajo **samo veliki ventili**. Veliki potni ventili pa zahtevajo tudi **velike sile** za vklapljanje. Če so te **sile prevelike za ročni vklop**, je potrebno **načrtovati posredni vklop**. Pri tem načinu manjši krmilni ventil pošilja signal, ki zadošča le za vklop delovnega (glavnega) ventila:

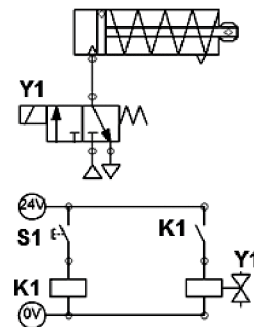


Zgornja leva risba (A) prikazuje posredno krmiljenje, pri katerem aktiviramo delovni potni ventil s tlakom, desna risba (B) pa kaže posredno krmiljenje, pri katerem aktiviramo delovni potni ventil z razbremenitvijo tlaka.

2. Spodnja risba pa prikazuje posredno krmiljenje z uporabo **enosmernega nastavljivega dušilnega ventila (C)** in z uporabo **bistabilnega potnega ventila (D)**:



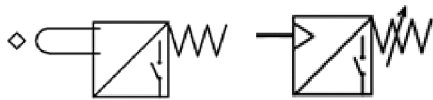
3. Posredno krmiljenje pri elektropnevmatiki - pritisnemo tipko inelektrika aktivira potni ventil:



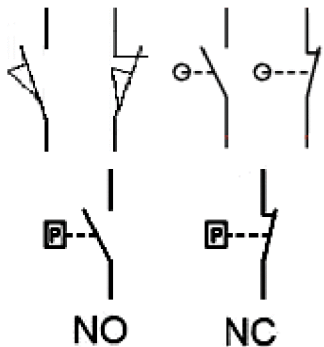
Sin. Indirektno krmiljenje aktuatorjev.
Pozicijsko stikalo Sin. mehansko končno stikalo, mejno stikalo. Glej geslo Končno stikalo.
Preklopni rele Glej Impulzni rele.
Prenosna funkcija Pri krmiljih in regulacijah: razmerje med izhodno veličino (npr. izhodna napetost) in vhodno veličino (npr. vhodna napetost). Prim. Krmilnik.
Presostat Glej Tlačno stikalo.
Pretvornik signalov Naprava, ki pretvarja signale iz ene oblike v drugo. **Primer:** električni signal pretvorimo v mehanskega (npr. elektromagnetno aktiviranje potnih ventilov).
 Splošen in konkreten simbol za pretvornik:



Desni simbol ponazarja pretvorbo iz izmenične v enosmerno napetost. Lahko bi pretvarjali mehanski signal (pomik, tlak ...) v električnega, električni signal v tlak, analogni signal v digitalnega itd. V vsaki polovici simbola vpišemo simbol vhodne ali izhodne veličine, obliko signala ipd. zato, da bi se čim bolj nazorno prikazala pretvorba. Zgoraj prikazan simbol je lahko tudi sestavni del simbolov nekaterih naprav, npr. pri relejih, elektromagnetih (solenoidih), končnih stikalih ipd.. Pri **elektropnevmatiki** se pretvorniki signalov uporabljajo za aktiviranje potnih ventilov, za končna stikala in podobno. Njihove simbole rišemo tako **na pnevmatičnih** kot tudi **na električnih shemah** - na vsaki shemi je njihov **simbol drugačen**, npr.:
 • električno končno stikalo in tlačno stikalo v pnevmatični shemi:



• električno končno stikalo in tlačno stikalo v električni shemi:



Prim. Tlačno stikalo.

Procesno aktiviranje Aktiviranje, ki ga povzroči proces, ki ga krmilimo ali reguliramo. Izraz zajema tako **mehanično** kot tudi **brezdotočno** aktiviranje. Ang. process actuated.

Z izrazom procesno aktiviranje direktno povežemo izraz **končno stikalo**.

Izraz pogosto up. pri **potnih ventilih**, pri **kontaktih** in **stikalih**. Ant. fizično aktiviranje.

Radialna batna črpalka → Znotraj gesla Črpalke, volumenske - batne in membranske.

Radialni kompresor Glej Kompresor - radialni.

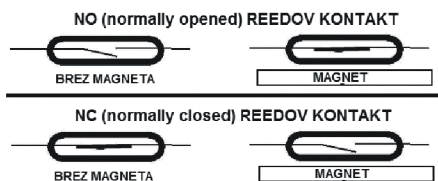
Reedovo stikalo Električno stikalo, ki se vklopi / izklopi v odvisnosti od prisotnosti magnetnega polja. Je sestavni del magnetnih senzorjev. Iznasel ga je W. B. Ellwood leta 1936 za podjetje Bell Telephone Laboratories. Sin. hermetični kontakt, magnetno bližinsko stikalo, reedov kontakt, Herkon.

Običajno ga sestavlja **dva feromagnetna železna lističa**, ki se prekrivata in sta med seboj oddaljena le nekaj μm . Nameščena sta v stekleni cevki, ki je napolnjena z zaščitnim plinom.

lme kontakta izvira prav **iz te cevke**, ki spominja na piščalko, ang. reed: trstna (pastirska) piščal in se zato piše **z malo začetnico**.

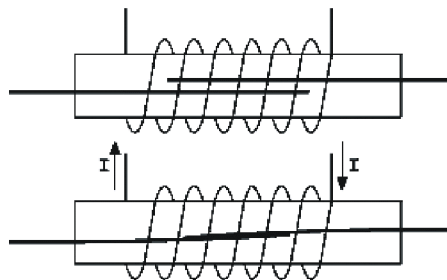
V osnovnem stanju se lističa ne dotikata (NO - normally opened) in zato med njima ni kontakta. Če pa približamo magnet, se lističa namagnetita. Zaradi magnetnih sil se lističa upogneta in **skleneta kontakt**. Ko se magnet oddalji, se lističa vrne v prvotni položaj.

NC (normally closed) varianta reedovega stikala: ko se lističa namagnetita, se **razkleneta**.

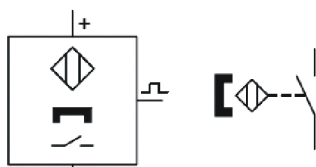


Reedov kontakt uporabljamo za določanje končnih položajev cilindrov in **ne potrebujejo vzdrževanja**.

Namesto magneta lahko reedov kontakt brezdotično aktivira tudi tuljavica:



Glede na število priključkov poznamo **dvo-** in **trožični tip** reedovega stikala. Električni simbol:



TROŽIČNI TIP

DVOŽIČNI TIP

Pnevmatični simbol je klasični simbol brezdotičnega signalnika. Podrobnejši opis simbolov opisuje geslo Brezdotočno aktiviranje kontaktov.

TROŽIČNI TIP potrebuje napajanje in ga lahko priklopimo direktno na nazivno napetost, npr. na enosmerni tok 24V. Zaradi različnih standardov se lahko zgodi, da so barve priključkov pri različnih proizvajalcih različne. **Rdeča** barva je vedno +, ostala dva priključka pa sta:

- **VIBRO**: signal je **moder**, minus (-) pa je **črn**
- **SMC**: signal je **črn**, minus (-) pa je **moder**

Signal običajno vezemo na napajanje releja, kontakt releja pa nato vklopi elektromagnet (solenoid). Včasih je potrebno tudi preveriti, ali največji tok na signalu zadošča za vklop releja, solenoida itd. Če ne gre drugače, preberemo tip naprave in iščemo podatke po svetovnem spletu (Datasheet).

DVOŽIČNI TIP pa za svoje delovanje **ne potrebuje napajanja**. Njegova posebnost je **največji tok**, ki ga takšno stikalo še prenese - pogosto je ta tok zelo majhen, npr. 40 mA. Prevelik tok bo takšno stikalo **uničil**. Zato dvožični tip **NIKOLI** ne vezemo **DIREKTNO NA NAPAJSANJE**, moramo ga vezati **zaporedno na nekega porabnika**, npr. na solenoid ali na napajanje releja. Pred tem še **računsko preverimo**, ali je morda električni tok vseeno prevelik.

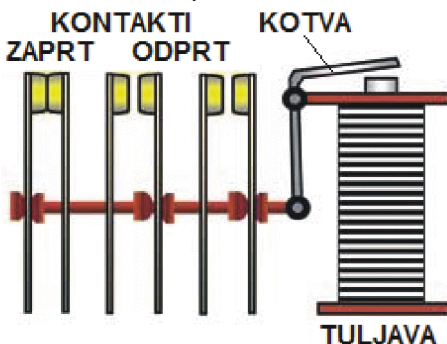
Delovanje dvožičnega tipa reedovega stikala (npr. NO) lahko **preverimo** z ohmmetrom: ko postavimo magnet v pravilni položaj, bo upornost 0 Ω .

Rele Električna stikalna naprava, ki:

1. **Sprejema vhodne veličine**, ki so **električne** ali **neelektrične** - čas, temperatura, tlak itd.
2. V odvisnosti od vhodnih veličin **povzroča** določene **spremembe** v istem ali v drugih električnih tokokrogih.

Ang. relay, nem. Relais: prenašati (sporočila ipd.), fr. relais: posrednik. Prim. Kontaktor, Stikalo, Označevanje priključkov kontaktorjev in relejev.

SESTAVNI DELI releja:



1. **Magnetni sistem**, ki mu pogovorno pravimo tudi **NAPAJSANJE** ali **KRMILJENJE releja**:

- **tuljavica** za vzbujanje releja (ang. coil) in
- **kotva**, ki je ponavadi upognjena v obliko črke L in se vrtil okrog osi, ki se nahaja blizu točke pregiba;

Priključka za napajanje releja sta A1 (plus) in A2 (minus). Priključkov **ne smemo zamenjati**, saj v tem primeru rele ne bo deloval!

Magnetnemu sistemu dodamo **sistem za vklop / izklop** tuljave:

- **stikalo**, rele brez merilnega člena je **pomožni rele** (deluje kot kontaktor) ali
- **merilni člen**, ki meri vhodne veličine, npr. temperaturo, tlak, čas, vrtilno hitrost ipd.; merilni člen na svojem izhodu povzroča vklop ali izklop tuljave;

2. **Kontakti sistem** oziroma kontakti releja, ki v odvisnosti od delovanja magnetnega sistema sklenejo ali prekinejo povezavo med vhodnimi

in izhodnimi priključki.

Električni kontakti releja so lahko:

- **zapiralni** (NO - normally open)
- **odpiralni** (NC - normally closed)
- **preklopni** ali **z zakasnitvijo**;

Oba priključka vsakega kontakta sta pravilno oštevilčena:

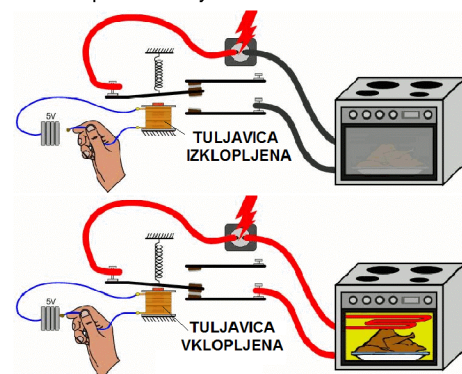
- priključke glavnih kontaktov označujemo z eno številko (1 → 2, 3 → 4, 5 → 6, 7 → 8, 1 → 2 ↔ 4, 5 → 6 ↔ 8),
- priključke pomožnih kontaktov označujemo z dvema številkama (13 → 14, 21 → 22 itd.)

PRIKLJUČKI RELEJEV so tako označeni, da je iz oznak možno razbrati način delovanja - glej geslo **Označevanje priključkov kontaktorjev in relejev**.

Z releji vklapljamo relativno **majhna bremena** (do 1 kW). S pomočjo relejev lahko:

- zaključen tokokrog z **enosmerno** napetostjo vpliva na tokokrog z **izmenično** napetostjo,
- zaključen tokokrog z **nizko napetostjo** vpliva na tokokrog z **visoko napetostjo**,
- tokokrog z **nizkimi tokovi** vpliva na tokokrog z **visokimi tokovi** (npr. pri motornih vozilih),
- **iz enega** signala ustvarimo **več signalov**.

Primer uporabe releja:



Ločimo predvsem naslednje **VRSTE RELEJEV**:

a) **Merilne** releje. Njihovo delovanje je z določeno natančnostjo odvisno od vzbujalne veličine. Praviloma se uporabljajo za zaščito električnih naprav in napeljav. To so predvsem podnapetostni, nadtokovni, podfrekvenčni itd. releji. Nekateri releji delujejo tudi na spremembe **neelektričnih veličin**, npr. na spremembo temperature, vrtilne hitrosti, tlaka itd.

b) **Pomožne** releje. Uporabljamo jih za električno **ločevanje tokokrogov**, za povečanje **stikalne zmogljivosti** kontaktov, za **pomnožitev** števila kontaktov, za **trajen preklop kontaktov** (impulzni rele) ipd..

c) **Časovne** releje. To so releji s kontakti, ki se sprožijo z **zakasnitvijo**, potem ko je bil aktiviran krmilni oziroma prožilni element. Najpogosteje uporabljamo naslednje vrste časovnih relejev:

- rele z zakasnelim proženjem kontaktov **ob vklopu krmilne napetosti**
- rele z zakasnelim proženjem kontaktov **ob izklopu krmilne napetosti**
- **programski časovni rele**
- **utripalni časovni rele**

Prim. Rele z zakasnitvijo izklopa, Rele z zakasnitvijo vklopa, Rele z zakasnitvijo vklopa in izklopa

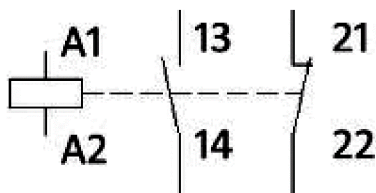
Rele je **električna naprava**. To pomeni, da ga rešemo **samo na električni shemi**. Na pnevmatični shemi ga ne rešemo.

SIMBOL za rele mora zajemati:

- simbol za **napajanje** (tuljavico) releja s priključki
- simbole za **kontakte** releja

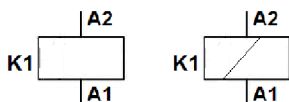
Način risanja releja je pri fizikalni shemi drugačen kakor pri vezalni shemi.

Pri **FIZIKALNI SHEMI** rele ni potrebno poimenoovati, narišemo pa ga **v celoti** - napajanje in vsi kontakti se rešijo skupaj, priključke lahko oštevilčimo. To je starejši način risanja relejev:



Pri **VEZALNI SHEMI** pa **posebej** rišemo **napajanje** in **posebej kontakte**. Tako napajanje kot tudi vsak kontakt je treba **poimenovati**, običajno uporabimo veliko črko K in številko, npr. **K1** (podrobneje glej Pnevmatika - sheme, označevanje sestavin):

NAPAJANJE:



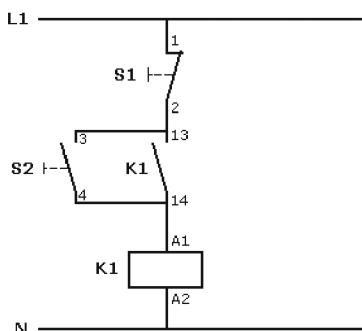
KONTAKTI:



S tem, ko smo po SIST EN z istim imenom poimenovali napajanja in kontakte istega releja, smo dosegli naslednje:

- čeprav napajanja in kontakte na shemi ne rišemo skupaj, je še vedno jasno, iz katerih sestavnih delov je vsak rele sestavljen
- na vezalnih shemah za vsak kontakt natančno vemo, kateremu napajanju pripada

Primer vezalne sheme:



Simboli za posebne vrste relejev so naslednji:



Prim. SSR.

Rele ventil Pnevmatški ventil, ki **z malim tlakom krmili velike tlake**. Pri zračnih zavorah ga uporabljamo za pospeševanje zaviranja ali prenehanja zaviranja **na zadnjih oseh**, ki so pri tovornjakih precej oddaljeni od izvora stisnjenega zraka.

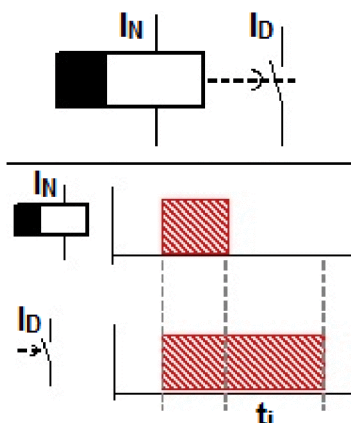
Brez rele ventilov bi stisnjen zrak predolgo časa potoval do zadnjih zavornih cilindrov. Zato blizu zadnjih zavornih valjev vgradimo rele ventil, ki je ves čas direktno povezan na delovni tlak.

Delovanje:

Ko voznik pritisne na zavorni pedal, je majhna sprememba tlaka že zadosten signal za vklop rele ventila, ki odpre delovni tlak do zavornih cilindrov.

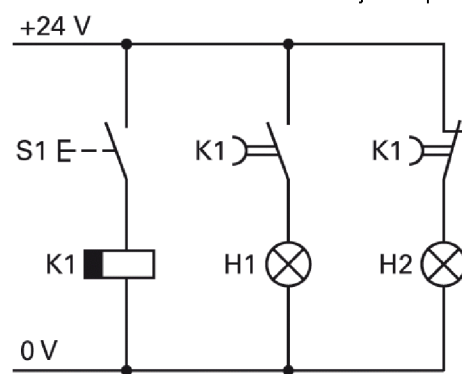
Rele ventil je lahko samostojna naprava ali pa je integriran v regulatorju sile zaviranja.

Rele z zakasnitvijo izklopa Ob vklopu napajanja releja I_N se hkrati vklopi tudi delovni kontakt in v drugem tokokrogu steče tok I_D . Ob izklopu napajanja releja I_N pa se delovni kontakt izklopi z zakasnitvijo, po preteku časa t_i :

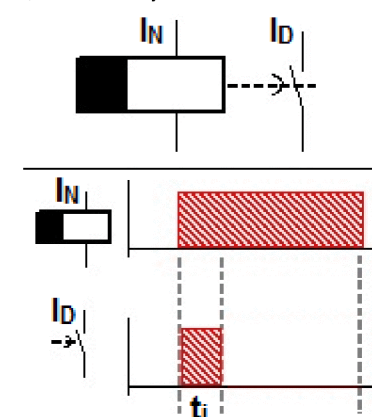


Čas t_i je praviloma nastavljljiv. Opisan rele povsem natančno poimenujemo rele z zakasnitvijo izklopa, šteto **od izklopa napajanja**.

Primer električne vezave z zakasnitvijo izklopa:

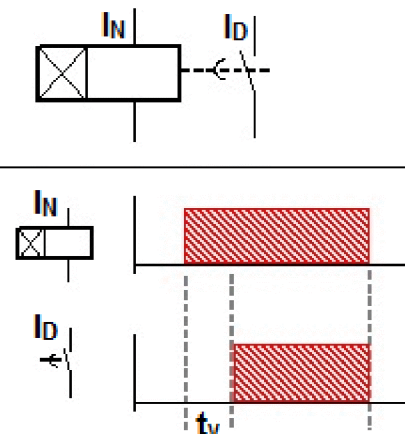


Obstajajo pa tudi releji **s časovno omejenim delovanjem**, ki se označijo z enakim simbolom:



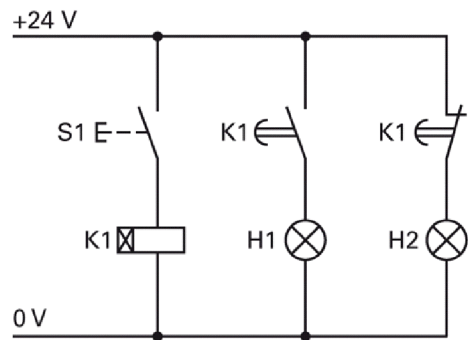
Releji s časovno omejenim delovanjem imajo tudi zakasnen izklop, vendar se čas šteje od vklopa napajanja releja.

Rele z zakasnitvijo vklopa Ob vklopu napajanja releja I_N se delovni kontakt vklopi z zakasnitvijo in v drugem tokokrogu steče tok I_D šele po preteku časa t_v . Ob izklopu napajanja releja I_N pa se delovni kontakt izklopi takoj, brez zakasnitve:

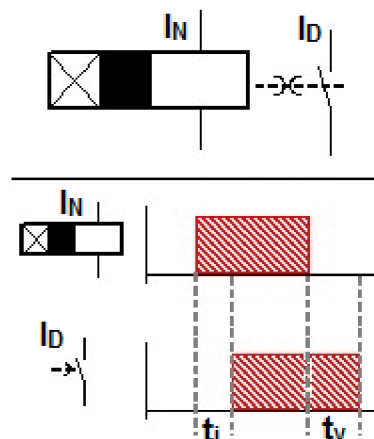


Čas t_v je praviloma nastavljljiv.

Primer električne vezave z zakasnitvijo vklopa:

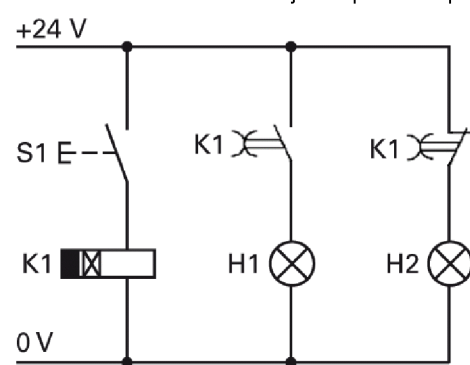


Rele z zakasnitvijo vklopa in izklopa Ob vklopu napajanja releja I_N se delovni kontakt vklopi z zakasnitvijo in v drugem tokokrogu steče tok I_D šele po preteku časa t_v . Tudi ob izklopu napajanja releja I_N se delovni kontakt izklopi z zakasnitvijo, po preteku časa t_i :



Tako čas t_i kot tudi t_v sta praviloma nastavljljiva.

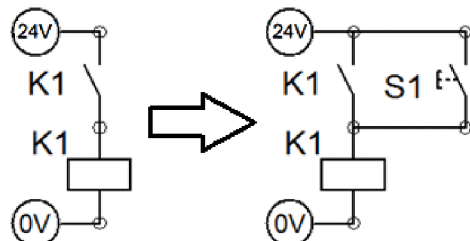
Električna vezava z zakasnitvijo vklopa in izklopa:



Relejska shema Glej Ladder diagrami.

Samodržna vezava Električna vezava, ki ob vklopu neke naprave s tipko sproži takšen kontakt, da naprava še naprej deluje **tudi potem, ko je tipka že spuščena**. Pravimo, da **kratkotrajni impulz pretvori v trajni kontakt**.

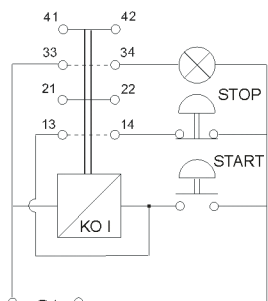
Samodržno vezavo lahko pripravimo s kontaktorjem ali relejem. Kontakt releja lahko vežemo v isti tokokrog s tuljavico, shema levo:



Če vzporedno s kontaktom releja vežemo še tipko (desna shema), dobimo **najpreprostejšo samodržno vezavo**, ki je ne moremo izklopiti:

- ob vklopu S1 se bo zaprl kontakt K1
- K1 ostane zaprt tudi, če tipko S1 spustimo

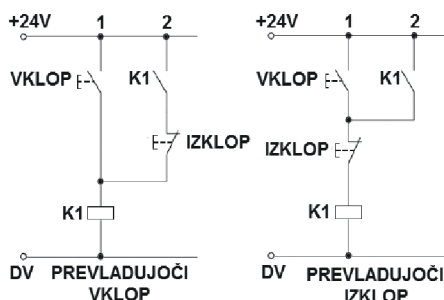
Uporabne samodržne vezave imajo še STOP tipko, fizikalna shema izgleda tako:



Aktiviranje tipke START pripelje napetost na tuljavo kontaktorja KO I, ki:

- sklene delovni kontakt 13-14, kar povzroči delovanje kontaktorja tudi po deaktivaciji tipke
 - sklene tudi delovni kontakt 33-34, kar povzroči trajno delovanje luči (ali neke druge naprave)
- Delovanje lahko po potrebi prekinemo z aktiviranjem STOP tipke, ki prekine samodržni tokokrog tako, da odklopi kontaktor.

Samodržna vezava, narisana kot vezalna shema:



Zgornji **dve izvedbi** se razlikujeta po tem, katera tipka prevlada, če v pritegnjenem stanju releja pritisnemo na VKLOP in IZKLOP hkrati.

Praktični **primer uporabe** samodržne vezave: tipke v dvigalu.

Sin. samodržni kontakt, samodržno stikalo.

Senzor Element, ki **zaznava** neelektrične fizikalne veličine (vhodne signale) in jih **pretvarja v izhodni signal**, ki je najpogosteje **električen**, lahko pa je tudi **neelektričen**. Npr.:

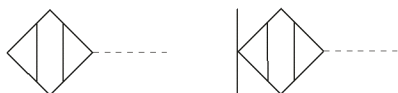
- optični senzor pretvarja svetlobno jakost (vhodni signal) v električno napetost (izhodni signal)
- mehansko končno stikalo pa pretvarja gibanje (vhodni signal) v pomik (vklop stikala - izhodni signal).

Naprave ali predmete, ki oddajajo vhodne signale, imenujemo signalniki, brezdotični signalniki, daljinski upravljalniki ipd.

Od sensorja oddani signal je lahko:

- **kvalitativen**: meri le prisotnost neke veličine, npr. senzor na dotik ali
- **kvantitativen**: meri se količina neke veličine, npr. svetlobni senzor

V osnovi ločimo senzorje na **DOTIČNE** in **BREZDOTIČNE**, pogledajmo še oba simbola:



Senzor za upravljanje s približevanjem

Senzor za upravljanje z dotikom

Dotični senzorji so npr. senzorji za **zaznavanje** pozicije obdelovanja na CNC strojih, **temperaturni** senzorji, tlačni senzorji, monitorski senzorji (**touch screen**), mehanski senzorji na **pnevmatičnih** končnih stikalih itd.

Brezdotični senzorji so: **magnetični** (Reedov kontakt, Hallov senzor), **induktivni**, **kapacitivni**, **svetlobni** (kvantitativni) in **optični** (kvalitativni - samo določene valovne dolžine), **zvočni** in **ultrazvočni**, **žiroskopski** itd.

Senzor je vedno le **sestavni del** naprave, ki **neposredno reagira** na neko fizikalno veličino. Celo tno **napravo** pa imenujemo npr. **detektor**. Nikoli ne rečemo npr. "senzor" laži ...

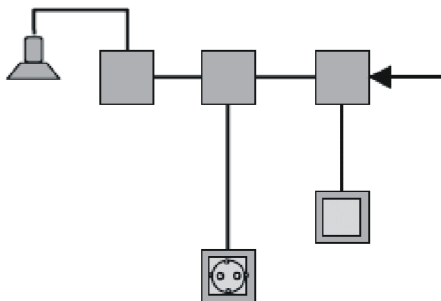
Lat. *sentire*: čutiti, začutiti. Ang. *sense*: čutilo, zaznavati, občutiti. Sin. **tipalo**, **sprejemnik signalov**, **signalnik**. Razl. **dajalnik signalov**. Prim. Detektor,

mejni signalnik. **Senzibilen**: občutljiv. **Senzibilnost**: zaznavnost.

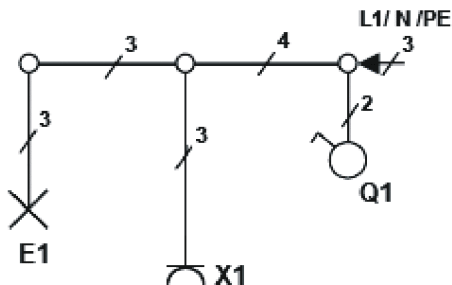
Shema Simbolična ali abstraktna predstavitev. Posebej primerna je za preprosto predstavitev:

- **električnih**, **pnevmatičnih**, **hidravličnih**, **vodovodnih** ter podobnih vezij (instalacij, prim. vezava)
- logičnih krmilnih funkcij.

Najpogostejše sheme v **elektrotehnik**: **fizikalna vezava**, **inštalacijski načrt** in **vezalna** (tokovna) **shema** - ki je lahko **enopolna** (enočrtna) ali **večpolna** (veččrtna). Pogledajmo, kako nastajajo! Električno vezavo lahko ponazorimo tako, da narišemo predmete:



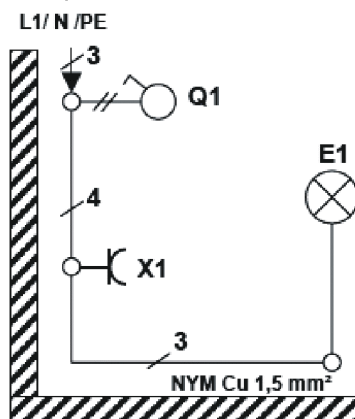
Puščica pri tem ponazarja dovod elektrike. Že ta ponazoritev je **enopolna** (enočrtna) in se lahko uporabi kot inštalacijski načrt. Uvedba simbolov naredi inštalacijski načrt preglednejši:



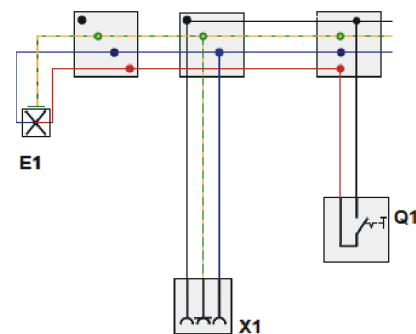
Na zgornji risbi so vodi prikazani kot ena črta, ne glede na to, koliko žilni so. Število žil označimo s poševno puščico in s številko.

V shemi rišemo simbole samo v **pokončni** ali v **ležeči** legi, pa **tudi črte** za povezavo elementov rišemo le **pokončno** in **navpično**. Simbole razporedimo čim bolj **enakomerno** in tako, da jih lahko pregledno povežemo. Sheme ponavadi rišemo od vhoda proti izhodu.

Nato na gradbenem načrtu določimo še steno, na katero bomo položili inštalacijo - dobimo prostorski inštalacijski načrt:



Večpolna (veččrtna) shema pa nam pokaže še smer toka (tokovna shema). Služi nam za pregled vgradnje stikal in ostalih elementov:



Poznamo še **pregledno shemo vezja**, **blokovno shema**, **montažni - funkcijski - razporeditveni načrt**, **načrt ožičenja**, **diagram poteka**, **časovni diagram**, **diagrami zaporedja stikalnih stanj** itd.

Gr. shema: oblika. Prim. risba.

Signalni ventil Glej Končno stikalo.

Signalnik Naprava, ki oddaja signale (optične, električne, akustične ipd.) za prikaz stanja sistema, npr. hupa, sirena, svetlobno telo itd. Lahko je to tudi oddajnik in sprejemnik signalov v eni napravi. Sin. Dajalnik signalov. Prim. Mejni signalnik, Daljinski upravljalnik. Glej **Senzor**.

Solenoid Ang. izraz za elektromagnet. Pogosto izraz uporabljamo tudi za elektromagnetni ventil, kar je skrajšano od ang. solenoid valve. Izraz solenoid coil (elektromagnetno navitje) pa običajno skrajšamo na coil.

Sprejemnik signalov Glej Senzor.

Stikalo Mehansko delujoča priprava, ki lahko **vklaplja**, **prevaja** in **izklaplja** električni tok. Je vedno **SKLOP** iz več sestavnih delov, vsaj eden med njimi je **kontakt**.

Prim. Kontakt, Rele, Kontaktor.

V splošnem je stikalo **dajalnik signalov**. S svojim delovanjem tudi **spreminja vezave tokokrogov**.

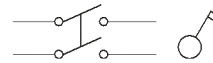
Med vklapljanjem in izklapljanjem mora stikalo delovati nemoteno: **prevajati** mora normalne bremenske tokove, v predvidenem času vzdrži tudi večje tokove, npr. pri kratkem stiku.

VRSTE STIKAL: **enopolno bistabilno** (preklopno, v žargonu kar "stikalo"), **dvopolno**, **tipkalo** (tipka oz. stikalo na tipko), **menjalno** (preklopno), **križno**, **serijsko**, **visokonapetostno**, **odklopno** (nepr. močnostno stikalo), **inštalacijsko**, **prevesno**, **klecno**, **preklopno**, **nastavno**, **izbirno** itd.. Za razumevanje delovanja stikala **MORAMO POZNATI**:

1. **PRIKLJUČKE**, **POLE**, **KONTAKTE**, **STANJA**:

Število priključkov v stikalu: Vedeti moramo, koliko je **vhodnih** in koliko **izhodnih** priključkov.

Število polov v stikalu. Izraz večpolno stikalo pomeni, da lahko z enim preklopom stikala preklopimo več ločenih tokokrogov.



Dvopolno stikalo:

Število kontaktov (**stikov**) je pogosto enako številu polov, ni pa nujno. Prim. kontakt, pol.

Število stanj (**položajev**) stikala. Primer: električni kuhalnik ima lahko enopolno stikalo z enim kontaktom in s tremi stanji (stanje 1 - toplo, stanje 2 - vroče, stanje 3 - zelo vroče).

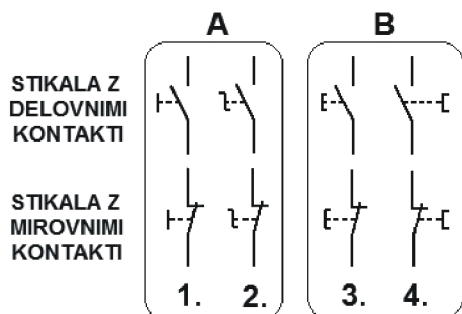
2. **VRSTE** posameznih **KONTAKTOV** v stikalu, glej geslo Kontakt - simboli ter **PREKLAPLANJE**: katere priključke kontakti povezujejo v vsakem položaju.

3. Primeri **UPORABE** stikala v praksi.

Najosnovnejši **SIMBOLI STIKAL**

Simboli stikal, ki se **FIZIČNO AKTIVIRAJO**:

- osnova je simbol za **kontakt** (mirovni ali delovni)
- nato dodamo simbol za način fizičnega aktiviranja: **s pritiskom**, **s potegom** ali **z zasukom**
- v simbolu upoštevamo še: imamo **tipko** (samodejno vračanje) ali pa je stikalo **bistabilno**



A Enopolna **BISTABILNA (preklopna)** stikala:

1. Z **ročnim** delovanjem - pritisk.

2. **Vrtljivo** stikalo - fizično aktiviranje z zasukom.

B **TIPKE** oziroma **monostabilna** stikala:

3. Aktiviranje **s pritiskom**, samodejno vračanje.

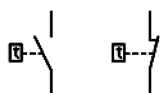
4. **Potezno stikalo** s samodejnim vračanjem. Opazimo, da je ta simbol narisano desno od kontakta. Razlog je v standardu, ki zahteva takšen simbol, da se stikalo aktivira z leve strani na desno ali od zgoraj navzdol.

KONČNA STIKALA samostojno aktivirajo neko napravo. Podrobneje glej geslo Končno stikalo.

BREZDOTIČNA STIKALA se aktivirajo, ko zaznajo neko brezkontaktno fizikalno veličino. Podrobneje glej Brezdotično aktiviranje kontaktov. Sin. brezkontaktna stikala.

Svetlobni senzor Glej Optični senzor.

Temperaturno stikalo Naprava, ki vključuje ali izključuje električni tokokrog glede na temperaturo v sistemu. Deluje lahko na principu bimetalata (glej istoimensko geslo), lahko tudi na principu raztezanja neke tekočine itd. Simbol:

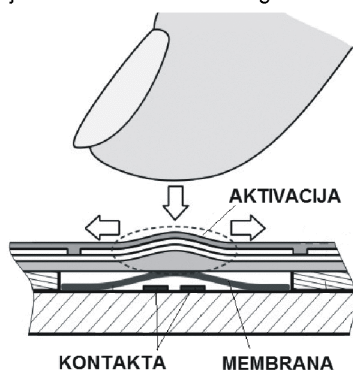


Prim. Termostat.

Termostat Priprava za vzdrževanje temperature v določenih mejah. **Termostatisanje**: avtomatsko vzdrževanje stalne temperature. Razl. temperaturno stikalo.

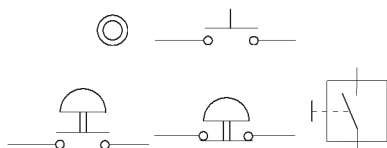
Tipalo Glej senzor. Najpogosteje se izraz uporablja za tiste sestavne dele naprave, ki se fizično dotikajo nekega drugega predmeta, npr. temperaturno, tlačno ~ itd.

Tipka Monostabilno stikalo oz. stikalo, ki se vrača v osnovni položaj. "Deluje", dokler jo držimo pritisnjeno. Primer monostabilnega stikala - tipke:

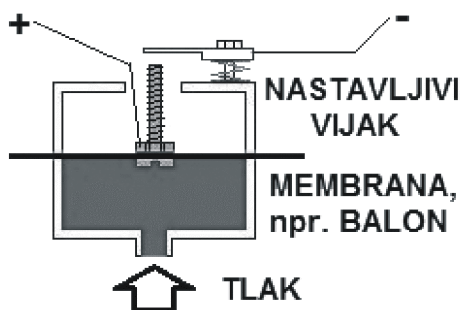


Sin. tipkalo stikalo. Najpogostejši **standardni simboli** za tipko: glej geslo **Stikalo**.

Ostali simboli za tipke:



Tlačno stikalo Naprava, ki vključuje ali izključuje električni tokokrog glede na velikost tlaka v sistemu. Ta element pretvarja hidravlični ali pnevmatični signal v električnega (diskretni ali digitalni signal). Enostavni primer delovanja:



Primeri uporabe:

• kot **končno stikalo**, npr.:

• v kompresorski enoti nadzoruje tlak v tlačni posodi in avtomatično izklaplja kompresor, ko je dosežen zeleni tlak;

• avtomatično vklopi potopno črpalko ali hidrofor, ko je tlak premajhen;

• pri avtomobilih - indikacija oljnega tlaka motorja

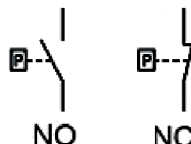
• pri klima napravah, glej geslo Magnetna sklopka

• za iskanje napak v krmilnih sistemih ipd.

Tlačno stikalo je **elektropnevmatična** naprava. Na pnevmatičnih shemah uporabljamo naslednji simbol za tlačno stikalo:



Z NO in NC sta označena simbola za tlačno stikalo na električni shemi:



Sin. presostat. Prim. Hidrostat, Pretvornik signalov, Tlačni preklopnik, Tlačni ventili. Razlikuj: pretvornik tlaka.

Tokokrog Pot, po kateri teče električni tok. Prim. Krogotok.

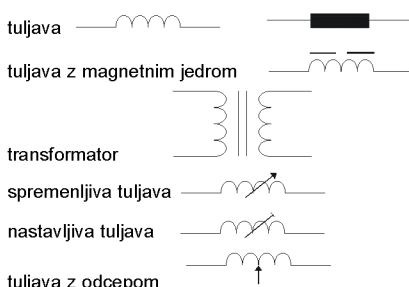
Tokovna shema Glej Vezalna shema.

Tolkač Glej Plunžer.

Tuljava

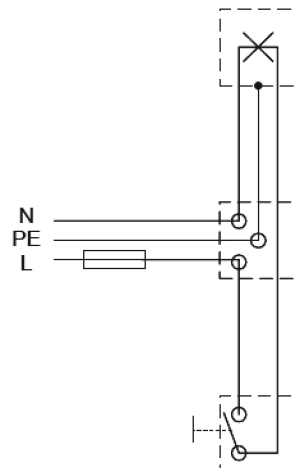
1. Cevast prostor, skozi katerega kaj prehaja, npr. dimniška ~ (prehajajo dimni plini), ventilatorska ~ (prehaja ventilacijski zrak), tuljava lijaka.

2. **Električno**: žica, zvita v vijačnico. Tuljava ojača elektromagnetno polje. Vrste tuljav: indukcijska, magnetna, vžigalna ~, ~ transformatorja itd. Prim. Magnet, Elektromagnetni ventil, Dušilka. Sin. Navitje. Simboli:



Večpolna shema Električna shema, ki jo rišemo **veččrtno**: za razliko od enopolne sheme narišemo pri večpolni shemi **za vsako žilo svojo črto**.

Na spodnji risbi je narisana **tripolna** vezalna shema, ki prikazuje enak sistem kot pri geslu Enopolna shema in Fizikalna vezava:



Vezalna shema Shema, ki prikazuje:

a) Podroben prikaz vezja **električnih, pnevmatičnih, hidravličnih** ipd. naprav s pomočjo simbolov ali znakov. Vezalna shema pri tem **NE UPOŠTEVA dejanske oblike** in razporeditve sestavnih delov, pa tudi **fizičnih povezav** med sestavnimi deli **ne prikazuje direktno**. Je v bistvu **abstraktna predstavitev** funkcij in delovanja naprav. Namenjena je **pravilnemu povezovanju** posameznih komponent med seboj.

Vezalna shema je **popolna shema** - obsega **vse elemente, vse povezave** med njimi in zato daje **podrobno predstavilo** o delovanju naprave. Za **razumevanje delovanja** sistema pa je bolj primerna **fizikalna vezava**.

Priključki so običajno **oštevilčeni**, da lahko kontroliramo, ali je naprava pravilno povezana. Vezalno shemo lahko rišemo **ENOČRTNO (enopolna shema, glej istoimensko geslo)** ali **VEČČRTNO (večpolna shema)**.

Sin. **vezalni načrt**, tokovna shema, krmilna shema: pnevmatična, električna, hidravlična ~ itd. Nedopustno: stikalni načrt. Prim. Načrt ožičenja.

b) Povezavo in zaporedje logičnih operacij za neko napravo. **Logična vezalna shema** zajema **vhodne signale, logične funkcije** (ki se v konkretnih napravah nato nadomestijo s krmilnimi elementi) in **izhodne signale**. Delovnih komponent ne prikazuje, lahko pa jo dopolnimo z izjavnostno tabelo. Namenjena je predvsem:

- prepoznavanju / ugotavljanju logičnega načina delovanja neke naprave,

- načrtovanju in optimiranju v primeru, ko se še nismo odločili za vrsto naprave.

Sin. vezalni načrt, stikalni načrt.

Vezalni načrt Glej Vezalna shema.

Zapiralo Zapiralni oz. delovni kontakt, glej Stikalo. Zapiralo je lahko tudi ventil.

Zakasnitev vklopa → Rele z zakasnitvijo vklopa.

Zakasnitev izklopa → Rele z zakasnitvijo izklopa.

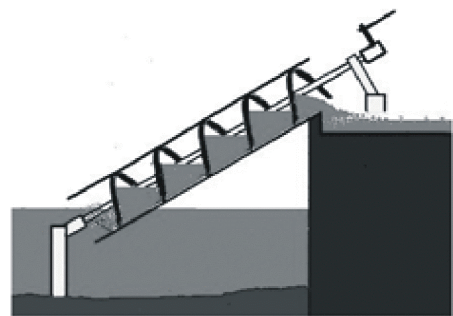
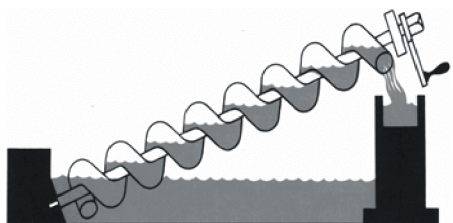
HIDRAVLIKA

Agregat

- 1. Skupek**, ki nastane z združitvijo istovrstnih delcev, npr. mineralni agregati za najturse komponente betona. Prim. aglomerat, sin. skupek*.
- Tudi **naprava kot skupek** dveh ali več **strojev**. Npr. **pomožni** ~ za poganjanje pomožne opreme ali za opravljanje pomožne funkcije; **hidravlični pogonski** ~ pa vsebuje vse naprave, ki so potrebne za pogon hidravličnega sistema.
- Stroj, ki **proizvaja** ali **zagotavlja električno energijo** za porabnike, t.i. elektro ~: dizelski, varilni.

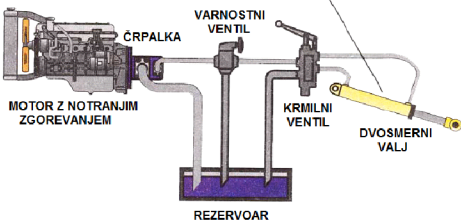
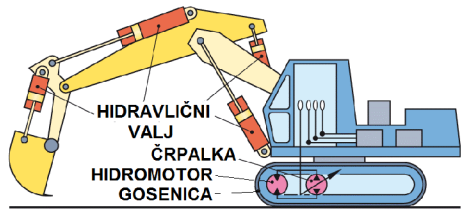
Ajnkliftati Nepravilen izraz, popačenka iz nemščine (entlüften), kar pomeni **odzračevati**.

Arhimedov vijak Naprava, ki se lahko uporablja kot črpalka, pa tudi kot turbina, za mletje mesa, žitaric, grozdja, stiskanje plastike skozi šobo (ekstruder) in podobno. Celo v polžastem gonilu se nahaja Arhimedov vijak. Sin. polžna črpalka.



Avtomatični odzračevalni ventil Glej Odzračevanje.

Bager Stroj za zemeljska dela: za izkopavanje, nakladanje zemlje, rude, premoga itd., tudi za čiščenje in poglobljanje rečnih strug, morske obale itd. Vsa gibanja pri bagru se praviloma izvajajo s pomočjo hidravlike:



Nem. Bagger. Sin. nakladalnik.

Batna črpalka Glej Batna črpalka znotraj gesla Črpalke volumenske - batne in membranske.

Čelična črpalka Glej Krilna črpalka pod geslom Črpalke, volumenske - rotacijske.

Centrifugalna črpalka Glej Črpalke - pretočne (turbinske).

Cevna črpalka → Znotraj gesla Črpalke, volumenske - rotacijske.

Cevni priključek Glej Fiting, Mufa, Pnevmatični cevni priključki, Hidravlični vodi.

cSt Centistoks, glej Viskoznost.

Čistilnik Glej Filter.

Črpalka Delovni stroj, ki **poganja tekočine** (ne-

stisljive fluide). **Črpanje**: prenašanje vode iz ene nivoja v drugega, v zaprtem ali odprtem sistemu. Prim. turbina, kompresor.

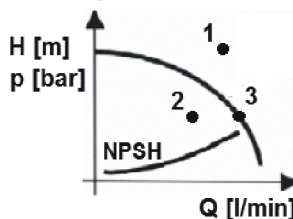
Zaradi obsežnosti je tema razdeljena na gesla:

- Črpalka - karakteristika
- Črpalka - podatki
- Črpalke - delitev
- Črpalke - posebne vrste in nameni
- Črpalke - pretočne (turbinske)
- Črpalke - simboli
- Črpalke, volumenske - batne in membranske
- Črpalke, volumenske - rotacijske
- Črpalke - zagon

Črpalka - karakteristika **Višje** kot mora črpalka potiskati tekočino, večji tlak mora premagovati in **manjše** volumenske pretoke zmore.

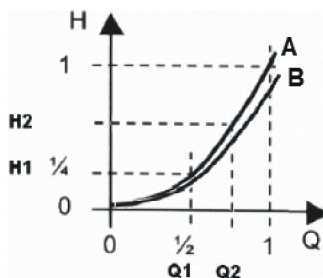
Karakteristika črpalke pove, kolikšne volumske pretoke daje črpalka pri različnih dobavnih višinah. Večji kot je pretok, manjšo dobavno višino lahko črpalka doseže - zato je karakteristika vsake črpalke **padajoča** (glej spodnjo risbo).

Na abscisi je teoretični **volumenski pretok** črpalke, na ordinati pa je **tlachna (dobavna) višina**. Če je dobavna višina označena s črko H in z mersko enoto meter [m], tedaj jo lahko pretvorimo v tlak tako, da vstavimo gostoto vode: 1 bar ≈ 10 m



Na zgornjem diagramu je razvidno, da naša črpalka nikakor ne more doseči točke 1. Točka 2 pa preseže, črpalka lahko torej deluje pri delni obremenitvi (npr.: zmanjšamo vrtilno hitrost). Točka 3 pa se nahaja točno na karakteristiki črpalke, kar pomeni, da črpalka obratuje pri polni obremenitvi. V spodnjem delu diagrama je krivulja, ki jo proizvajalci označijo s **NPSH - net positive suction head** oz. **držalna pretočna višina**. To je **sesalna višina**, pri kateri še ne pride do uparjanja vode (glej kavitacija). Pri vgradnji črpalke moramo **poziti, da na sesalni strani ne presežemo te višine**.

Karakteristika cevododa nam pove, kolikšne **tlachne izgube** je potrebno v nekem omrežju premagati pri različnih volumenskih pretokih:

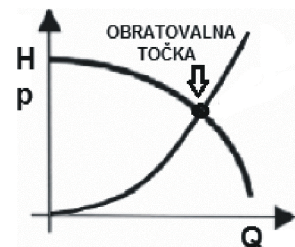


Karakteristika cevododa je odvisna od konkretnega hidravličnega omrežja - nanjo vpliva vsaka cev, koleno, ventil ali druga hidravlična naprava v omrežju. Primer:

Karakteristiki cevododa A in B na gornji risbi sta si zelo podobni. Morda se je v hidravličnem omrežju A samo odprl zasun, pa so tlachne izgube pri istih pretokih padle na karakteristiko B.

Tlache izgube mora seveda premagovati črpalka s svojo dobavno višino (prirastkom tlaka). Zato je **smiselno** karakteristiki **črpalke** in **cevododa** narisati **na eden diagram**.

Obratovalna točka črpalke: točka, v kateri se sekata karakteristiki črpalke in cevododa.

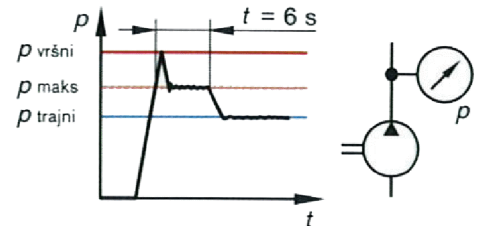


Črpalka - podatki Karakteristični podatki za hidravlično črpalko so:

- Medsebojno odvisna podatka, glej geslo Črpalka - karakteristika:
 - teoretični **volumenski pretok** Q [l/min]
 - obratovalni **tlak** p [bar]
- Ostali podatki:
 - potrebna **moč** P [kW]
 - **vrtilna hitrost** črpalke n [vrt/min]
 - **specifični delovni volumen** V_v [cm³/vrtljaj], tudi **iztisnina**, **iztisni volumen** oz. **delovna prostornina**
 - **NPSH** oz. držalna pretočna višina, običajno 0,7 do 0,8 bar (7 - 8 m)
 - **izkoristek** η [%]

Obratovalni tlak p je treba pojasniti podrobneje. Poznamo tri vrste tlakov:

- vršni tlak $p_{vršni}$ se sme pojaviti le kratkotrajno
- maksimalni tlak p_{maks} smemo prekoračiti samo izjemoma, pa še takrat samo za določen maksimalni dopustni čas
- trajni tlak p_{trajni} oz. **p** pa je nazivni tlak, za katerega je proizvajalec načrtoval črpalko (hidromotor)



Teoretični volumenski pretok črpalke (Q) je definiran z enačbo:

$$Q = \frac{V_v \cdot n}{1.000} \quad [l/min]$$

V_v ... specifični delovni volumen črpalke [cm³/vrt]

n ... vrtilna hitrost črpalke [vrt/min]

Dejansko pretočno količino Q_d pa izračunamo s pomočjo koeficienta volumenskega izkoristka črpalke η_v :

Izvedba	V_v	n	p
Tip, izvedba	[cm ³ /vrt]	[vrt/min]	[bar]
Zobniška črp. hidromotor	12 - 320	500 (3500)	60 - 160 (max) (200)
Rotorska črp. hidromotor	60 - 500	25 (1000)	200 (250)
Krilna črp. hidromotor	5 - 160	25 (1000)	200 (250)
Vijačna črp. hidromotor	4 - 630	500 (4000)	30 - 160 (200)
Aksialna batna hidromotor	25 - 800	750 (3000)	160 - 320 (480)
Radialna batna hidromotor	50 - 450	750 (1500)	320-400 (630)

V črpalkah nastopajo **IZGUBE**:

- VOLUMENSKÉ izgube**: posledica **tesnilnih izgub**, **nepopolnega polnjenja** delovnega prostora črpalke in **razlike tlakov** v črpalki. Te izgube upošteva **volumenski izkoristek** η_v .

- MEHANSKE izgube**: posledica izgube energije zaradi **trenja gibljivih delov** črpalke. Za premaganje trenja se potroši del torzijskega momenta. Mehanske izgube upošteva **mehanski izkoristek** črpalke η_m . Običajno η_m zajema tudi hidravlične izgube, lahko pa to poudarimo z oznako η_{hm} .

- HIDRAVLIČNE izgube** so v črpalki posledica

vpliva trenja delcev delovne tekočine ob stene kanalov, med seboj in lokalnih uporov. Odvisne so od vrst in oblik uporabljenih cevi ter priključkov. Upošteva jih hidravlični izkoristek črpalke η_h . Velikost teh izgub je za praktične preračune zajeta v mehanskih izgubah η_m .

Celotni izkoristek izračunamo po enačbi:

$$\eta = \eta_v \cdot \eta_m$$

Povprečne vrednosti izkoristkov so: $\eta = 0,8 - 0,85$,

$\eta_v = 0,9 - 0,95$ (volumenski izkoristek),

$\eta_m = 0,9 - 0,95$ (mehanski izkoristek)

Teoretična moč črpalke:

$$P[\text{kW}] = \frac{Q[\text{l/min}] \cdot p[\text{bar}]}{600}$$

Koristno (dejansko) moč tlačne tekočine na izhodu iz črpalke P_k pa izračunamo iz enačbe:

$$P_k = P \cdot \eta$$

Črpalke - delitev Delitev črpalke glede na izvedbo:

1. Volumenske ali **izrivne** (hidrostatične) črpalke:

- **batne** in **membranske**, ki ustvarjajo nadtlak z linearnim premikanjem bata ali membrane
- **rotacijske**, ki zagotavljajo pretok direktno z vrtenjem (zobniške, krilne itd.)

2. Turbinske (turbočrpalke) ali **pretočne** (hidrodinamične) črpalke, ki so najpogostejše v uporabi. Vse vrste pretočnih črpalke so **rotacijske**.

3. Posebne vrste črpalke in črpalke **za posebne namene**: ejektor, injektor, elektromagnetne črpalke, potopne črpalke itd..

Črpalke poganjamo:

- **ROČNO**, npr. pri batnih tipih črpalke
- z **MOTORJEM**: z **elektromotorjem** (najpogostejše), s **hidromotorjem**, z motorjem z **notranjim zgorevanjem**, s **turbino**, z **vetrnico** itd.
- **MEHANSKO**: motorski pogon preko mehanizmov ali mehanskih sestavnih delov **spreminjamo** v takšno obliko, ki je primerna za pogon črpalke; npr. **pogon membranske črpalke**: krožno gibanje motorja spremenimo v premočrtno gibanje dročnika, ki nato poganja črpalke

Glede na črpalno višino razlikujemo:

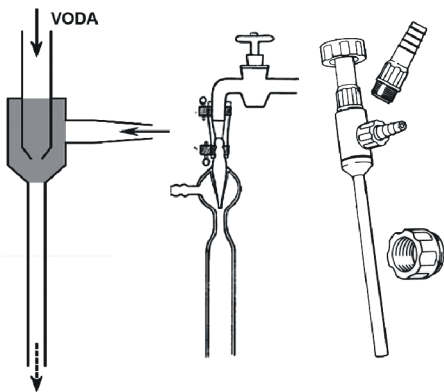
- **nizkotlačne** črpalke do 20 m,
- **srednjetačne** črpalke od 20 do 50 m in
- **visokotlačne** črpalke nad 50 m.

Glede na vrtilno hitrost ločimo:

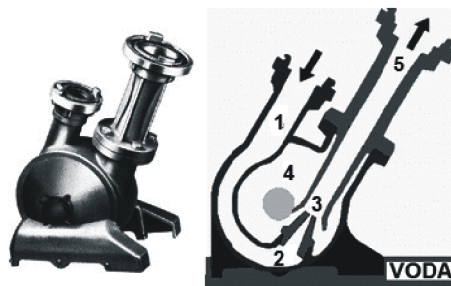
- **počasitekoče** črpalke - 50 do 500 vrt/min
- **hitrotekoče** črpalke - 1000 do 4000 vrt/min.

Črpalke - posebne vrste in nameni

Črpalke na vodni curek deluje na principu Bernoullijeve enačbe in Venturijeve cevi. Voda vstopa pod velikim pritiskom in nato izstopi pri šobi v cev z večjim premerom. Na izstopu iz šobe ima voda veliko hitrost. Zaradi velike izstopne hitrosti vode nastane v razširjenem delu cevi **podtlak**, ki povleče še fluid iz desnega priključka. Črpkasta puščica na izstopu predstavlja pomešanost vode s fluidom iz desnega priključka:



Na ta način deluje tudi nastavek na vodovodno pipo, pnevmatska pištola za lakiranje itd. Takšno črpalke uporabljajo **tudi gasilci** za prostore, ki niso dostopni z gasilskim vozilom in niti niso primerni za uporabo prenosne gasilske črpalke:

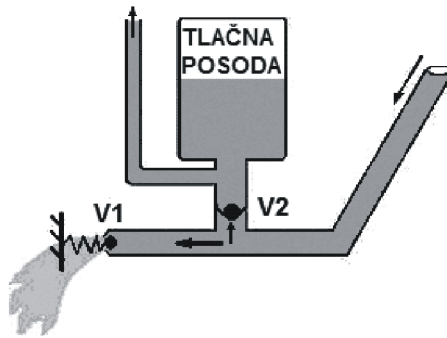


Črpalke postavimo v vodo (npr. v kleti) in jo ustrezno priključimo. Prostor 4 je povezan z vodo, ki jo želimo prečrpati. Vstopno cev 1 napajamo iz hidranta ali iz gasilskega vozila. Zaradi šobe 2 in 3 se poveča hitrost vode in zato nastane v prostoru 4 podtlak (posledica Bernoullijeve enačbe). Podtlak pa nato potegne vodo iz 4, ki skupaj s pogonsko vodo izstopa skozi cev 5. Slabost črpalke na vodni curek: najprej je treba zagotoviti približno 1/3 količine vode, če želimo izčrpati 2/3 vode.

Črpalke na vodni curek imenujemo tudi:

- **ejektorji**, če fluide odstranjujejo, izprazniyo
- **injektorji**, če fluide zbirajo (npr. v neko posodo)

Hidravlični oven dela na principu pulzacije vode (vodni udar). To pomeni, da izkorišča **del kinetične energije** tekočine **za dvig** na višino, ki je večja od višine, s katere voda doteka. Premaguje lahko višine do 200 m pri dotočni višini 30 m.

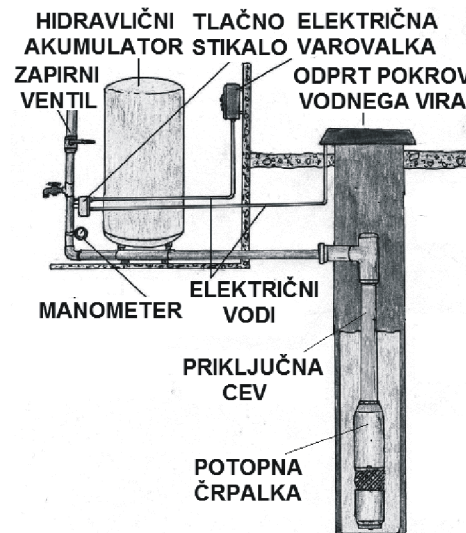


Črpalke dela sunkovito in samodejno. Za to opravilo **ne potrebuje tujega pogona**, izkoristi le padec vode, s katero se hidravlični oven napaja.

Delovanje: vzmet drži krogljčni ventil V1 odprt vse do mejnega pretoka vode, ko se krogljčni ventil V1 zapre. Zaradi vztrajnosti tekoče vode v dovodni cevi pride do **hidravličnega udara**, zato močno **naraste tlak v dovodni cevi**. Hidravlični udar odpre ventil V2 in voda steče v tlačno posodo. Ko se hidravlični udar umiri, **tlak v dovodni cevi pade**:

- ventil V2 se zapre in prepreči vodi, da bi odtekla nazaj iz tlačne posode,
- vzmet spet odpre ventil V1 in cikel se ponovi.

Potopne črpalke delujejo tako, da nanje natakemo izhodno cev, jo potopimo v vodo, ki jo želimo prečrpati ter jo priključimo na električno napetost.



Potopne črpalke so razen za vodovod primerne

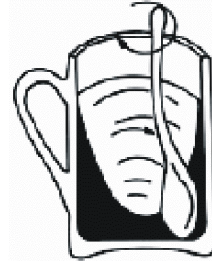
tudi za vodomete, fontane itd. Prim. IP stopnja zaščite.

Hidrofor - glej posebno geslo.

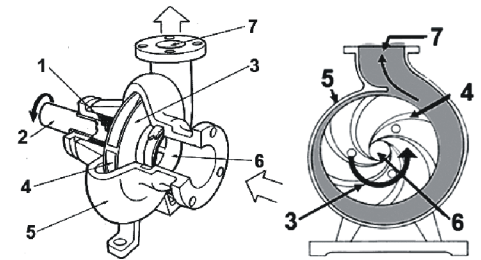
Črpalke - pretočne (turbinske)

Arhimedova črpalke - glej geslo Arhimedov vijak.

Centrifugalna črpalke deluje na principu mešanja vode v kozarcu. Če z žlico enakomerno vrtimo vodo v kozarcu, se **gladina vode na obodu dvigne** - zaradi delovanja centrifugalne sile. Hitrejšje kot je vrtenje, bolj izrazit je pojav:



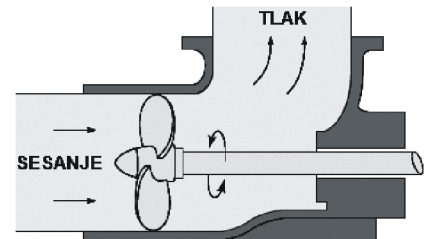
Centrifugalna črpalke vrte tekočino tako, da poganja rotor s spiralno oblikovanimi lopaticami. Centrifugalna sila potisne tekočino na obod, vodilnik pa je oblikovan tako, da jo usmerja proti izhodu:



1 - ohišje (okrov), 2 - pogonska gred, 3 - rotor (gonilno kolo, tekač), 4 - lopatice, 5 - vodilnik, 6 - dotok vode v rotor (sesalni vod), 7 - izliv (tlačni vod) Na tem principu običajno delujejo tudi črpalke v pralnih strojih. Sin. vrtilna črpalke, turbočrpalke. Turbočrpalke nimajo ventilov, ročičnega mehanizma in vztrajnika, zato so v primerjavi z batnimi črpalkami **manjše, lažje in cenejše**. Stroški vzdrževanja so nižji, možen je neposreden elektromotorni ali turbinski pogon.

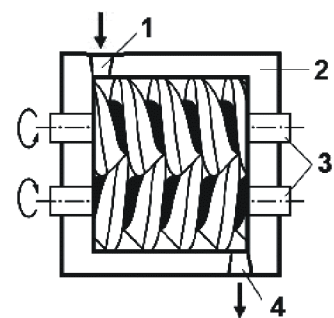
Slaba stran sta **manjši izkoristek** pri manjših pretokih in visokih tlakih ter **zapleten zagon**.

Za velike pretočne količine (od 1 do 20 m³/s) in majhne črpalne višine (1 do 4 m) uporabljamo **aksialne turbočrpalke**. Primerne so tudi za črpanje umazanih medijev, saj je malo možnosti zamašitve:



Vijačna črpalke se odlikuje z **mirnim in tihim delovanjem**, ker delujejo **brez pulziranja tlaka** in pretoka. Vijačna črpalke z **enim vijakom** je Arhimedov vijak, sicer pa obstajajo vijačne črpalke, ki imajo **dva do pet vijakov**. Za omejevanje tlaka imajo te črpalke vgrajene **nadtlačni prelivni ventil**.

1 - sesanje 2 - ohišje 3 - vijačni rotorji 4 - tlak.

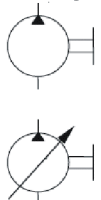


Običajni tlačni mehanizem je vijačni par, ki potiska

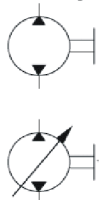
tekočino v smeri vijačnice. Uporaba: za črpanje čistih in samomazalnih tekočin pri temp. do 80° C. Zaradi zračnosti se ne uporablja za visoke tlake - optimalno uporaba od 50 do 100 bar.

Črpalke - simboli

Z enosmernim delovanjem:



Z dvosmernim delovanjem:

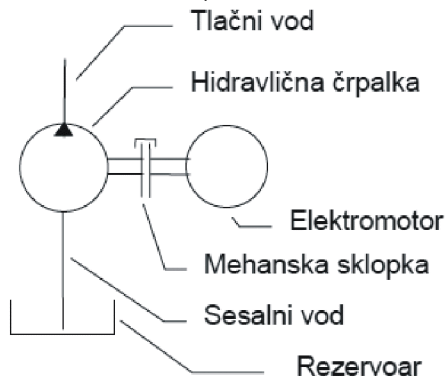


S konstantnim pretokom

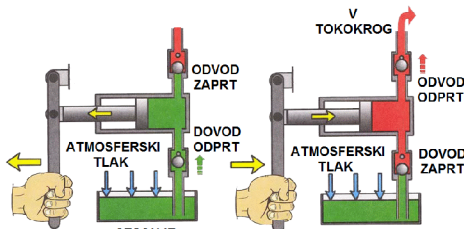
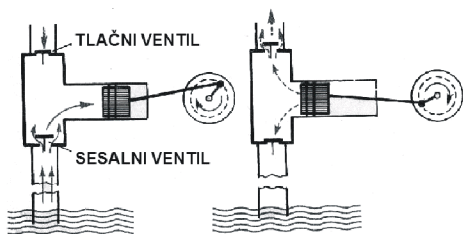
Z nastavljamim pretokom:

HIDRAVLICNE ČRPALKE

Simboli po ISO 1219



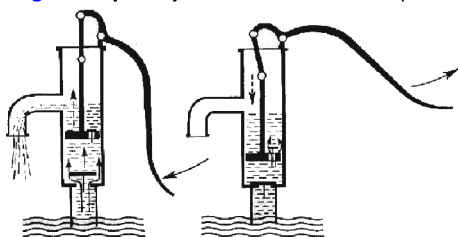
Črpalke, volumenske - batne in membranske
Batna črpalka izpodriva tekočino samo v delovnem gibu bata. **Črpanje** tekočine je zato **neena-komerno**. Tlačni in sesalni ventil krmilita tlačni in sesalni gib:



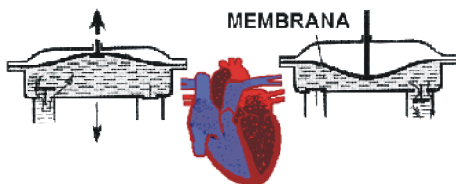
Uporaba batnih črpalk:

- črpanje nafte, mulja, odpadk,
- vbrizgavanje goriva pri motorjih z notranjim zgorevanjem,
- črpanje vode iz globokih vodnjakov,
- črpanje agresivnih tekočin (kislin, lugov)
- plastenka z razpršilko ipd.

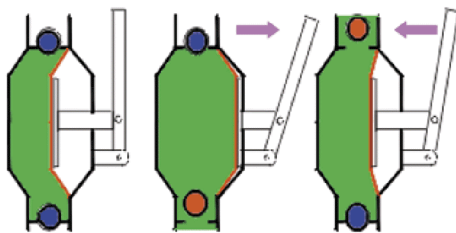
Dvigalna črpalka je le izvedenka batne črpalke:



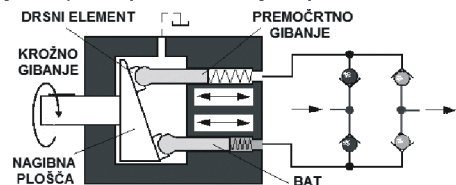
Membranska črpalka deluje na podoben način kot srce in se zelo pogosto uporablja za prečrpavanje različnih vrst goriva.



Praviloma jo poganjamo mehansko, saj je električni pogon pri prečrpavanju goriv nevarnejši za požar in tudi dražji. V praksi najpogosteje uporabimo vzvod, da je ročno delo manj naporno:

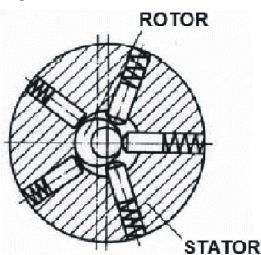


Aksialna batna črpalka deluje tako, da kroženje gredi spreminja v aksialno gibanje batov.



Z nagibno ploščo reguliramo hod batov. **Uporaba:** za tlake do 300 barov.

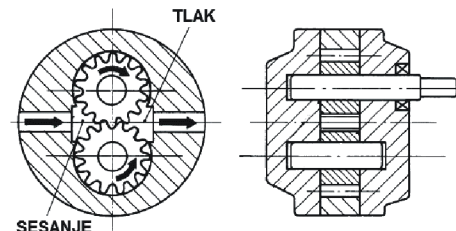
Radialna batna črpalka ima večje zunanje mere od aksialne, ker ima radialno razporejene bate. **Rotor** se vrtili svoje ekscentrične osi ter pri tem **poganja bate**:



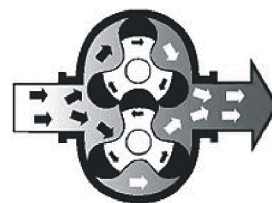
Radialna batna črpalka omogoča **visoke tlake** (do 600 bar), pri vodi dosežejo **sesalno sposobnost do 9 m** in možnost regulacije pretoka s spreminjanjem ekscentra. Je manj občutljiva na nečistoče in ima visoko stopnjo izkoristka η_v . Sin. enovrentenska črpalka z ekscentrom.

Črpalke, volumenske - rotacijske

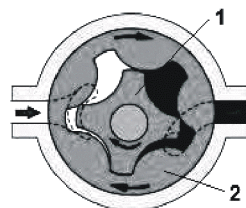
Zobniška črpalka se v hidravliki najpogosteje uporablja. Deluje tako, da se z vrtenjem zobnikov olje transportira med zobniki in ohišjem črpalke. Pogonski motor žene enega od zobnikov, ta pa poganja drugega, ki se z njim ubira. Ko pa se zobnika ubirata, se vsebina iztisne in na ta način se ustvari potreben nadtlak:



Da ne bi prišlo do kavitacije, je presek sesalnega voda običajno večji od tlačnega - večji presek pomeni manjše hitrosti in s tem manjši padec tlaka. Na podobnem principu deluje t.i. **črpalka z rotirajočimi bati**, ki se uporablja za črpanje čistih tekočin (mleka), zmesi vode in zraka (papirna industrija), do 90 80° C in za tlake do 10 bar:



Črpalka s profilnim rotorjem ali **rotorska črpalka** ima **notranji rotor** z zunanjim ozobjem (1) in **zunanji rotor** z notranjim profilom (2). Oba rotorja sta nameščena **ekscentrično** (nimata skupnega središča), vendar zobje notranjega rotorja neprestano drsijo po zobeh zunanjega rotorja in **tesnijo** v več točkah. Notranji rotor ima **eden zob manj** od zunanjega, zato da isti zob notranjega rotorja nalega v različne vrzeli zunanjega rotorja. **Notranji rotor poganja zunanjega**, ki se **vrtili v ohišju** črpalke. Prostor **na sesalni strani** se **povečuje**, **na tlačni strani** pa **zmanjšuje**:

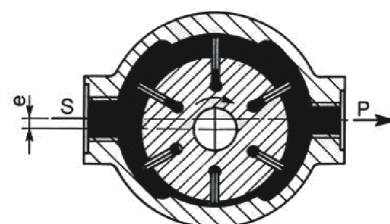
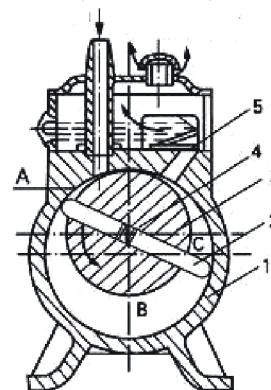


Črpalke s profilnim rotorjem imajo majhne dimenzije, nizko ceno in dolgo življenjsko dobo. Sin. rotacijska črpalka.

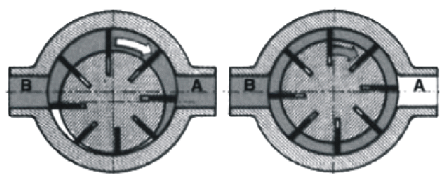
Zobniška črpalka s srpom deluje zelo podobno kot črpalka s profilnim ozobjem, saj ima notranji in zunanji rotor. Dodatni **srp** (1) pa je nameščen zato, da se po njem obojestransko transportira olje:



Krilna črpalka Patentiral jo je Charles C. Barnes 1874. Črpalka na risbi ima le dva krilca, seveda jih je lahko tudi več. Rotor in stator sta postavljena **ekscentrično**. **Krila se** med vrtenjem rotorja **prilegajo ohišju** (se iztegnejo in spet nazaj stisnejo v rotor) zaradi centrifugalne sile, lahko so temu namenjene posebne vzmeti, pripomore pa tudi pritisk tekočine in lastna teža krilca. 1 - ohišje črpalke 2 - rotacijsko krilce 3 - rotor 4 - vzmet 5 - izpustni ventil. A - sesanje, B - tesnenje, C - tlačenje.



S spreminjanjem ekscentra e spreminjamo tudi iztisnino in volumenski pretok:

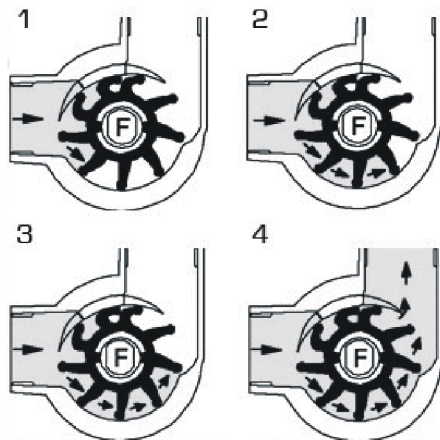


Maksimalni pretok

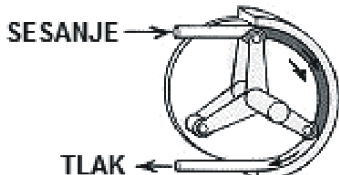
Brez pretoka

Uporaba: črpanje olja, vode ali goriva do 20 bar. Sin. celična črpalka, črpalka z rotirajočimi krili, lamelna črpalka.

Posebna izvedba je črpalka s fleksibilnimi krili:

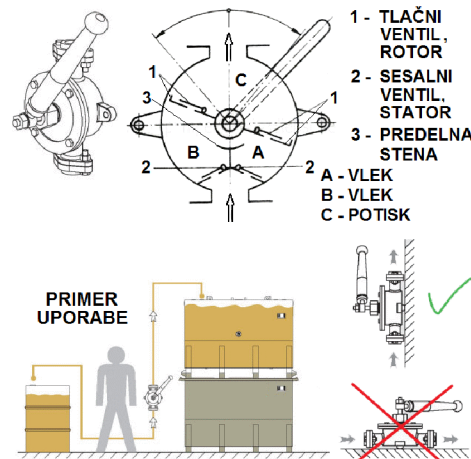


Cevno črpalko poganjajo valjčki, ki se vrtijo na oseh, nameščenih po obodu rotorja. Valjčki s kotaljenjem povozijo elastično cev in tako potiskajo določeno količino fluida po cevi. Vrtilna hitrost je običajno konstantna in zato je tudi pretok cevni črpalk konstanten:



Cev mora biti izdelana iz zelo elastičnega materiala, obenem pa je odporna proti agresivnim tekočinam. Cevna črpalka je zato primerna za črpanje lugov in kislin. Včasih z besedo cevna črpalka označujemo tudi obrnjeno U cev, ki se uporablja za pretakanje tekočin.

Ročna rotacijska črpalka pa prečrpa gorivo in podobne tekočine z nihanjem ročice sem ter tja:



Črpalke - zagon Batne in rotacijske črpalke so **samosesalne**. Pred zagonom jih ni treba zaliti, ker so sposobne same izčrpati zrak iz sesalnega cevovoda in delovnega prostora. Te črpalke zaganjamo in ustavljamo obvezno pri odprtem tlačnem ventilu.

Turbočrpalke niso samosesalne. Pred prvim zagonom jih moramo **zaliti**. Zalijemo jih skozi poseben nalivni vijak ali tako, da jih priključimo na vakuumsko črpalko. Da se odstrani zrak iz žepov v kanalih rotorja, rotor nekajkrat z roko zavrtimo.

Delovni valj Valj z batom, namenjen za opravljanje dela. Pregled delovnih valjev opisujeta gesli

Pnevmatični cilindri in Hidravlični cilindri, preračun pa opisujejo gesla Enosmerni delovni valj, Dvosmerni delovni valj in Delovni valj - preračun.

Drсни ventil Glej geslo Ventili - konstrukcijski principi.

Držalna pretočna višina Glej NPSH.

Dvigalna črpalka → Dvigalna črpalka znotraj gesla Črpalke, volumenske - batne in membranske.

Ekspanzijska posoda → Hidravlični akumulator.

Emulzija Najpogosteje je emulzija zmes **vode, olja** in nekega **sredstva**, ki veže vodo z ojem.

V splošnem je emulzija tekočina, sestavljena iz:

a) **Dveh tekočin, ki se med seboj ne mešata** (npr. voda in olje), vendar je ena homogena porazdeljena v drugi.

b) **Stabilizacijskih sredstev**, ki povezujejo vodo in olje. Imenujemo jih **emulgatorji**.

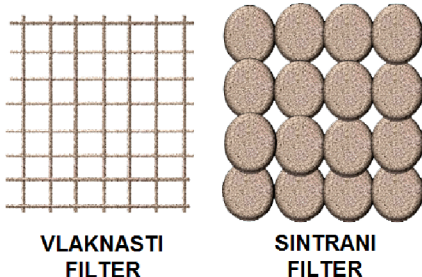
E. običajno vsebujejo tudi **dezinfekcijska sredstva**, ki preprečujejo nastanek mikroorganizmov.

Najbolj enostavno emulzijo si pripravljamo sami pri pomivanju posode: voda + detergent + maščoba iz ostankov hrane. Zelo pogosto uporabljeni emulziji sta **mleko** in razne vrste **krem**.

Up: hladilna sredstva pri odrezavanju. Prim. olja za hlajenje, dozator, reraktometer.

Fekalije Odpadki, predvsem iz iztrebkov, izločkov.

Filter
1. Porozna snov ali naprava, ki pri pretoku fluida (dim, plin, tekočina) **zadrži sestavine določenih velikosti ali lastnosti**. V splošnem so filtri vlaknasti ali sintrani:



VLAKNASTI FILTER

SINTRANI FILTER

Prim. Filter - hidravlika, pnevmatika, Sintranje.

2. Snov ali naprava, ki **izloči elektromagnetna valovanja** določenih valovnih dolžin ali določenih smeri nihanja.

3. Prostor, navadno za preoblačenje, ki **deli kontaminiran** ali nečisti **prostor od nekontaminirane**ga ali čistega, zlasti **pri operacijskih dvoranah in oddelkih za intenzivno terapijo**.

Filter - hidravlika Naprava, ki iz hidravličnega olja **odstrani nečistoče** in s tem zagotovi, da hidravlični sistem normalno deluje. Filter v sesalnem vodu pa ima še dodatno nalogo, da **preprečuje nastanek kavitacije**.

Nečistoče v hidravličnem omrežju so trdi delci, smola, voda itd. Povzročajo naslednje **okvare**:

- prekomerno obrabo drsnih površin in s tem povečanje zračnosti
- zamašitev kanalov, odprtini pri ventilih in odprtini za mazanje
- vzdolžne rise (raze) na drsnih površinah batov, ventilov in valjev
- povečanje sile za gibanje batov krmilnih ventilov (posledica izločanja smolnatih komponent iz olja, smola pa se nato oprizema gibljivih delov)

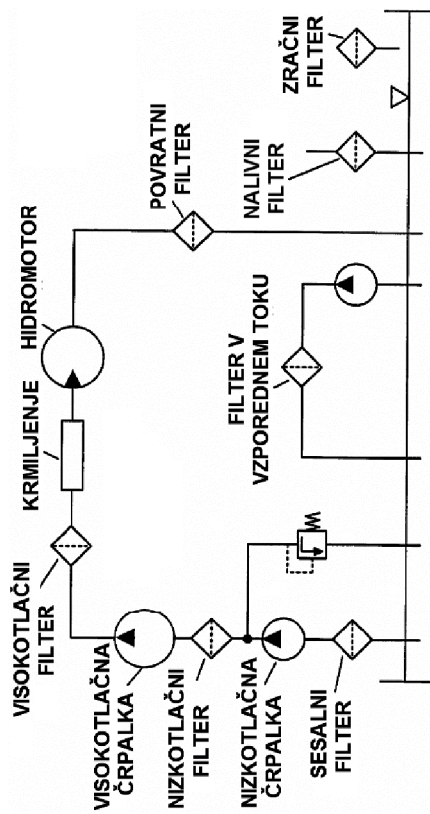
Vzroki onečiščenja hidravličnega olja:

- pred **prvim obratovanjem** ni bilo opravljeno izpiranje cevovodov, izvršilnih in krmilnih komponent
- **rezervoar**: neočiščen, korozija (slaba protikorozijska zaščita, naprava dalj časa ni obratovala)
- **povečana obraba gibljivih delov hidr. naprave**
- **oljni filter ni bil pravočasno zamenjan**
- slabi **pogoji obratovanja**: prah, blato, kemijsko agresivna atmosfera
- uporaba napačnega hidravličnega olja (sploh zaradi višjih temperatur se pojavi oksidacija olja)

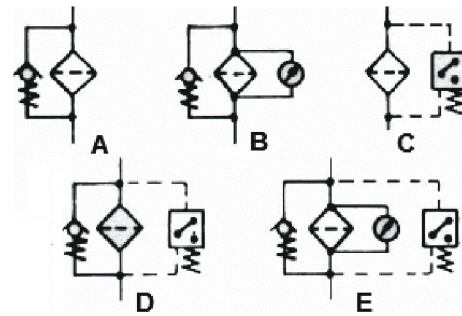
Kje lahko **vgradimo oljne filtre**, tlačne izgube:

- a) V tlačnem vodu, $\Delta p = 1,0 - 1,5$ bar
- b) V povratnem vodu, $\Delta p \approx 0,5$ bar
- c) V sesalnem vodu, $\Delta p = 0,05 - 0,1$ bar

Filtriramo lahko glavni ali vzporedni tok:



Oljni filtri imajo filtrske vložke in v večini primerov **indikatorje** (optični ali akustični), ki pokažejo stopnjo onesaženja filtrskega vložka. Če postane filtrski vložek zaradi onesaženja neprehoden, se aktivira indikator ali pa se prelije olje preko prelivnega ventila, ki je vgrajen v filter:



A - vzporedna vezava: filter in enosmerni ventil

B - dodana je indikacija tlaka na filteru

C - vzporedno s filtrom je dodano tlačno stikalo

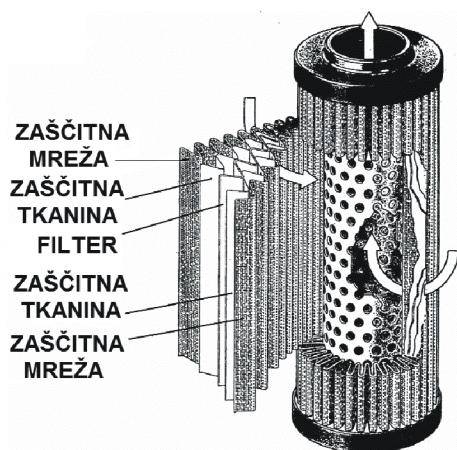
D - kombinacija A+C; E - kombinacija A+B+C

β -vrednost: razmerje med številom delčkov pred filtrom in številom delčkov za filtrom - čim večja je številka, tem bolj temeljito filter deluje. Minimalna vrednost današnjih filtrov $\beta = 75$ pomeni, da prefiltrirajo 98,7% vseh delcev. Še višje vrednosti β nimajo nobene praktične vrednosti.

Vrste filtrov:

a) **Ploščinski** filtri so izdelani iz tanke mrežaste plasti, npr.: kovine, sintetike ali papirja, in ga uporabljamo predvsem za očiščenje sistema **pred prevzemom** ali **generalnim popravilom**.

b) **Globinski** filtri so izdelani iz stisnjene večplastnega tekstila, celuloze, sintetičnih, steklenih ali kovinskih vlaken ali iz sinterskega vložka. Filtrski material je naguban v obliki zvezde zato, da ima **veliko površino za filtriranje** in **majhen obseg**. Imajo **veliko sposobnost zadrževanja nečistoč** v primerjavi z ostalimi filtri.



Goltni volumen Transportirani volumen, ki hidromotor zavrti za eden vrtljaj, oznaka V_v , merska enota $[cm^3/vrtljaj]$. Je tudi pomemben podatek črpalke - iztisnina, glej geslo Črpalka.

Gradacija Postopno prehajanje iz enega stanja v drugo, **stopnjevanje**. Npr. multigradno olje. Ang. grade: stopnja. Prim. viskoznost.

GRAFCET Francoska kratica **GRA**phe **Fon**ctionnel de **Com**mande **E**tapes/**T**ransitions - poseben jezik za prikaz diagramov poteka, ki se uporablja predvsem pri **avtomatizaciji** in pri **procesni tehniki**.

Gradient hitrosti Glej Strižna hitrost.

Hidrant Naprava v vodovodnem omrežju za odzemanje večjih količin vode.

Hidravlična energija Skupna energija gibajočih se tekočin. Sestavljajo jo:

1. **Energija lege** oz. **potencialna energija**, ki je odvisna le od višine tekočinskega stolpca (glej Hidrostatični tlak): $W_p = m \cdot g \cdot h$

Hidravlične napravne s področja industrijske in mobilne hidraulike praviloma ne dosegajo velikih višin (do 20 m), običajna gostota za mineralna olja pa znaša $\rho = 870 \text{ kg/m}^3$.

2. **Tlačna energija** $W_T = V \cdot p$

Je osnovnega pomena za področje industrijske in mobilne hidraulike, za delovanje se najpogosteje uporabljajo tlaki od 160 do 320 bar in več.

3. **Hitrostna (kinetična) energija**: $W_K = m \cdot v^2/2$

Hitrosti pri tem praviloma ne presegajo 10 m/s.

Hidravlična olja Glej Hidravlične tekočine.

Hidravlična tlačna območja Glej Hidravlični vodi in priključki.

Hidravlične cevi → Hidravlični vodi in priključki.

Hidravlične delovne komponente Naprave, ki pretvarjajo hidravlično energijo v mehansko delo. Glej Hidraulika - osnovne naprave in elementi, SEKUNDARNI PRETVORNIKI ENERGIJE.

Hidravlične tekočine Delovne tekočine, ki opravljajo naslednje **NALOGE**:

- prenašajo tlačne obremenitve od črpalke do izvršilnega člana in signale za krmiljenje ventilov
- mažejo gibljive dele (bate, drsne ploskve itd.)
- odvajajo toploto, ki nastane zaradi tlačnih izgub
- dušijo vibracije, ki nastanejo zaradi tlač. sunkov
- ščitijo proti koroziji

- odstranjujejo izrabljene delce in odnašajo nečistoče v filter oziroma v rezervoar

omogočajo izločanje zraka in ne ustvarjajo pene

Zahtevane **LASTNOSTI tlačnih tekočin** so:

- čim manjša sprememba viskoznosti glede na spremembo temperature in tlaka
- fizik - kemijska stabilnost in korozijska obstojnost
- dobre mazalne lastnosti
- ne smejo se peniti
- ne smejo se mešati z vodo v vodno emulzijo
- dobra odpornost proti staranju
- nizka cena
- čim manjša gorljivost
- omogočati mora prenos signalov

Po DIN 51524 in DIN 51525 so hidravlična olja razvrščena v tri razrede (H - hidravlično olje):

- **HL** (L - legirano proti penjenju in z antioksidanti)
 - **HLP** (P - visok pritisk + učinkovitost proti obrabi)
 - **HV** (V - večja neodvisnost viskoznosti od temp.)
- Primer oznake hidravličnega olja: HLP 68

LP- vsebuje dodatke za povečano korozijsko obstojnost in dodatke za zvišanje obremenljivosti 68 - viskozno število po DIN 51517

V zahtevnejših pogojih obratovanja se uporabljajo težko vnetljive sintetične tekočine - **HF tekočine**: HFA, HFB, HFC - vodne raztopine, emulzije HFD - tekočine brez vsebnosti vode

V hidravličnih napravah se uporabljajo **tudi visoko kvalitetna motorna olja**:

- mobilna hidraulika na prostem (hladnejša območja) uporablja olja razreda SAE 5 W,
- naprave z normalnimi temperaturami SAE 10W,
- naprave v zaprtih prostorih z visokimi temperaturami pa SAE 30W.

Viskoznost hidravline tekočine **vpliva na**:

- tesnilne izgube, ki so večje pri nizki viskoznosti
- izgubo tlaka, ki je večja pri višji viskoznosti

Manj viskozno olje ima prednost, kajti manjše izgube tlaka pomenijo večjo moč.

Kinematična viskoznost hidravličnih olj znaša od 10 do 750 mm^2/s , običajno se podaja pri 40°C.

Običajna delovna temp. olja je okrog 50°C. Za delovne temp. nad 80°C se uporabljajo sintetične tekočine (silikonske, polisilikonske).

Vse pogosteje se uporabljajo tudi okolju prijazne, **biološko razgradljive** hidravlične tekočine (predvsem pri mobilnih hidravličnih agregatih). Če takšne tekočine uhajajo, ni nevarnosti za onesnaževanje okolja.

Hidravlični agregat Glej Hidravlični pogonski agregat.

Hidravlični akumulator Hidravlična naprava, katere osnovne naloge so naslednje:

a) **Shranjevanje** tlačne energije in nato **oddajanje** te energije, ko jo sistem potrebuje.

Hidravlični akumulator predstavlja rezervno količino olja pod tlakom in zato lahko uporabimo črpalke z nižjo iztisnino tudi pri več uporabnikih. Če pride do okvare, predstavlja hidravlični akumulator pomožni agregat, ki omogoči, da lahko končamo delovni cikel.

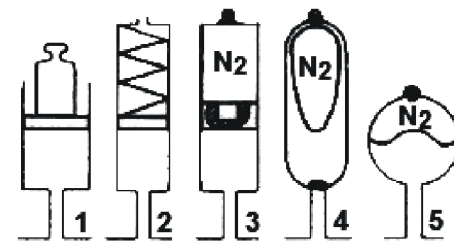
Hidravlični akumulator tudi kompenzira lekažo. Pri zaprtih sistemih kompenzira spremembo prostornine olja zaradi temp. sprememb.

b) Deluje kot **dušilni element** (blažilnik nihanj). Zmanjšuje hidravlične tlačne udare in nezaželena nihanja tlaka.

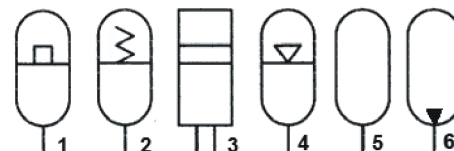
c) Deluje kot hidropnevmatični **vzmetni element**. Pri tem izkorišča energijo zaviranja.

Konstruktivske izvedbe hidr. akumulatorjev:

- 1- akumulatorji z utežmi
- 2- akumulatorji z vzmetmi
- 3- plinski akumulatorji z batom
- 4- plinski akumulatorji z mehomo (balonom)
- 5- plinski akumulatorji z membrano



Veliko se uporabljajo akumulatorji z mehomo, ker jih odlikuje absolutno tesnenje in velika odzivnost. Simboli: 1 - z utežjo, 2 - z vzmetjo, 3 - z batom, 4 - plinski akumulator, 5 - akumulator brez vgradnih ovir, 6 - splošni simbol za akumulator



Zaradi varnosti se večji hidravlični akumulatorji p [bar] nazivni volumen [l] > 1000 redno pregledujejo: na 2 leti zunanji pregled, na 5 let notranji pregled in na 10 let tlačni preizkus.

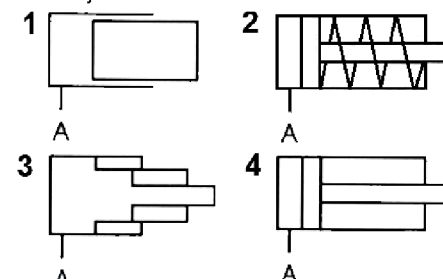
Primeri uporabe: glej geslo Hidropak, Potopna črpalka, Hidropnevmatsko vzmetenje, Hidrostatič-

ni tlak. Pri pnevmatiki ima podobno vlogo tlačna posoda, pri centralnem ogrevanju pa tlačna (ekspanzijska, raztezna) posoda. Sin. hidravlični shranjevalnik.

Hidravlični cilindri Hidravlične delovne komponente, ki pretvarjajo hidravlično energijo v premočno gibanje. Imenujemo jih tudi linearni motorji. Delimo jih na dve skupini:

- enosmerni cilindri
- dvosmerni cilindri

ENOSMERNI CILINDRI - uporabljamo jih takrat, ko potrebujemo hidravlično delo samo v eni smeri gibanja. V praksi jih uporabljamo za dviganje, vpenjanje, spuščanje. Delovni gib je izveden s tlakom hidravlične tekočine, povratni gib pa z vzmetjo ali z zunanjo silo.



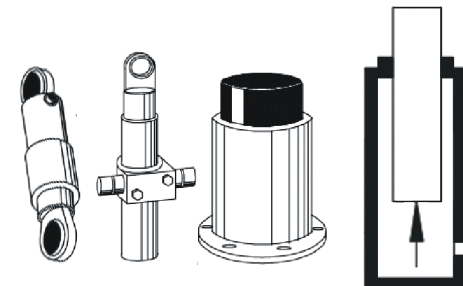
1 - valj s plunžerjem (potopni valj); bat in batnica sta iz enega kosa, povratni gib pa se izvede zaradi zunanjega bremena (npr. sile teže)

2 - enosmerni valj z vzmetjo, povratni gib se izvrši s pomočjo **vzmeti**

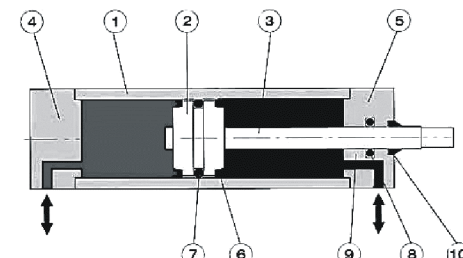
3 - teleskopski valj

4 - enosmerni valj z enostransko batnico, povratni gib se izvrši s pomočjo **zunanje sile**

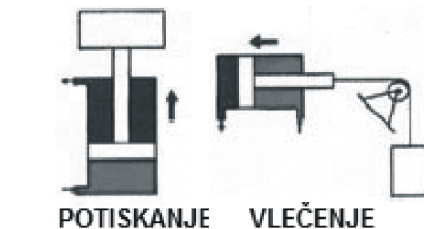
Plunžer (plunger) izvedba izgleda tako:

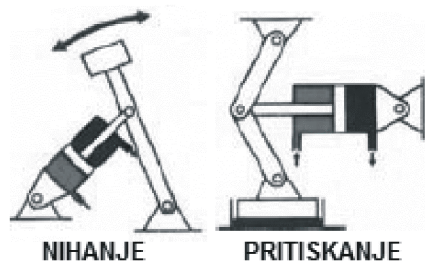


DVOSMERNI CILINDRI Tlak tekočine deluje na bat izmenično z obeh strani, kar omogoča delovni gib bata v obe smeri. Dvosmerni cilindri imajo dva priključka, izvedeni pa so lahko z enostransko ali dvostransko batnico.

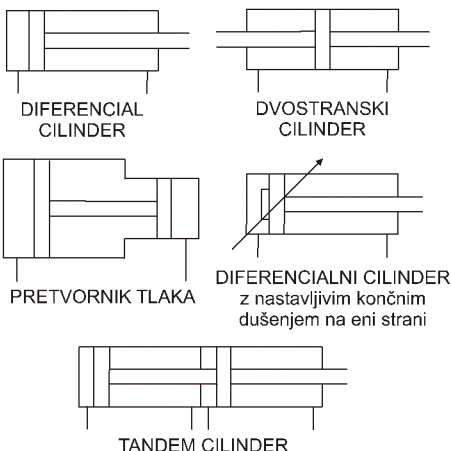


1 - cev, 2 - bat, 3 - batnica, 4 - zadnji pokrov, 5 - prednji pokrov, 6 - tlačni obroč bata, 7 - tesnilni obroč bata, 8 - tesnilo batnice, 9 - vodilo za batnico, 10 - brisalni obroč za posnemanje umazanije

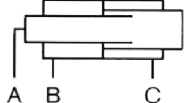




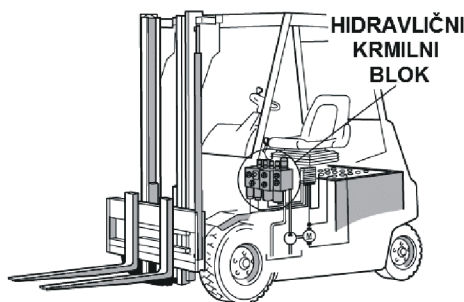
Simboli dvosmernih cilindrov:



Pri **diferencialnem cilindru** z ene strani deluje tlak olja na celotno površino bata, na drugi strani pa le na kolobar okrog batnice. Zato je izvek hitrejši kakor uvlek. Razmerje med večjo in manjšo površino je Φ in običajno znaša 2 : 1. Imenujemo ga tudi **dvosmerni valj z enostransko batnico**. Naloga **pretvornika tlaka** je zvišanje tlaka. **Tandem cilindri** uporabljamo, ko potrebujemo večje sile pri manjših dimenzijah cilindra. **Specialni dvosmerni valji** pa lahko imajo tudi več vhodnih ali izhodnih priključkov:



Hidravlični delovni valji Glej Hidravlični cilindri. **Hidravlični krmilni blok** Bloki za sestavljanje različnih hidravličnih komponent. Pri pnevmatiki se podobni elementi imenujejo ventilski otoki.



Hidravlični motorji Naprave, ki pretvarjajo hidravlično energijo v mehansko delo. Konstrukcijsko so izvedeni kot:

- **hidravlični cilindri** oz. delovni valji za **premočrtna gibanja**,
- **hidromotorji** za **krožna (vrtljiva) gibanja**,
- **hidravlični zasučni cilindri** (motorji) opravljajo **nihajna gibanja** za določen kot rotacije,
- **hidrostatični prenosniki moči**, ki so v bistvu brezstopenjski menjalniki hitrosti, na izhodu omogočajo velik razpon enakomernega spreminjanja vrtilne hitrosti

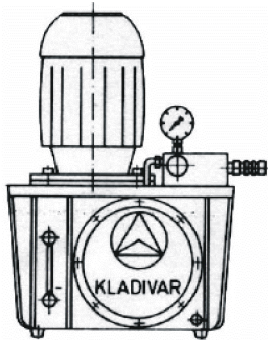
Glej Hidravlika - osnovne naprave in elementi, hidravlične delovne komponente (sekundarni pretvorniki energije).

Hidravlični oven Glej geslo Črpalke - posebne vrste in nameni.

Hidravlični pogonski agregat Sestav, ki služi za: • **pretvorbo** mehanske energije elektromotorja v **energijo hidravlične tekočine** - vsebuje torej **rezervoar, elektromotor** in **črpalke**

• opravljanje **dodatnih funkcij**: zagotavljanje **var-**

nosti (varnostni, protipovratni, zapirni itd. ventili, hidravlični akumulator, manometer) **filtriranje** (vsebuje filter), **hlajenje / greenje** hidr. olja (vsebuje grelnik / hladilnik) itd.



Hidravlični pogonski agregat torej vsebuje **vse naprave**, ki so **nujno potrebne za pogon** hidravličnega sistema - če nanj priklopimo npr. krmilnik poti in cilindri, je hidravlični sistem že sestavljen! Raš. hidro postaja.

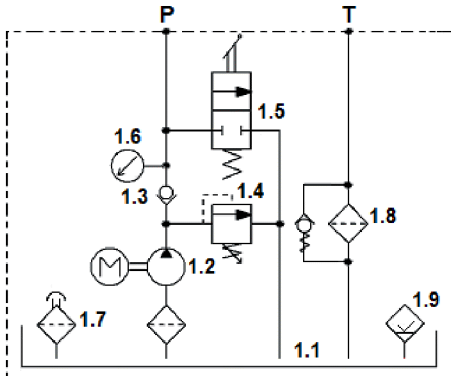
Sestavi hidravličnih agregatov se med seboj razlikujejo, zato je zelo priporočljivo razpolagati z **vezalno shemo** (glej spodnjo risbo) tistega hidravličnega agregata, ki ga uporabljamo.

Hidravlični agregat s poznano shemo lahko brez dodatnega **razmišljanja o varnosti ali pripravi hidravlične tekočine** povežemo z ustreznimi delovnimi napravami. Seveda pa moramo pri izbiri ustreznega hidravličnega agregata kontrolirati vsaj: - velikost rezervoarja, - pretok in delovni tlak črpalke, - kritični pretok (ki je odvisen od najožjega prečnega prereza v sistemu).

Minimalno potrebni **podatki**, ki jih je potrebno poznati za vsak hidravlični agregat, so: volumen rezervoarja, iztinsina črpalke, max. delovni tlak črpalke in moč črpalke.

Uporaba hidravličnih agregatov: strojogradnja, lesno predelovalna in prehrabena industrija, proizvodnja plastičnih mas, ladjedelništvo itd.

Primer kompletnega pregleda sestavnih delov:



1.1 Rezervoar 1.2 Črpalka 1.3 Protipovratni ventil 1.4 Varnostni ventil 1.5 Zapirni ventil 1.6 Manometer 1.7 Nalivni filter z zračnikom 1.8 Povratni oljni filter 1.9 Nivojno stikalo M Elektromotor

Hidravlični agregat lahko vsebuje tudi ledvično zanko (kidney loop), ki je namenjena samo za čiščenje hidravličnega olja - črpalke samo potiska olje skozi filter, ki je priključen npr. za zapirnim ventilom 1.5.

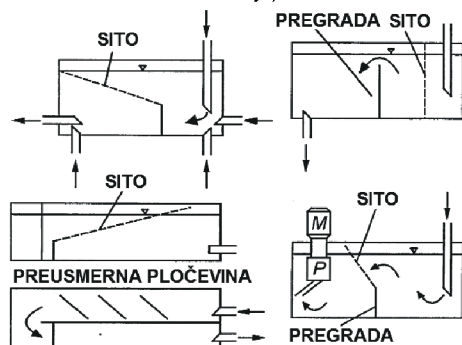
Hidravlični priključki → Hidravlični vodi in priključki.

Hidravlični rezervoar Naprava, ki zagotavlja:

- **potrebno količino** hidravlične tekočine za normalno delo hidravličnega sistema
- izmenjavo toplote preko sten
- usedanje nečistoč in vode na dnu
- izdvajanje plinov iz hidravlične tekočine
- nosilnost za črpalke, elektromotor, ventile itd.

V rezervoarju morata biti **ločena prekata** za sesalni in povratni vod, pomemben je **nalivni hidravlični filter**, zagotovljeno mora biti **prezračevanje z zračnim filtrom**. Pomembni sestavni deli so še: **odprtina za čiščenje, indikator za količino** hidravlične

tekočine v rezervoarju, **vijak za izpust tekočine** (na dnu ali blizu dna rezervoarja). Izvedbe:



Določanje volumna rezervoarja V_R :

a) Pri mobilnih hidravličnih sistemih ga definiramo glede na skupni **volumen** vseh vgrajenih **cilindrov** V_C in velja: $V_R = 1,5 \cdot V_C$

b) Za industrijske hidravlične sisteme ga definiramo glede na volumski **pretok črpalke** Q : $V_R = k \cdot Q$

pri tem je faktor k odvisen od uporabe:
 $k = 3$ do 5 [min] za stacionarno hidravliko
 $k = 1$ do 2 [min] za mobilno hidravliko
 $k = 0,5$ do 1 [min] za letalsko hidravliko

Hidravlični shranjevalnik Glej Hidravlični akumulator.

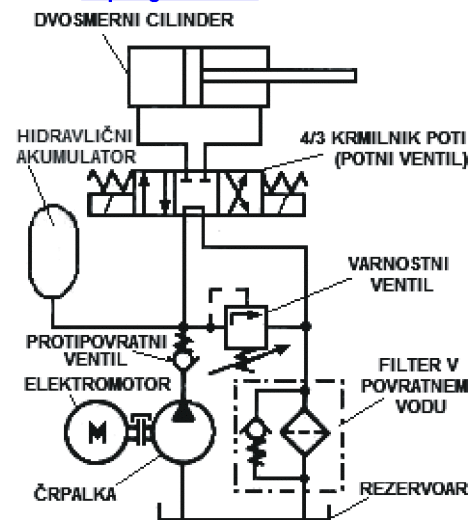
Hidravlični sistemi Glede na namen so lahko:

- **MOBILNI** (transport - npr. vilicarji, gospodarska vozila; gradbena mehanizacija, traktorji itd.) ali
- **INDUSTRIJSKI** (hidravlične stikalnice, tudi za brizganje plastike, valjarske proge, obdelovalni stroji itd.)

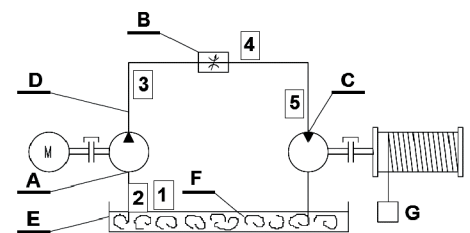
Po načinu delovanja pa poznamo:

- **odprt** krogotok, glej Hidravlični sistemi - odprt krogotok
- **zaprt** krogotok, glej Hidravlični sistemi - zaprt krogotok

Hidravlični sistemi - odprt krogotok Olje se črpa iz rezervoarja in se preko povratnega voda pretaka nazaj v rezervoar. Enostravna hidravlična shema **odprtega sistema**:

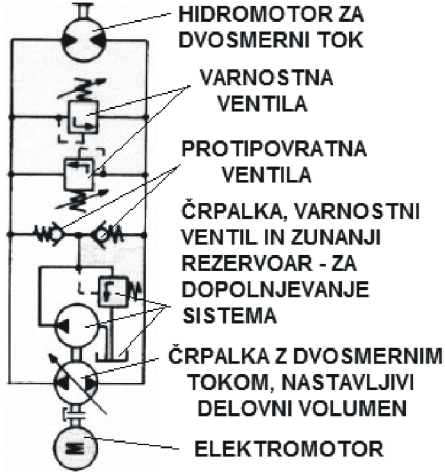


Primer poenostavljenega odprtega krogotoka s hidromotorjem, pri čemer za praktično uporabo manjkata vsaj varnostni ventil in filter:



- A - črpalke B - dušilka C - hidromotor D - cevi
- E - rezervoar F - tekočina G - breme
- 1 - tekočina v rezervoarju ($p_1 = p_0$)
- 2 - sesanje tekočine ($p_2 < p_0$)
- 3 - pretvorba v tlačno energijo ($p_3 \gg p_0$)
- 4 - zmanjševanje tlaka z dušilko ($p_4 < p_3$)

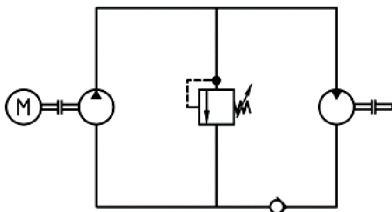
Hidravlični sistemi - zaprt krogotok Povratni vod ni speljan v rezervoar, temveč direktno v črpalko. Enostavna hidravlična shema **zapretega sistema**:



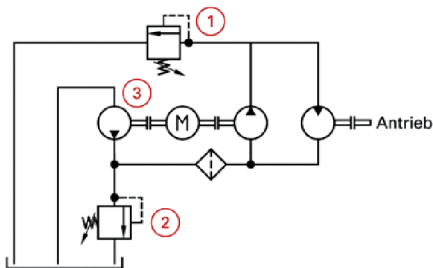
Zaprt hidravlični krogotok je pogost pri rotacijsko delujočih aktuatorjih, npr. **pri hidromotorjih**. Volumenski pretok in s tem smer pretakanja je možno hitro obrniti.

Pri dvosmernih valjih imamo različno veliki površini bata, zato so **za izvlek** valja potrebni **drugačni tlaki** in drugačne količine olja **kakor pri uvleku**. Vse to pa je težko uravnati, zato **zaprti tokokrog ni primeren za krmiljenje dvosmernih valjev**.

Zakaj pri zaprtem krogotoku uporabljamo **dve črpalke**, pri čemer ena črpalka črpa olje direktno iz rezervoarja? Poglejmo najprej preprost hidravlični krogotok z eno črpalko in brez rezervoarja:



Pri prekoračitvi tlaka se odpre tlačno omejevalni ventil in hidravlično olje steče v manjši krogotok. Smer pretoka zagotovimo s protipovratnim ventilom. Vendar, ta **rešitev v praksi ni primerna**, ker **ne moremo izravnati izgub** zaradi puščanja olja. Zato v praksi izravnavamo nastale izgube olja tako, da vgradimo dodatno črpalko, ki ji pravimo **polnilna črpalka** (3):

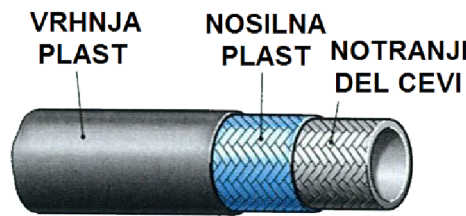


Polnilna črpalka črpa olje iz rezervoarja in ga preko filtra tlačni v glavni krogotok. Tako izravnavamo nastale izgube zaradi puščanja.

Hidravlični vodi in priključki Poznamo tri različna hidravlična tlačna območja:

- **nizkotlačne** cevi do **30 bar**, ki so običajno gumijaste, lahko z ojačitvami (tkanina, jeklena spirala - da se cev pri podtlaku **ne stisne**, zunanji kovinski oplet) in z različnimi priključki; dodamo lahko tudi **zaščitno mrežo** (da cev ne škropi okoli sebe, če pušča)
- **visokotlačne** cevi **do 200 bar**
- **visokotlačne** cevi **do 700 bar** so lahko tudi 4 x armirane (z žico, s tekstilom), imajo različne priključke glede na vrsto tesnenja in hitre spojke

Gibke cevne povezave uporabljamo predvsem med gibljivimi gradniki in so praviloma **večplastne**:

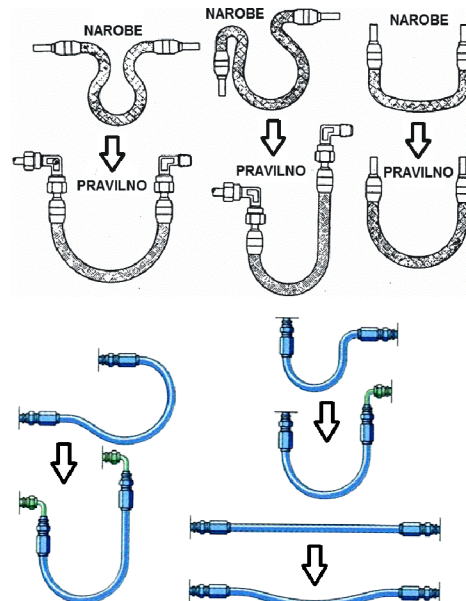


Toge kovinske cevi so **šivne** (za vodovod) in **brezšivne** (za hidravlične sisteme). Brezšivne cevi so standardizirane - premer in debelina cevi sta odvisna od tlaka.

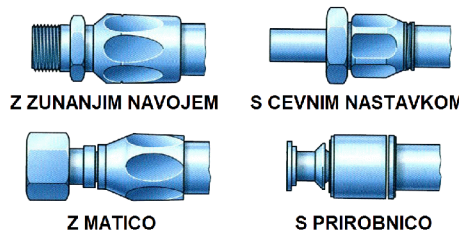
Pri izbiri cevi moramo paziti, da ne prekoračimo **maksimalnih hitrosti pretakanja**, ki so odvisne od obratovalnih tlakov: do 50 bar - do **4,0 m/s**, do 100 bar - do **4,5 m/s**, do 150 bar - do **5,0 m/s**, do 200 bar - do **5,5 m/s**, do 300 bar - do **6,0 m/s**.

Zelo pomemben dejavnik pri izbiri cevi je tudi **temperatura** - običajne cevi so namenjene temperaturam od **-40° do +150°C**. Obstajajo tudi **grelnice**, ki se električno ogrevajo.

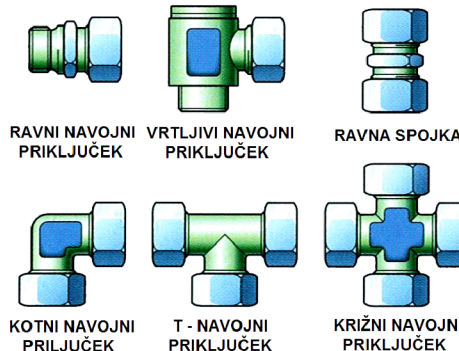
Pri vgradnji hidravličnih cevi moramo biti pozorni na to, da **cevi čim manj obremenjujemo**:



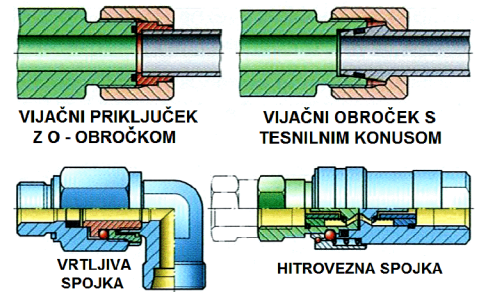
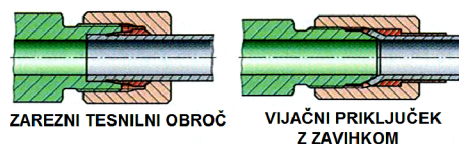
Hidravlične cevi so z napravami povezane preko cevskih priključkov. Osnovne štiri vrste priključkov:



Vrste cevskih povezav:



Cevne zveze:



Hidravlika

1. **Nauk** o mehanskih lastnostih vode in drugih **tekočin** ter uporabljanje teh lastnosti v tehniki.
2. **Mehanizem**, ki deluje na osnovi širjenja tlaka v **tekočinah**. Izraz izvira iz grške besede hidor (voda) in aulos (cevi) in se je začel uporabljati zato, ker se je nekoč za ta namen uporabljala predvsem voda z dodatki proti koroziji.

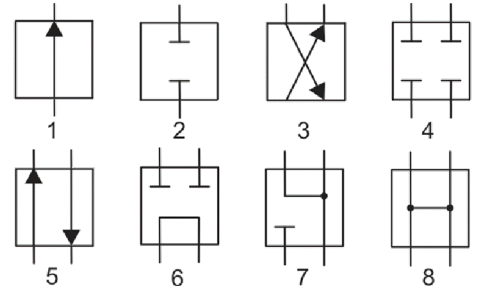
Hidravlika - krmilniki poti Krmilne komponente, ki v hidravličnem sistemu omogočajo odpiranje in zapiranje pretočnih poti. Simbolični prikaz krmilnikov poti je podoben kot pri pnevmatiki, zato si bomo osnovna pravila pogledali pod geslom Potni ventili. Karakteristike krmilnikov poti:

1. Simbolika **PRIKLJUČKOV, DELOVNIH POLOŽAJEV** (stanj) in **FUNKCIJ** krmilnika poti.
2. Simbolika **NAČINOV AKTIVIRANJA** krmilnikov poti. **Aktivirati** pomeni spremeniti stanje - preklopiti iz osnovnega v delovno stanje.
3. Velikost priključnih odprtin.

Pravila pri simboličnem prikazu krmilnikov:

- **kvadrat** pomeni posamični vklopni položaj
- **puščice** kažejo smer gibanja hidravlične tekočine
- **prečna črtica** označuje zaprte priključke
- **kratke črtice** označujejo priključke
- **lekažni priključki** so narisani s črtkano črto in so označeni s črko L
- **položaje krmilnika** označujejo črke a, b ... od leve proti desni; mirovni položaj je označen z 0

Pri hidravličnih krmilnih elementih poznamo veliko več vklopnih položajev kot pri pnevmatiki. Nekateri tipični **vklopni položaji** krmilnikov poti (pri pnevmatiki so to funkcije potnih ventilov), ki se le redko ali izjemoma uporabljajo pri pnevmatiki:



- 1 - prikaz pretočne poti s puščico v kvadratu
- 2 - zaprti položaj
- 3, 4, 5 - smeri dveh pretočnih poti v enem delovnem položaju
- 6 - dva priključka sta povezana, dva pa zaprta
- 7 - trije priključki so povezani, eden je zaprt
- 8 - vsi priključki so povezani

Krmilnike poti delimo na:

- a) **Digitalno delujoče**, ki imajo le določeno število (2, 3, 4 ...) vklopnih položajev.
- b) **Analogno delujoče**, ki imajo poleg končnih položajev tudi vmesne položaje. Značilnosti vmesnih položajev:
 - njihova lega je odvisna od vhodnega signala, npr. od položaja krmilne ročice,
 - od lege pa je odvisen dušilni učinek.
 Primer uporabe analognega krmilnika poti: z eno samo krmilno ročico lahko spremenjamo tako smer kot tudi hitrost hidromotorja. Analogno delujoči ventili so lahko **proporcionalni ventili** in **servoventili**, ki imajo feedback.

Označevanje priključkov na krmilniku poti predpisuje DIN-ISO 1219 (CETOP) standard. Kratice: **P** - priključek črpalke (pump), **T** - priključek rezervoarja (tank), **A, B, C** - izhodni priključki krmilnikov poti

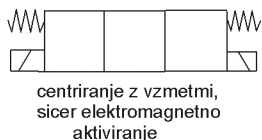
Ferdinand Humski

X, Y - krmilni priključki

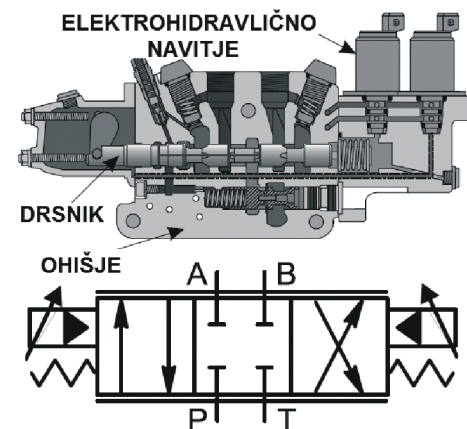
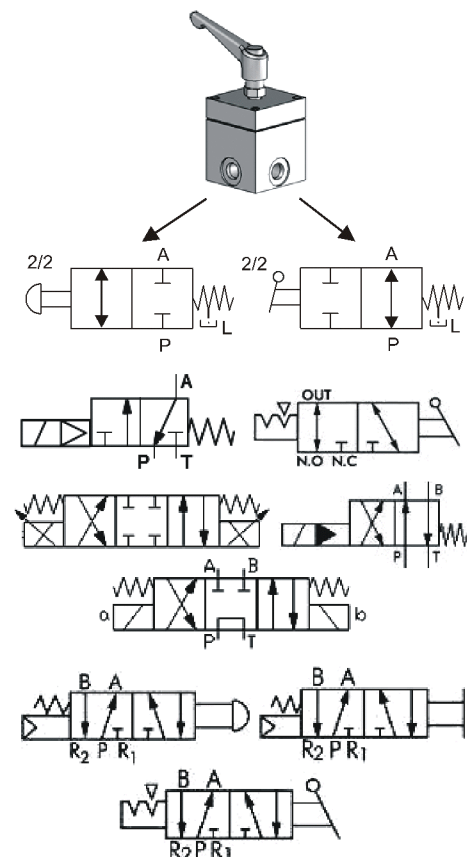
Razporeditev priključkov je enaka **kot pri pnevmatiki** - pri tem priključek T zavzema enak položaj kot pnevmatski priključek R (S). Pri hidravličnih shemah se priključki **le izjemoma številčijo**.

Za krmilnike poti je pomembna **pretočna karakteristika** (odvisnost pretoka od padca tlaka).

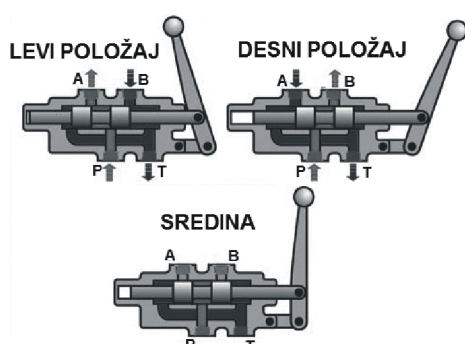
Načini aktiviranja krmilnikov poti so:



Najpogosteje uporabljeni krmilniki poti so 2/2, 3/2, 4/2, 5/2 in 4/3:



Simbol spodnjega krmilnika poti gotovo ne bo težko narisati:



Hidravlika - osnovne naprave in elementi Če želimo spoznati hidravlične sisteme, moramo najprej narediti **strnjen pregled** preko vseh naprav, ki jih imenujemo tudi enote, komponente, delovni ali krmilni členi, gradniki, sestavine, elementi itd.

Hidravlične naprave in elemente lahko razdelimo na naslednje skupine:

1. NAPRAVE, KI USTVARJAJO IN SHRANJUJEJO HIDRAVLIČNO ENERGIJO. Črpalke in hidravlični pogoni (hidravlični pogonski agregati) so **primarni pretvorniki** - pretvarjajo mehansko delo v hidravlično energijo. Hidravlični akumulatorji pa shranjujejo hidravlično energijo.

2. ENOTE ZA PRIPRAVO HIDRAVLIČNIH TEKOČIN: filter - hidravlika, hidravlični rezervoar, naprava za hlajenje in grejte hidravličnih tekočin, hidravlične tekočine.

3. ENOTE ZA TRANSPORT, MERJENJE, VAROVANJE IN NADZOR:

- cevi za hidravlično omrežje (hidravlični vodi) in hidravlični cevni priključki (cevne spojke, razvodi, razdelilniki ali spojni elementi, kolena, reducirni nastavki, hitre spojke itd.), priključni blok (običajno integriran v hidravlični pogonski agregat),
- merilne naprave (merilniki tlaka - **manometri**),
- naprave za varovanje in nadzor: **tlačna stikala**, varnostni ventili, odzračevalni vijaki in avtomatični odzračevalni ventili - glej **Odzračevanje** ipd.
- pribor: hidravlična **tesnila**, rezervne hidravlične tekočine itd.

4. NAPRAVE ZA UPRAVLJANJE. To je **SIGNALNO KRMILNA** skupina (ventili):

- Krmilniki poti** (potni ventili). Po konstrukciji razlikujemo **sedežne** in **drsniške** ventile, glej geslo Ventili - konstrukcijski principi.
- Zapirni ventili**
- Zaporni ventili**, npr. protipovratni ventil.
- Tokovni ventili**, npr. povratno dušilni ventili.
- Tlačni ventili**: varnostni, redukcijski (gl. Hidravlika - ventil za znižanje tlaka) in ventili za regulacijo razlike tlaka.

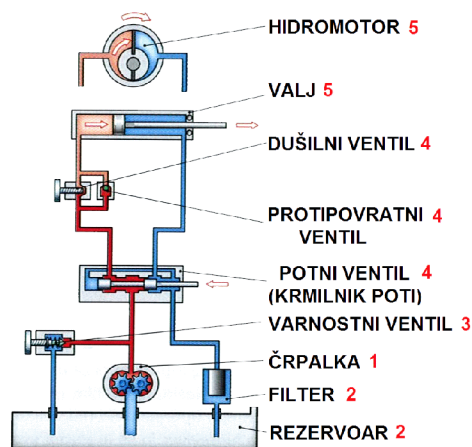
5. IZVRŠNI DEL oz. **HIDRAVLIČNE DELOVNE KOMPONENTE** (aktuatorji oz. sekundarni pretvorniki energije - hidravlični motorji), ki pretvarjajo hidravlično energijo v mehansko delo:

- **hidravlični cilindri** oz. delovni valji za **premočrtna gibanja**,
- **hidromotorji** za **krožna (vrtljiva) gibanja**,
- **hidravlični zasučni cilindri** (motorji) opravljajo **nihajna gibanja** za določeno kot rotacije, Mehansko energijo pa lahko najprej pretvorimo v hidravlično in nato nazaj v mehansko:
- **hidrostatični prenosniki moči**,
- **hidrodinamični prenosniki moči**.

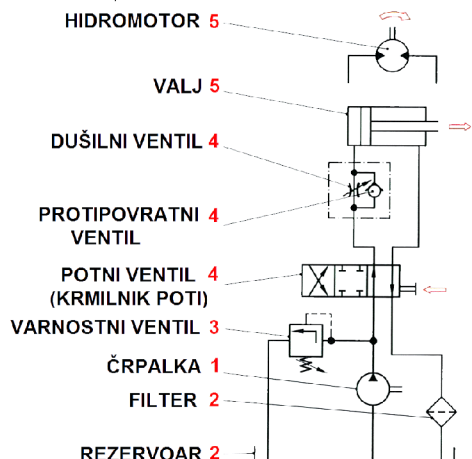
Po načinu delovanja poznamo:

- **odprt** krogotok, glej Hidravlični sistemi - odprt krogotok
- **zaprt** krogotok, glej Hidravlični sistemi - zaprt krogotok

V spodnji shemi so narisani hidravlični elementi in prerezu, ob njih pa je z rdečo barvo označena številka skupine, v katero spada naprava:

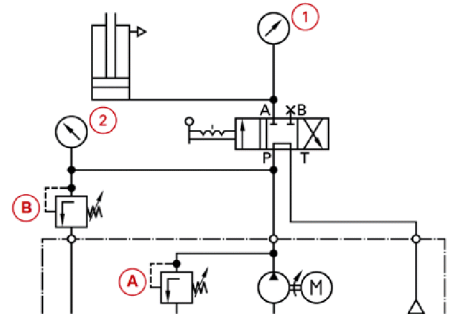


Ista shema, narisana s hidravličnimi simboli:



Pri enosmernem dušilnem ventilu (4) je potrebno povedati še naslednje: ker je tekočina nestisljiva, je primarno dušenje enakovredno sekundarnemu dušenju (glej geslo Tokovni ventili).

Varnostni ventil 3 na zgornji shemi je obenem tudi tlačno omejevalni ventil, ki nastavlja **največji dovoljeni tlak** v hidravličnem sistemu. Če želimo nastaviti še delovni tlak, tedaj dodamo še eden tlačno omejevalni ventil - glej spodnjo shemo, ki prikazuje dva tlačno omejevalna ventila: A za nastavljanje največjega dovoljenega tlaka in B za nastavljanje delovnega tlaka olja:



Prim. Hidravlični sistemi - odprt krogotok, Hidravlični sistemi - zaprt krogotok.

Hidravlika - prednosti in slabosti

PREDNOSTI

- Visoki tlaki** (350 bar in več) omogočajo prenašanje **ZELO VELIKIH SIL** na **MAJHNEM PROSTORU**.
- Zaradi **majhne stisljivosti olja** je možno **natančno** premikanje (**pozicioniranje** $\pm 1 \mu m$), enakomerno gibanje, mehko delovanje in enostavno **spreminjanje smeri delovanja sile**.
Ena od pomembnih prednosti je možnost **PRENOSA MOČI V OVINEK**: mehanska gonila (zobniški, verižni, jermenski, kardanski itd. prenosniki) običajno zahtevajo veliko prostora in zaradi tega pogosto ne pridejo v poštev. Možno je **brezstopenjsko nastavljanje hitrosti**.
- Tekočina ne absorbira nobene energije, temveč jo samo prenaša. Prenos tlaka je **skoraj brez izgub**, zato so majhni tudi stroški dela.
- Hidravlične elemente lahko obremenimo tudi **pri mirovanju**. Hidravlika lahko prenaša obre-

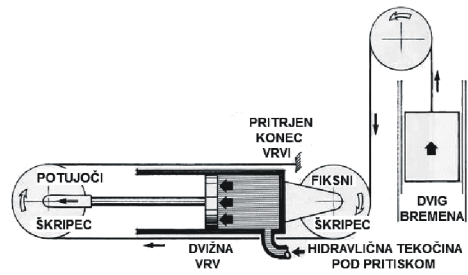
menitve tudi, ko se ustavi.

SLABOSTI

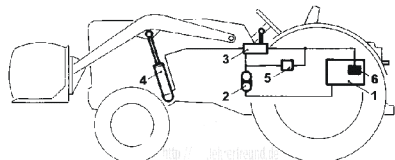
1. Zaradi visokega tlaka olja obstajajo **nevarnosti nesreč**. Morebitno puščanje olja lahko povzroča nevarnost **požara** in **onesnaženja okolja**.
2. Zaradi delovanja črpalk in pri preklapljanju nastaja **hrup**.
3. **Hitrosti batov** so nižje kot pri pnevmatiki. V primerjavi s pnevmatiko so nujne tudi povratne cevi.
4. Slabost je tudi **visoka cena** hidravličnih naprav.

Hidravlika - primeri uporabe
DVIGOVANJE BREMEN

Bat je povezan s potujočim škripec, ki vleče vrv in na ta način dviguje breme. V praksi lahko imamo tudi več škripcev (2-5) na eni osi:

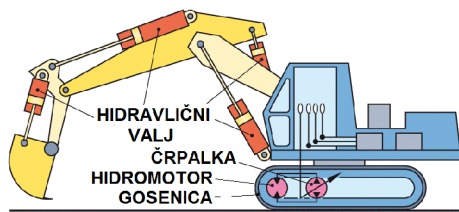


TRAKTOR



- 1 - rezervoar, 2 - črpalka, ki jo poganja dizelski motor, 3 - krmilnik poti, 4 - delovni cilindri, 5 - vzporedno vezan ventil za omejitev tlaka, 6 - filter

BAGER

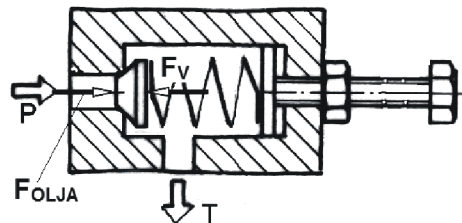


Hidravlika - tokovni ventili Ker je pri hidravliki fluid nestisljiv, je tudi logika uporabe dušilnih ter enosmernih nastavljivih dušilnih ventilov drugačna kakor pri pnevmatiki.

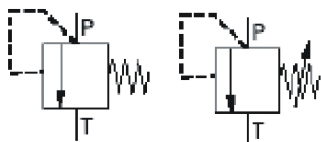
Zmanjšanje pretočnega prereza v tokovnem ventilu pri hidravliki povzroči **zvišanje tlaka pred ventilom**. Zato je običajno treba uporabiti tlačno omejevalni ventil, ki se v tekem primeru odpre, presežek hidravlične tekočine pa steče nazaj v rezervoar.

Pogosto je treba razmišljati tudi o odpravljanju možnosti pojavnosti kavitacije.

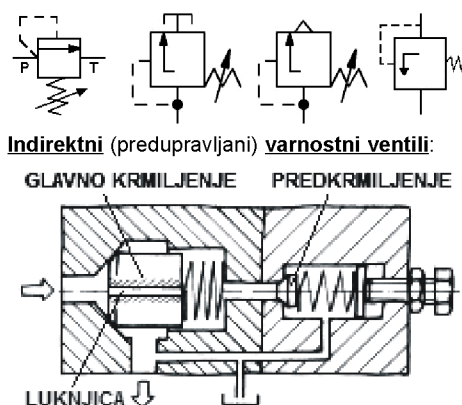
Hidravlika - varnostni ventil Hidravlična zaščita tlaka - **varuje pred previsokim tlakom** v hidravličnem sistemu. Do premera priključka 10 mm so varnostni ventili **direktno upravljani**:



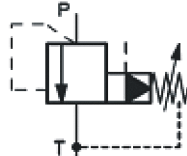
Če **tlak na vhodu** ventila naraste preko določene vrednosti, tedaj F_{olja} premaga silo vzmeti F_v , bat se odpre in omogoči pretok olja v povratni vod (rezervoar). Ventil je odprt toliko časa, dokler tlak olja ne pade na nastavljeno vrednost. Simbol:



Fiksen (levo) in nastavljiv (desno) varnostni ventili
Različni simboli za varnostni ventili:

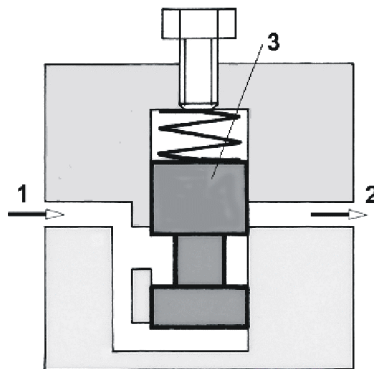


Dovoljeni maksimalni tlak v sistemu nastavljamo s privijanjem vzmeti v predkrmiljenju. Vstopni tlak vpliva na čelno ploskev glavnega bata in skozi zelo majhno izvrtino doseže dušilko (bat) na predkrmiljenju. Dokler tlak ne premaga sile vzmeti na predkrmiljenju, se dušilka ne odpre in se tudi olje ne pretaka v rezervoar. Previsok tlak pa odpre dušilko in **nekaj olja steče** v rezervoar. V tem trenutku tlak na desni strani glavnega bata pade. Razlika tlakov na levi in desni strani glavnega bata povzroči, da se glavni bat pomakne na desno, olje pa se brez omembe vrednega upora (**večji pretok**) pretaka v rezervoar. Indirektni varnostni ventil torej omogoča pretok olja v dveh stopnjah. Simbol:

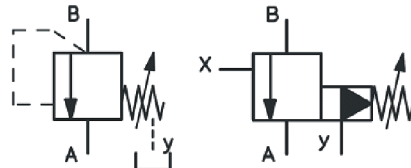


Sin. ventil za omejitev tlaka.

Hidravlika - ventil za regulacijo razlike tlaka Ventil, ki dovoli pretok hidravlične tekočine do izhoda 2 šele tedaj, ko tlak 1 premaga silo vzmeti nad batom 3. V bistvu je to **varnostni ventil**, pri katerem izhod 2 povežemo s hidravličnim cilindrom, namesto da bi olje odtoklo v rezervoar:

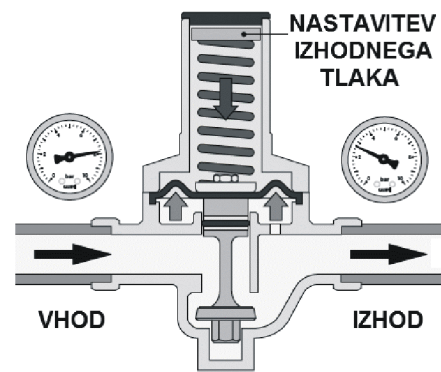


Z vgradnjo takšnega ventila v hidravlični sistem lahko **uravnamo nihanja tlaka 1** in tudi nihanja tlaka zaradi spremembe obremenitve na izvršilnih komponentah (cilindrih, hidro-motorjih). Simbola za direktni in indirektni ventil za regulacijo tlaka:

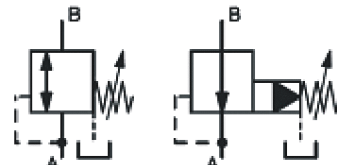


Sin. pretočni oz. prelivni ventil.

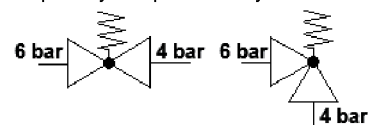
Hidravlika - ventil za znižanje tlaka Ventil, s katerim lahko **nastavimo tlak na izhodu** iz ventila. Obstajajo različne izvedenke. Izhodni tlak lahko nastavimo s privijanjem /odvijanjem vzmeti:



V hidravličnem sistemu z eno samo črpalko ti ventili omogočajo, da lahko različne potrošnike napajamo z različnim tlakom. Poznamo **direktne** in **indirektne** ventile za zmanjšanje tlaka:



Včasih uporabljamo poenostavljene simbole:



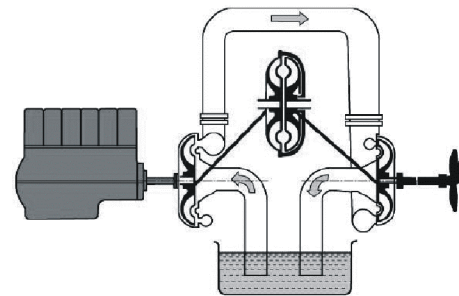
Z ventilom za znižanje tlaka pa se ne izognemo hidravličnemu udaru. Prim. Regulator tlaka.

Hidro- Prvi del zloženk, ki pomeni: nanašajoč se na vodo ali na hidravliko.

Hidro postaja Po Tehničnem pravilniku o javnem **vodovodu**: objekt z napravami za dvig tlaka. Hidro postaje za posebne namene so: protipožarne črpalke, fekalne postaje (kjer fekalna odpadna voda ne more z naravnim padcem odtokati v kanalizacijo) itd.. Prim. Hidravlični pogonski agregat.

Hidrodinamični prenosnik moči Naprava, ki omogoča **prenos moči med** dvema rotirajočima **gredema**, ki imata **različno vrtilno hitrost**.

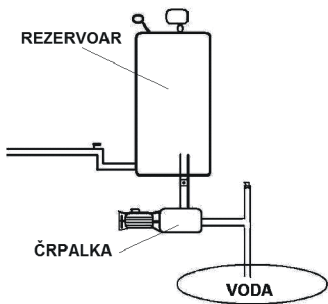
Na spodnji sliki motor z notranjim zgorevanjem poganja vodno črpalko. Črpalka nato preko cevi črpa vodo v vodno turbino, na katero je pritrjen ladijski vijak.



Na ta način smo dosegli, da pogonska in gnana gred **nista togo povezani** - vhodno moč prenašamo brez prenašanja morebitnih škodljivih sunkov. Risba prikazuje, da lahko črpalko in turbino povežemo v novo enoto na 3 načine:

- hidrodinamična sklopka
- hidrodinamična zavora
- hidrodinamični pretvornik moči.

Hidrofor Automatična črpalka, ki zagotavlja konstanten tlak potrošne vode. Vklaplja se pri nekem minimalnem tlaku in se izklaplja pri podanem maksimalnem tlaku. Črpalko poganja **elektromotor**, voda iz črpalke pa se zbira v **rezervoarju**.

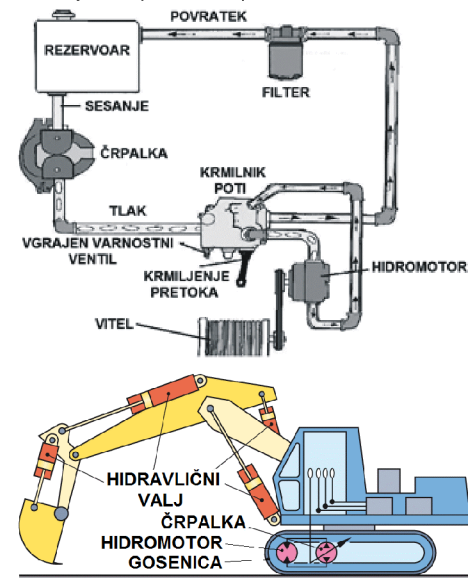


Prim. hidropak. Hidrofor uporabljamo povsod, kjer ne moremo na drugačen način zagotoviti konstanten tlak potrošne vode, npr.:

- na predelih, kjer se voda koristi iz vodnjakov,
- za oskrbo višje ležečih prostorov, kjer je pomanjkanje pritiska,
- kjer ni ali še ni vodovoda
- za razna prečrpavanja iz vodnih zbiralnikov: za zalivanje vrta, pranje avtomobila itd.

Beseda izvira iz 19. stoletja, ko so bili hidroforji gasilske ročne batne črpalke z rezervoarjem.

Hidromotor Naprava, ki pretvarja hidravlično energijo fluida v vrtenje (vrtljni moment) in s tem v mehansko delo. Sestavljen je iz ohišja ter enega ali več rotorjev. Uporaba: za pogon transportnih naprav, vitlov, delovnih strojev - sploh v železarstvu, strojev za predelavo polimerov itd..



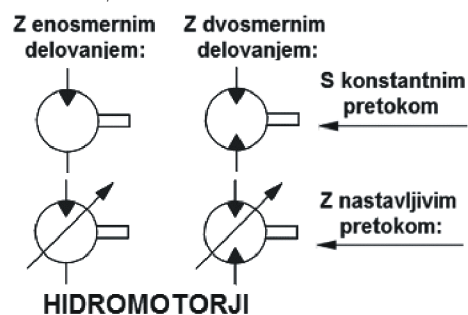
Hidromotorje delimo po:

a) **Smeri delovanja:** enosmerni in dvosmerni (sprememba smeri gibanja hidravlične tekočine menja tudi smer vrtenja hidromotorja).

a) **Nastavljivosti:** nastavljivim hidromotorjem lahko nastavljamo iztisnino (goltni volumen), prepoznamo jih po simbolu, ki je prečrtan s puščico.

b) **Uporabnosti.** Uporabnost kot črpalka pomeni, da ga je mogoče uporabljati tudi kot črpalko, če preko svoje sprejema vrtilni moment.

Hidromotorji so konstrukcijsko praviloma identični hidravličnim črpalkam, le da imajo pri posameznih vrstah določene omejitve glede vrtljajev, tlakov, izkoristkov, šumnosti itd. Simboli:



HIDROMOTORJI

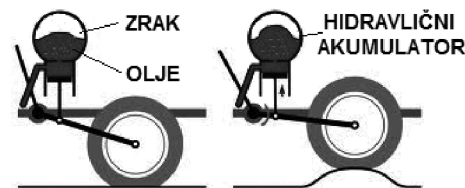
Najpomembnejši podatki hidromotorja: iztisnina, največja in najmanjša vrtilna hitrost, največji moment, izhodna moč, največji tlak, največji pretok olja. Prim. Pnevmatični motor, Turbina.

Hidropak Hidrofor s tlačno posodo (hidravlič-

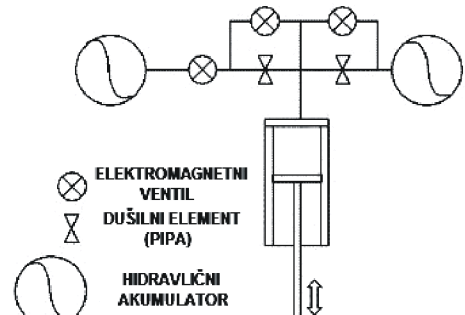
nim akumulatorjem), s pomočjo katere ustvarja še dodaten pritisk (do 4 bar). Zaradi tega se hidropak ne vklaplja za vsak deciliter vode, ki jo porabiš. Vklopi se, ko pade pritisk na 2 bara (pri 3 barih pa se spet izklopi).



Hidropnevmatško vzmetenje Vzmetenje z uporabo hidropnevmatične vzmeti, ki je v bistvu hidravlični akumulater. Primer:

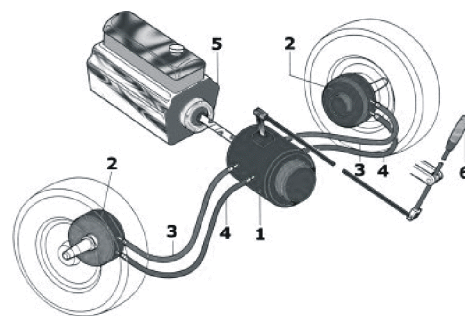
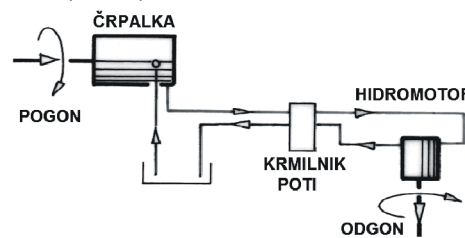


Hidravlični simbol in primer sheme za hidropnevmatško vzmetenje:

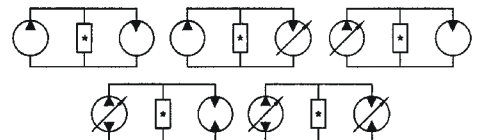


Uporaba: v osebnih vozilih (Citroen), za amortizerje, celo pri kolesih (biciklih).

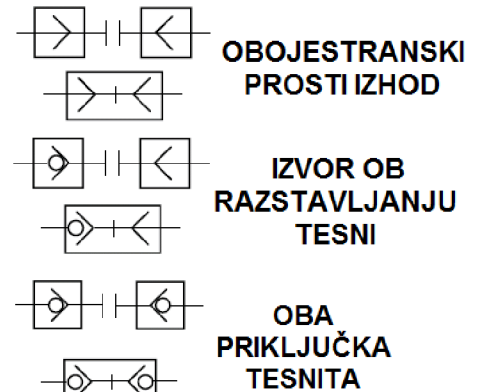
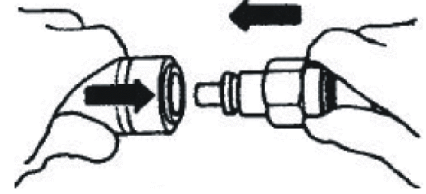
Hidrostatični paradoks Glej Hidrostatični tlak. **Hidrostatični prenosnik moči** Naprava, ki jo sestavljata črpalka in hidromotor, ki sta povezana običajno v zaprtem tokokrogu. Na ta način spreminjamo vstopno vrtilno hitrost (črpalka) v izstopno vrtilno hitrost (hidromotor), temu rezno pa se spremeni tudi moment.



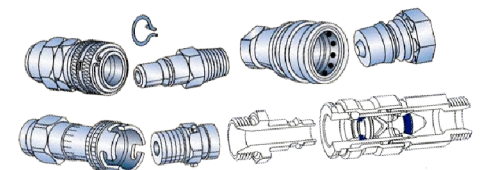
1 - črpalka 2 - hidromotor 3,4 - hidravlične cevi (dovod, odvod) 5 - pogonski motor 6 - krmilnik poti Pogosto se za ta namen uporabljajo aksialne batne izvedbe črpalk in hidromotorjev. Običajno ima črpalka konstantno iztisnino in enosmerno delovanje, so pa poznane tudi drugačne izvedbe:



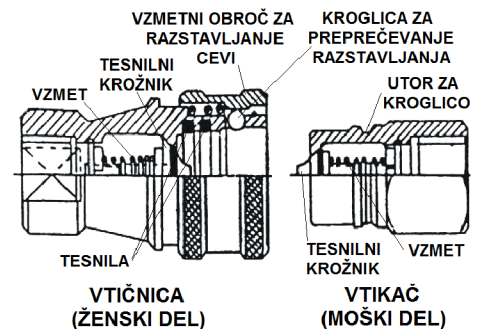
Hitra spojka Pnevmatični ali hidravlični priključek, sestavljen iz vtikača in vtičnice, ki hitro in zanesljivo povezuje cevi ter naprave. Sin. hitrovezna spojka, hitra sklopka, avtomatična sklopka:



Poznamo veliko izvedb pnevmatičnih ali hidravličnih spoj, npr.:



Najpogostejši NAČIN DELOVANJA hidravlične hitre spojke: oba priključka vsebujeta nepovratni ventil z vzmetjo, ki preprečuje izhajanje fluida. Konstruirana sta tako, da se oba ventila odpreta, ko ju spojimo. Priključka pri tem zaskočita zato, ker vzmetni zunanji obroč ženskega dela pritiska kroglice v utor moškega dela ter na ta način vzdržuje položaj. Če potegnemo obroč, sprostimo kroglice in priključka lahko spet razstavimo:



Obstajajo tudi pnevmatične hitre spojke s podobnim načinom delovanja.

Vzdrževanje: da bi preprečili težave pri sklapljanju in razstavljanju, je potrebno tako moški kakor tudi ženski del občasno namazati.

Tudi nekatere izvedbe pnevmatičnih cevni priključkov so neke vrste hitre spojke, le da v tem primeru nimamo vtikača - v priključek vtaknemo kar cev direktno.

Na podoben način kot hitra spojka deluje avtomatični odzračevalni ventil pri hidravliki. Prim. Pnevmatika-osnovne naprave in elementi, Pnevmatični cevni priključki, Razvod.

HLP Kratica za hidravlična olja s povečano zaščito pred izrabo. Glej geslo Hidravlične tekočine.

Implozija Nasprotje od eksplozije, porušenje votlega telesa samega vase zaradi premočnega zunanega pritiska. Prim. kavitacija.

Izguba tlaka Glej gesli Odpori toka v ceveh in armaturah, Tlak.

Iztisnina Transportirani volumen črpalke na vrtljaj, oznaka V_v , merska enota [$\text{cm}^3/\text{vrtljaj}$]. Glej geslo Črpalke. Je tudi pomemben podatek hidromotorja - gotni volumen. Sin. iztisljivost, iztisni volumen črpalke.

Krilna črpalka Glej Črpalke, volumenske - rotacijske.

Krmilnik poti Glej Potni ventil (pnevmatika) ali Hidravlika - krmilniki poti.

Krogotok Kroženje, npr. krvi po telesu, olja v hidravličnem sistemu ipd. Prim. Tokokrog.

Lamelna črpalka Glej Krilna črpalka pod geslom Črpalke, volumenske - rotacijske.

Lekaža Prepustnost, **netesnost**. Tudi količina tekočine, ki jo sistem izgubi zaradi netesnosti - lekažni tok. Pomeni lahko tudi odtok prepuščene tekočine v rezervoar (glej Hidravlika - krmilniki poti). Beseda izvira iz ang. leakage: prepuščanje.

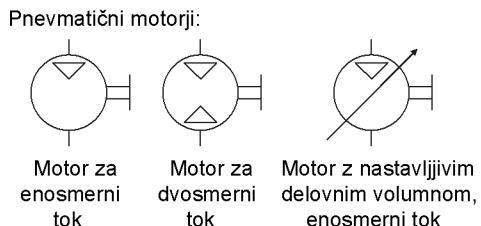
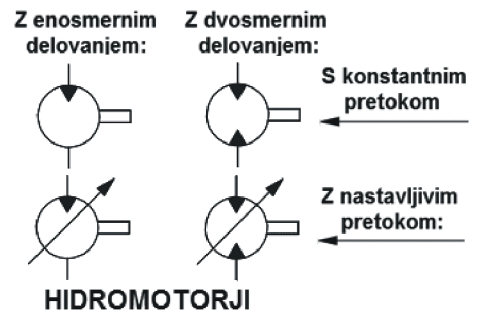
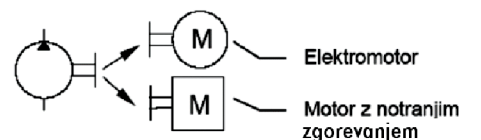
Linearni motor Glej Hidravlični cilindri.

Membranska črpalka → Znotraj gesla Črpalke, volumenske - batne in membranske.

Modul stisljivosti Glej Stisljivost.

Motor Gibalo, naprava, ki poganja, lat. *motor*: gonilna sila. Motor je **pogonski stroj**, ki **pretvarja različne vrste energije v mehansko delo**: elektromotor, pnevmatični motor, hidromotor, motor z notranjim (zunanjim) zgorevanjem itd.

Motorji **praviloma** opravljajo **krožno gibanje** - izjema pa so linearni motorji. Razlika **motor - turbina**: pri fluidni tehniki se delovni proces vedno opravi **v zaprtem prostoru motorja**, pretočne delovne procese pa opravlja turbina. Simboli za motor:



Razl. aktuator.

Multiplikator Strojništvo: naprava, ki poveča vrtilno hitrost, prestavno razmerje $i < 1$. Primeri: • na hidravlični črpalci - s tem dobimo večji pretok črpalke pri nižjih vrtljajih traktorskega kardana; višjo vrtilno hitrost črpalke potrebujemo predvsem za: cepilnik drv, hidravlični nakladalnik lesa, hidravlični nakladalnik gnoja, traktorsko dvigalo, traktorsko nakladalno roko itd. • gonilo za vrstico na ribiški palici itd.

Naprava za hlajenje in greje hidravlične tekočine Delovna temperatura hidravličnega olja je 40 do 50°C, le kratkotrajno lahko naraste do 80°C. Visoka temperatura vpliva na življenjsko dobo hidravlične tekočine. Pravilno dimenzioniran rezervoar omogoča zadostno naravno hlajenje olja. Če pa uporabimo zračno ali vodno **umetno (dodatno) hlajenje**, s tem znatno **zmanjšamo količino hidravličnega olja** in velikost **rezervoarja**. Pri nizkih temperaturah uporabljamo **napravo za greje**. Hidravlično tekočino je treba zagreti že

pred začetkom obratovanja. Grelci so običajno električni in so vgrajeni v rezvoarju. Simbol:



GRELNIK HLADILNIK

Nizkotlačne cevi Običajno so s tem izrazom mišljene hidravlične cevi, ki vzdržijo tlak do 30 bar. Prim. Hidravlični vodi.

Nizkotlačne črpalke Črpalke s črpalno višino do 20 m. Prim. Črpalke.

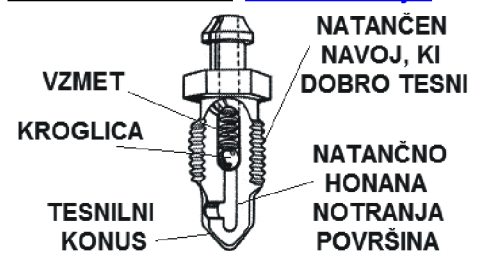
NPSH **Net positive suction head** oz. držalna pretočna višina. To je sesalna višina, pri kateri še ne pride do uparjanja vode, prim. Črpalka (karakteristika črpalke), Kavitacija.

Odzračevalni ventil Glej Odzračevanje.

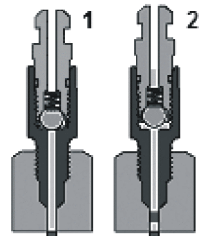
Odzračevanje Pri hidravličnih napravah moramo računati na to, da se bo v njih nabiral zrak, ki seveda škodljivo vpliva na delovanje, npr.:

- radiatorji se ne grejejo v celoti,
- avtomobilske zavore delujejo nepravilno,
- v hidravličnih cilindrih pride do sunkovitega gibanja in udarcev itd.

Hidravlične naprave moramo torej **redno odzračevati**, nepr. **ajnklihtanje**. Ker se zrak **zadržuje v najvišjih delih** cevne sistema, moramo prav tam predvideti **odzračevalne vijake** oziroma **avtomatične odzračevalne ventile**. **Odzračevalni vijak**:

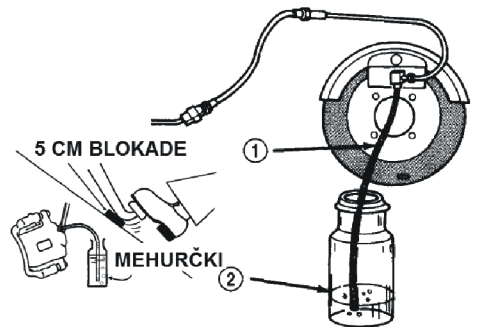


Če odzračevalni vijak odvijemo le za nekaj vrtljajev, tesnilni konus več ne tesni in hidravlična tekočina steče do kroglice - zato lahko začnemo z odzračevanjem. Obstaja pa tudi drugačna vrsta odzračevalnih ventilov:

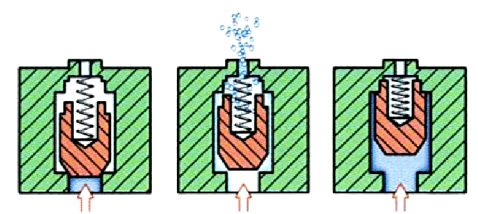
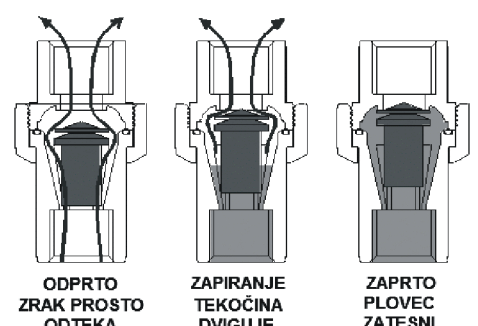


V osnovnem položaju 1 je kroglica blokirana. Potrebno je odviti notranji navoj, kar omogoča gibanje kroglice 2 in s tem odzračevanje.

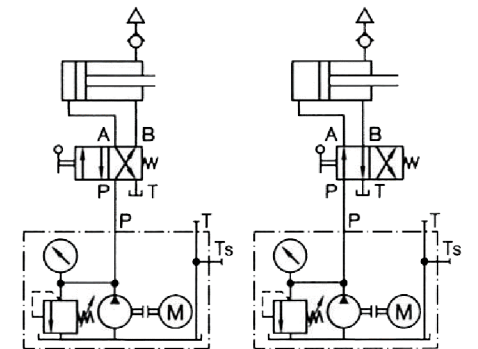
Primer odzračevanja avtomobilskih zavore:



1 - odzračevalna cev, 2 - kozarec z oljem **Avtomatični odzračevalni ventil** vsebuje plovec, ki direktno ali preko mehanizma zatesni izhod:



Pri hidravličnih cilindrih je **na končnih položajih** praviloma vgrajen odzračevalni vijak. Te priključke lahko uporabimo tudi za priključitev merilnika tlaka (manometra) ali odzračevalnega ventila:



Olja Tekoče maščobe. Prim. maziva, viskoznost. Glede na kemično sestavo poznamo:

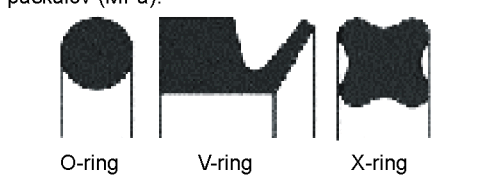
- **mineralna** olja (monogradna in multigradna)
- **biološka (rastlinska ali živalska)** olja
- **sintetična (umetna)** olja

Gostota 0,81 - 0,87 kg/dm^3 . Hidravlična olja glej **Hidravlične tekočine**. Protikorozijsko zaščito z olji glej pod geslom Zaščita z olji in mastmi.

O-ring Mehansko tesnilo v obliki obroča (torusa), od tod tudi naziv. Sin. O-tesnilo, O-obroč. Obroč je oblikovan tako, da se prilega utoru in se med sestavo dveh ali več delov **stisne**. Na ta način **tesni** tekočine in pline na mejni ploskvi. Stik je lahko **statičen**, v nekaterih konstrukcijah pa se lahko deli in O-tesnilo **med seboj gibljejo**, npr. vrteče osi črpalk in hidravlični valji.

Stiki z gibanjem ponavadi zahtevajo **mazanje** O-tesnil, da se zmanjša obraba. Tesnenje se običajno doseže z zatesnjeno tekočino.

O-tesnila so poceni, preprosta za izdelavo in montažo ter so zanesljiva. Zato so ena najpogostejših vrst tesnil pri konstrukciji strojev. Kvarijo se postopoma. Lahko tesnijo tlake do več deset megapaskalov (MPa).



O-ring V-ring X-ring

Materiali O-tesnil: elastomeri s krožnim prerezom, baker, grafit (za izpušne cevi), silikon, NBR itd. Manj znano je, da je o-ring patentiral Amerikan danskega rodu **Niels Christensen** leta 1937, ko je bil star 72 let! S preizkušanjem je ugotovil, da najbolj tesni tesnilo torusne oblike, ki ga vložimo v utor, katerega globina je 25% manjša od malega premera torusa. Prim. Semering.

Paletni dvigni voziček Glej Voziček z vilicami.

Plunžer Bat ali **drog**, ki je običajno **aksialno voden**. Ang. plunje: planiti naprej, pogrezniti se.

Pri **potnih ventilih**: pretični drog, ena od možnosti mehničnega aktiviranja. Primer uporabe: glej

Ferdinand Humski

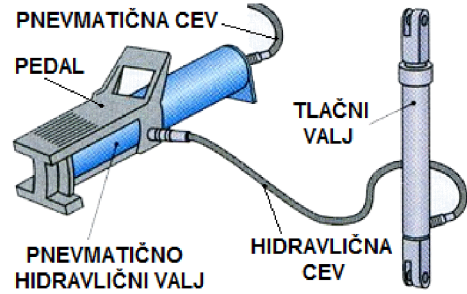
geslo Magnetni ventil.

Pri **hidravličnih cilindrih**: **batnica**, ki sama **deluje kot bat** (bat in batnica sta iz enega kosa).

Pri **tlačnem litju**: bat, ki tlačí litino v kokilo.

Plunžer je tudi **gumijasti čistilnik odtokov** (ki s potegom ustvari vakuum). Sin. tolkač. Ang. plunger.

Pnevmatično hidravlični valj Valj, ki pretvarja pnevmatično energijo v hidravlično:



Uporablja se predvsem v delavnicah, ki že imajo napeljeno pnevmatično omrežje. Pnevmtično energijo namreč zlahka pretvarjamo v hidravlično. Pri tem ne potrebujemo nobenih črpalk, obenem pa prihranimo pri prostoru in stroških.

Velike sile, ki so potrebne za ravnanje karoserije, ustvarimo tako:

1. Z ene strani dovajamo stisnjeni zrak pod tlakom 5-8 bar, iz pnevmatičnega omrežja.
2. Na drugi strani se ustvari tlak do 700 bar na hidravličnem olju. Tako visok tlak pa v tlačnem valju zagotavlja izjemno velike sile.

S pedalom lahko "fino" nastavljamo dovod zraka, in s tem tudi potrebno silo na tlačnem valju.

Prim. Pretvornik tlaka.

Pogonski agregat Glej Hidravlični pogonski ~.

Polžna črpalka Glej Arhimedov vijak.

Potopna črpalka Glej Črpalke - posebne vrste in nameni.

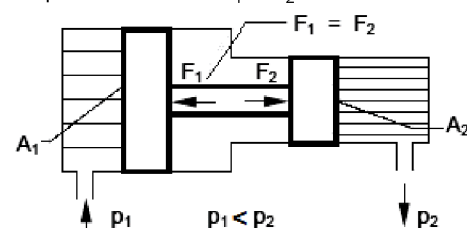
Prelivni ventil Glej Hidravlika - ventil za regulacijo razlike tlaka.

Prenosnik moči Glej gonilo. Prim. Hidrostatični prenosnik moči.

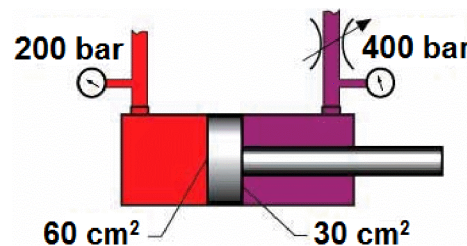
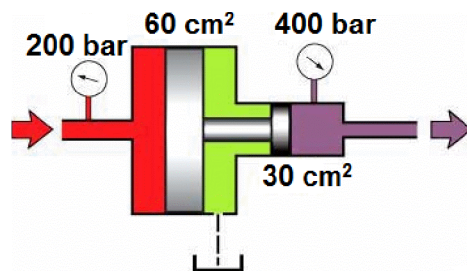
Preša Naprava za stiskanje, glej Stiskalnica. **Prešati**: stisniti. **Preša za gibke cevi**: naprava za pritrdjevanje priključkov na hidravlične cevi.

Pretočni ventil Glej Hidravlika - ventil za regulacijo razlike tlaka.

Pretvornik tlaka Naprava, ki pretvarja tlak, sin. tlačni pretvornik. Običajno je s tem izrazom mišljena povezava dveh hidravličnih cilindrov z različni-ma površinama batov A_1 in A_2 :



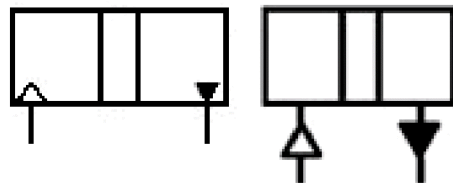
Primer:



Način delovanja pretvornikov tlaka opisuje geslo

Načelo pretvarjanja tlaka.

V delavnicah s pnevmatskim omrežjem pa se pogosto uporabljajo **pnevmatično-hidravlični valji**, ki seveda delujejo na enak princip. Z njimi lahko v avtokaroserijskih delavnicah natančno ravnamo pločevine: s pedalom "fino" nastavljamo dovod zraka, ki nato natančno povečuje hidravlični tlak. Simbol za pnevmatično-hidravlični valj:



Prim. Hidravlično pretvarjanje sil, Servo ojačevalnik, Pnevmtično hidravlični valj.

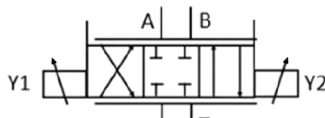
Priključni blok Hidravlična naprava, ki omogoča filtracijo olja med delovanjem in merjenje tlaka.

Proportionalni ventil Uporablja se lahko kot potni ventil v pnevmatiki ali hidravliki. Deluje analogno, kar pomeni, da ima poleg končnih položajev tudi vmesne položaje.

Značilnosti vmesnih položajev:

- njihova lega je odvisna od vhodnega signala, npr. od položaja krmilne ročice,
- od lege pa je odvisen dušilnimi učinek.

Primer uporabe analognega krmilnika poti: z eno samo krmilno ročico lahko spreminjamo tako smer kot tudi hitrost hidromotorja. Prepoznamo jih po puščici na simbolu potnega ventila:

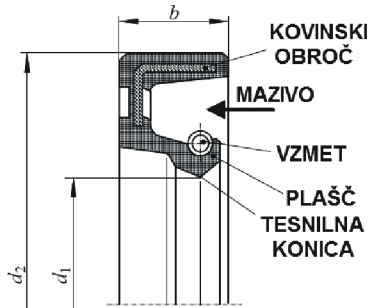


Prim. Servoventil, Hidravlika - krmilniki poti.

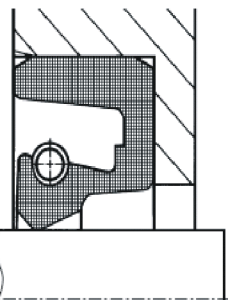
Protipovratni ventil Glej geslo Zaporni ventili in znotraj njega **nepovratni ventil**.

Radialno gredno tesnilo Mehanski element, ki deluje podobno kot običajno tesnilo. Sin. **semerring** (v pogovoru najpogosteje uporabljan izraz), rotacijsko tesnilo, gredno tesnilo, osno tesnilo. Običajno tesnilo deluje pri nepremičnih delih, semering pa preprečuje prodor tekočine skozi odprtino med ohišjem in osjo. Prim. O-ring.

Semering je izdelan kot prstan iz elastičnega materiala. **Dodatna vzmet** pritiska elastični material na os in s tem preprečuje prehod tekočine.



Sestavni deli radialnega grednega tesnila

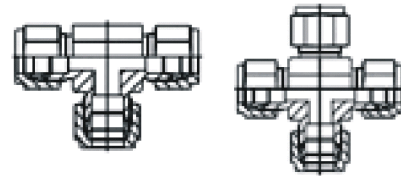


Primer vgradnje radialnega grednega tesnila

Razpirati Razširiti oddaljenost ali kot med sosednjima deloma, npr.: razpreti krila, dlan, razpirati klešče, pahljačo, **hidravlično razpiralo** za zverženo pločevino (gasilski pripomoček), razporna matica, razporna sidro itd..

Raztezna posoda Glej Hidravlični akumulator.

Razvod Odvod v različne smeri, npr. cevni razvod, razdelilnik, cevni priključek, cevna spojka ali spojni element pri pnevmatiki / hidravliki.



Reducirni ventil Ventil, namenjen za zmanjšanje tlaka plinov ali tekočin. Prim. plamensko varjenje, Hidravlika - ventil za znižanje tlaka. Sin. redukcijski ventil.

Refraktometer Optični instrument za **odčitavanje koncentracij** določenih snovi v tekočinah: koncentracija sladkorja, alkohola, vode, soli, suhe snovi, akumulatorske ter hladilne tekočine, celo proteinov v živalskem ali človeškem urinu itd.

Ročna rotacijska črpalka → Znotraj gesla Črpalke, volumenske - rotacijske.

Rotorska črpalka Glej Črpalke - volumenske, rotacijske. Sin. Črpalka s profilnim rotorjem.

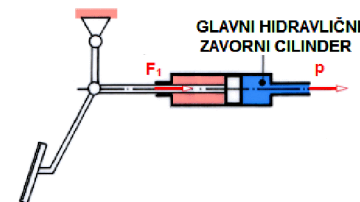
Sedežni ventil Glej geslo Ventili - konstrukcijski principi.

Semering Glej radialno gredno tesnilo.

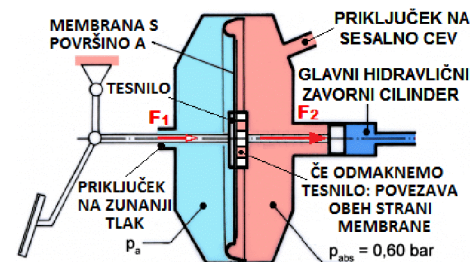
Servo- Prvi del zloženka, pomeni: **povečanje sile** z dodajanjem energije: servomehanizem, **servozavora** pri avtomobilih (povečanje sile pnevmatično - s podtlakom sesalnega zraka), **servovolan** (povečanje sile s pomočjo hidravlike ali elektrike), servomotor, servoventil, servo krmilnik itd.. Ang. serve: služiti, pomagati. Razl. koračni motor.

Servo ojačevalnik V slovenskem jeziku je to običajno naziv za pomožno napravo, ki povečuje silo zaviranja pri avtomobilu.

Brez servo ojačevalnika zaviramo samo s pomočjo hidravličnega cilindra:



Servo ojačevalnik pa je narejen tako, da podtlak sesalnega zraka poveča silo zaviranja:



Osnovni položaj ni narisani na risbi. Tedaj tesnilo **tesni na levo stran**, torej priključek na zunanji tlak. Ker tesnilo v osnovnem položaju ne tesni luknje v membrani, sta obe strani membrane povezani s sesalno cevjo, imamo podtlak na obeh straneh membrane in torej **ni** nobene **razlike tlakov**.

Ko pa **pritisnemo na pedal** (glej risbo), tesnilo premaknemo v desno stran. Zato zatesnimo luknje v membrani, obenem pa odpremo priključek na zunanji tlak. Tako nastane **razlika tlakov** med p_a (zunanji tlak: levi oz. svetlo modri del membrane) in p_{abs} (podtlak: desni oz. rdeči del membrane). Razlika tlakov povzroča dodatno potisno silo in poveča F_1 na F_2 :

$$F_2 = F_1 + A \cdot (p_a - p_{abs})$$

Servoventil Uporablja se lahko kot potni ventil v pnevmatiki ali hidravliki. Deluje analogno, kar pomeni, da ima poleg končnih položajev tudi vmesne položaje.

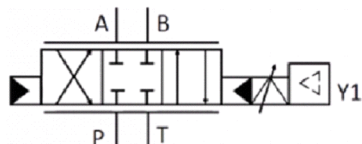
Značilnosti vmesnih položajev:

- njihova lega je odvisna od vhodnega signala, npr. od položaja krmilne ročice,
- od lege pa je odvisen dušilnimi učinek.

Primer uporabe analognega krmilnika poti: z eno

samo krmilno ročico lahko spreminjamo tako smer kot tudi hitrost hidromotorja.

Za razliko od proporcionalnih ventilov imajo servovalventi povratno zanko (feedback). Prepoznamo jih po puščici in črtkastem trikotniku pri načinu aktiviranja potnega ventila:



Prim. Proporcionalni ventil, Hidravlika - krmilniki poti.

Sesalna višina Navpična razdalja med gladino vode in črpalko, ki črpa vodo. Podtlak, ki pri sesanju nastaja, je omejen za vsako črpalko. Običajne vrednosti so od 0,7 do 0,8 bar (7 - 8 m). Prim. NPSH, Držalna pretočna višina.

Sonar Naprava za merjenje globine morja in iskanje ter ugotavljanje oddaljenosti teles pod vodo z **ultrazvokom**. Izvir na ladijskem dnu odda kratkotrajne sunek ultrazvoka, ki potuje v izbrani smeri, se odbije na oviri in se vrne do sprejemnika. S pasivnim sonarjem lahko odkrivamo tudi lokacije kavitacije.

Srednjetačne črpalke Črpalke s črpalno višino od 20 do 50 m. Prim. Črpalke.

Staranje Spreminjanje parametrov zaradi **propadanja materiala** in drugih procesov, ki so **neodvisni od pogojev obratovanja**. **Umetno** ~: pospešen postopek, s katerim dosežemo **ustalitev lastnosti materiala v krajšem času** kakor z naravnim staranjem. Npr. toplotno ali oksidativno staranje. Tudi tekočine (npr. olja) se starajo.

Primer za **naravno staranje**: pojav, da postane zlitina trša, če dalj časa stoji pri normalni temp..

Umetno staranje: pojav, da postane zlitina trša, če se nekaj časa zmerno segreva, npr. izločanje drobnih karbidov, nitridov in drugih delcev po mejah kristalnih zrn jekel v temp. območju od 250 do 300°C. Razl. utrujenost.

Stiskalnica Naprava za preoblikovanje, pri kateri se orodje giblje premočrtno. Sin. preša.

Na stiskalnici se lahko izvaja cela vrsta različnih proizvodnih procesov:

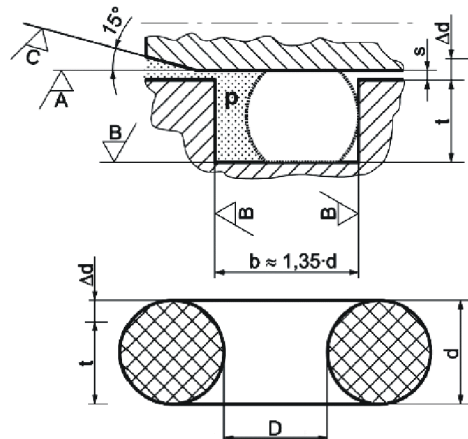
- spajanje (npr. vtiskovanje puš),
- ločevanje (npr. rezanje pločevine),
- preoblikovanje (npr. globoki vlek),
- primarno oblikovanje (npr. sintranje) itd.

Načini delovanja so podobni kakor pri dvigalih:

- s povečevanjem navora (**vzvod**),
- z vrtenjem vijajnice (**vijačne stiskalnice**),
- s povečevanjem prestavnega razmerja (stiskalnice **z zobatim drogom** itd.),
- s pomočjo vrvi in vrvenic (**škripci, vitli**) in
- s povečevanjem površine bata (**hidravlika**).

Seveda lahko tudi kombiniramo načine stiskanja, npr. vzvod in hidravlika itd.

Tesnila delovnih valjev Največja priporočljiva hitrost bata je cca 12 m/s, kar je odvisno od vrste materiala dinamičnih tesnil, izvedbe tesnenja in od pogojev obratovanja.



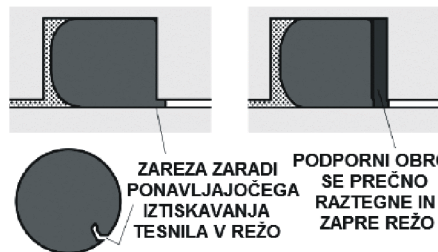
Za zagotavljanje dobrega tesnenja je potrebno upoštevati naslednja pravila:

- O-ring se naj **stisne za 10-20%**, kar pomeni, da je tudi **globina utora t** temu ustrezno nižja
- **širina utora b** znaša približno **130-140% od d**
- **hrapavost površine** za mirujoča tesnila v $[\mu\text{m}]$, pri čemer ločimo kontaktno površino A, dno in stene utora B ter vstopno poševnico C:

		R_a	R_{max}
A	konstanten tlak	1,6	6,3
	nihajoč tlak	0,8	3,2
B	konstanten tlak	3,2	12,5
	nihajoč tlak	1,6	6,3
C		3,2	12,5

Trdota tesnil naj znaša 70 - 90 Shorev. Večja trdota je namenjena za večje tlake.

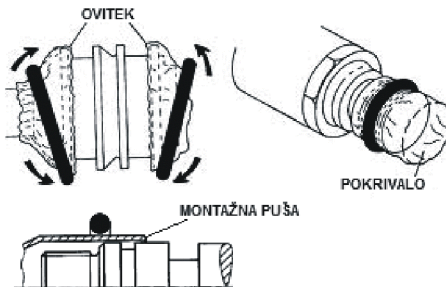
- **pri zelo visokih tlakih** se tesnilo iztisne v režo s, kar povzroči zarezo na tesnilu:



ZAREZA ZARADI PONAVLJAJOČEGA IZTISKAVANJA TESNILA V REŽO
PODPORNI OBROČ SE PREČNO RAZTEGNE IN ZAPRE REŽO

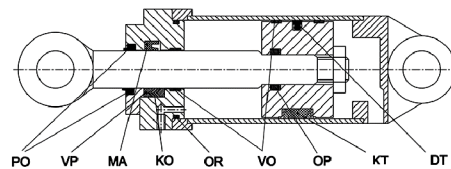
To preprečimo z dovolj ozko režo med batom in valjem s, konstrukcija pa mora biti dovolj trdna, da se reža ne širi zaradi pritiska. **Primer**: pri tlaku 8 MPa, pri obratovanju na običajni sobni temp. in pri trdoti tesnila 70 Shorev naj reža ne presega 0,2 mm. Če tega ne moremo zagotoviti, tedaj je potrebno uporabiti še dodatni podporni obroč (lahko tudi obojestransko) iz trše plastike

- izogibati se moramo **montažnim poškodbam**: O-ringi se ne smejo montirati pod pritiskom preko ostrih robov. Razen ostrih utorov so nevarni tudi navoji, ozobja, izvrtine itd. Utoke pred montažo **namažemo** s takšnim oljem, ki ustreza kasnejši uporabi. **Ostra mesta** prekrijemo z ovitkom, uporabljamo pa tudi **montažne puše**:



- pri izboru tesnil se raje odločamo za **debelejše** premere O-ringov d
- izbiramo **pravilne elastomere** s **pravimi dimenzijami**: tesnilo ne sme biti pretesno (premočno stiskanje) in tudi ne preveč ohlapno

Poglejmo še vrste tesnil na hidravličnem valju:



Tlačna višina Višina vodnega stolpca, ki jo zmora črpalka. Pri karakteristiki črpalke je to tlačna razlika, ki jo lahko ustvari črpalka pri podanem pretoku Q. Sin. dobavna višina.

Tlačni pretvornik Glej Pretvornik tlaka.

Tlačno omejevalni ventil Glej Hidravlika - varnostni ventil.

Tolkač Glej Plunžer.

Turbina Pogonski stroj, ki spreminja energijo fluída (pretok zraka, pare ali vode) v mehansko delo. Naspr. črpalka, kompresor. Prim. pnevmatični motor, hidromotor.

Varnostni ventil Med **pnevmatskimi napravami** je najpogosteje mišljen: **izpustni ventil**. Pri **hidravliki** - glej Hidravlika - varnostni ventil.

Ventil Naprava za reguliranje pretoka tekočin in plinov. Sin. zapiralo, zaklopka. Npr.:

• **redukcijski** ~: ki na odjemni strani omogoča stalno enak, znižan tlak plina, pare

• **tlačni** ~: skozi katerega izteka tekočina iz črpalke, plin iz batnega kompresorja itd.

• **sesalni** ~: skozi katerega doteka tekočina v valj batne črpalke ali motorja

• **varnostni izpustni** ~: ki se avtomatično odpre, ko tlak tekočine, plina preveč naraste

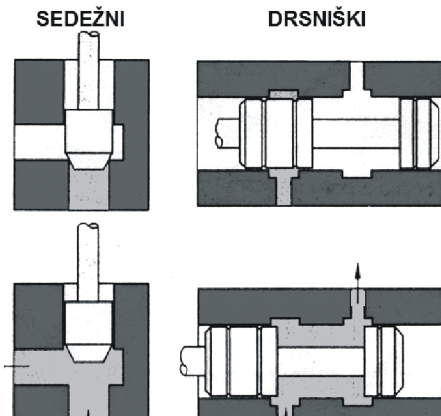
• **zapirni** ~: pipe (sedežni, poševnosedežni in krogelni ventili) in zasuni

Prim. potni-, zapirni-, tokovni-, redukcijski ventil.

Ventil za omejitev tlaka Glej Hidravlika - varnostni ventil.

Ventil za znižanje tlaka Glej Hidravlika - ventili za znižanje tlaka.

Ventili - konstrukcijski principi V osnovi razlikujemo **sedežne** (levo) in **drsniške** (desno) ventile:



	SEDEŽNI	DRSNIŠKI
zapiranje	tesno	lekažni pretok
nečistoče	neobčutljivost	občutljivost
izdelava	draga	enostavna
pot aktiviranja	kratka	dolga

Vijačna črpalka Glej Vijačna črpalka znotraj gesla Črpalke - pretočne.

Visokotlačne cevi Običajno so s tem izrazom mišljene hidravlične cevi. Razdelimo jih na 2 nivoja:

- visokotlačne cevi do 200 bar
- visokotlačne cevi do 700 bar

Prim. Hidravlični vodi.

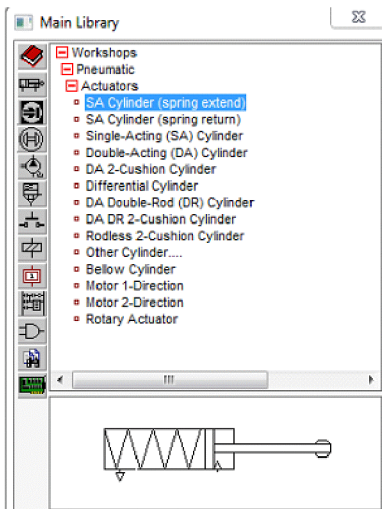
Visokotlačne cevi pri dizelskih motorjih z notranjim zgorevanjem povezujejo visokotlačno tlačilko s šobo v zgorevalnem prostoru - vzdržijo tudi tlake 2000 bar in več!

Visokotlačne črpalke Črpalke s črpalno višino nad 50 m. Prim. Črpalke.

Zobniška črpalka → Znotraj gesla Črpalke, volumenske - rotacijske.

AUTOMATION STUDIO

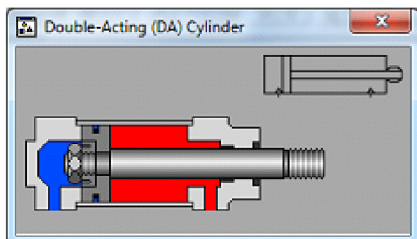
2K Kratica za **dvoklik** na miški. Glej Miška.
Aktiviranje potnih ventilov Glej Potni ventil.
Aktuator Pneumatic / Actuators in sedaj lahko poljubno izbiramo vrsto aktuatorja (delovni valji, zasučni cilindri, pnevmatsko vzmetenje itd.). V spodnjem delu okna se pokaže narisani aktuator, da se ne bi odločili za napačnega:



Z LT pritrdimo aktuator na ozadje in takrat se prikaže okence, ki omogoča nastavitve podatkov. Ime aktuatorja napišemo v jeziku Catalog.

ALI člen Izmenični nepovratni ventil: Main Library / Pneumatic / Flow controls / Shuttle Valve.

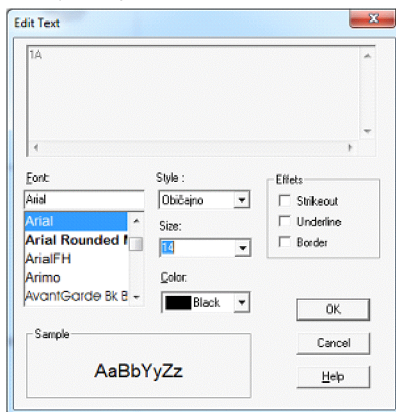
Animacija Možno jo je prikazati za nekatere komponente, npr. za dvosmerni delovni valj: LT na Start Project / DT na dvosmerni delovni valj in prikaže se okence, v katerem izberemo možnost Animation. Prikaže se okno:



Gibanje se vidi pri preizkusu delovanja vezja.

AS Kratica za automation Studio.

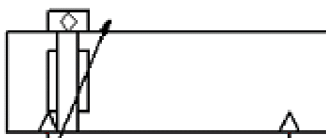
Besedila - urejanje DT na besedilo (npr. na ime elementa) in odpre se okno Edit Text:



Izbiramo lahko vrste, velikosti, barve in oblike fontov. Efekti: prečrtano (Strikeout), podčrtano (Underline) in obkroženo (Border).

Bistabilno električno stikalo Toggle switch - preklopno električno stikalo: Electrical Control (Europe) / Switches / Toggle Switch NO ali NC. Sin. preklopno stikalo.

Brezbatnični valj Pneumatic / Actuators / Rodless 2-Cushion Cylinder



Brezdotično stikalo Simbol na pnevmatični shemi: Pneumatic / Sensors / Proximity sensor



Električni simbol najdemo pod geslom Stikala. Podrobneje glej geslo Končno stikalo.

Brezdotični senzor Glej Brezdotično stikalo, Senzor. Ang. Proximity sensor.

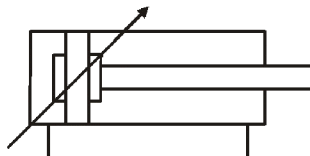
Časovni člen Glej Pnevmatični časovni člen.

Delovanje neke naprave Automation studio omogoča ogled delovanja neke naprave (npr. dvosmerne valja): najprej **vključimo simulacijo**, nato pa samo še **desni klik na napravo** / odpre se majhno okence / izberemo Animation in tako vključimo ogled notranjosti te naprave. Vidimo lahko tudi razliko med začetnim stanjem (mirovanje) in med delovanjem (če smo vključili simulacijo). Za potne ventile ogled notranjosti naprave ni mogoč.

Časovni člen Glej Pnevmatični časovni člen.

Delovni valj Glej Aktuator.

Delovni valj s končnim dušenjem Pneumatic / Actuators / DA 2-Cushion Cylinder



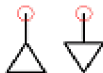
DVOSMERNI DELOVNI VALJ Z NASTAVLJIVIM KONČNIM DUŠENJEM

Delovni vod Main Library / Pneumatic / Lines Pressure line (polna črta).

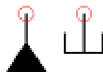
Kadar povezujemo dva priključa, tedaj končamo z enim klikom.

Če pa rišemo delovni vod, ki se ne konča na nekem priključku, tedaj ga zaključimo z dvojnim klikom. Na ta način lahko ustvarimo tudi **razvod** - razdelitev delovnega voda na dva ali tri vode.

Dovod / odvod zraka Main Library / Pneumatic / Lines / Pneumatic pressure source ali Main Library / Pneumatic / Lines / Exhaust



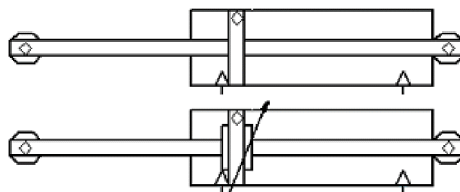
Dovod olja / povratek v rezervoar Hydraulic / Lines / Hydraulic Pressure Source ali Hydraulic / Lines / Return to tank



DT Kratica za **desno tipko** na miški. Glej Miška.

Dušilni ventil Main Library / Pneumatic / Flow controls / Fixed Throttle Valve. Čeprav ni nastavljen (nima puščice), se vseeno lahko v Automation Studio nastavlja stopnja dušenja.

Dvostranski delovni valj Pneumatic / Actuators / DA Double-Rod (DR) Cylinder ali DA DR 2-Cushion Cylinder



Dvotlačni ventil (IN člen) Main Library / Pneumatic / Flow controls / AND Valve

Električna shema Narišemo:

- **IZVOR** enosmerne električnega toka: **pozitivni priključek** za električni tok: Electrical control (Europe) / Power Power Supply 24 Volts **negativni priključek**: Electrical control (Europe) /

Power Sources Common (0 Volts)

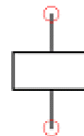
• električne **TOKOKROGE** ter vnašamo električne **vode** in električne **elemente** oziroma **naprave**

Električni tok - izvor → Izvor električnega toka.

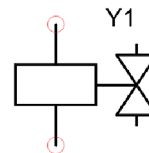
Električni vod Main Library / Electrical Controls Europe / Lines / Electric wire

Električno končno stikalo Glej geslo Končno stikalo.

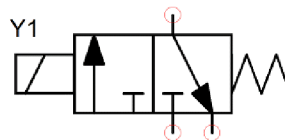
Elektromagnet Običajno je s mišljena tuljava (navitje) releja: Electrical control (Europe) / Output Components / Coil



Elektromagnetni ventil **V električni shemi** ga nastavimo tako: Main Library / Electrical control (Europe) / Output Components / **Solenoid** / LT na delovno površino, odpre se okence za poimenovanje elektromagneta, LT jeziček Simulation, v vrstico Tagname vnesemo ime elektromagneta, npr. Y1 / OK in na pnevmatični shemi se zraven elektromagneta pojavi še oznaka Y1.



V pnevmatični shemi je elektromagnet **način aktiviranja** potnih ventilov (**solenoid**). Najprej izberemo potni ventil, npr. Pneumatic / Directional Valves / izberemo npr. 3/2 NC Valve in LT na delovno površino. Odpre se okence za določanje potnega ventila, v njemu LT na levo stanje, da pordeči / v podokencu Controls poiščemo simbol za Solenoid in 2K, ob stanju potnega ventila se prikaže simbol za solenoid / LT na simbol za elektromagnet (da pordeči) in v polje **Tagname** vpišemo oznako za solenoid, npr Y1 (**napačno** bi bilo: LT na jeziček Catalog in v vpis Y1 v vrstico Item identifier) / na desni strani potnega ventila definiramo vzmet kot način vračanja v osnovno stanje / OK in na pnevmatični shemi se zraven elektromagneta pojavi še oznaka Y1:



POZOR:

Pri elektropnevmatiki imamo elektromagnet (solenoid) narisani tako **na pnevmatični** kakor **tudi na električni shemi**:

1. Na pnevmatični oz. hidravlični (zgornji) shemi je magnetni ventil **način aktiviranja**. Potrebno ga je **posebej poimenovati** (npr. 1Y1, 1Y2), čeprav ima potni ventil tudi svojo oznako.

2. Na električni (spodnji) shemi je elektromagnetni ventil ena od naprav, ki se tudi poimenuje.

Ime istega magnetnega ventila mora biti **enako** v pnevmatični in električni shemi, sicer **simulacija** takšnega vezja **NE BO DELOVALA!**

Kako poimenujemo elektromagnetni ventil **na pnevmatičnem delu sheme**: v okencu za aktiviranje potnih ventilov LT na EM, da pordeči (samo aktiviranje, ne pa tudi potni ventil) / v polju Tagname vnesemo ime EM

Kako poimenujemo elektromagnetni ventil **na električnem delu sheme**: v okencu za lastnosti EM izberemo jeziček Simulation in vnesemo ime v polje Tagnames.

Elektropnevmatika Posebej moramo narisati pnevmatično in posebej električno shemo.

Enosmerni ventil Main Library / Pneumatic / Flow controls / Check Valve

Enosmerni dušilni ventil Main Library / Pneumatic / Flow controls / Variable NR Throttle Valve (NR pomeni Non-Return - enosmerni)

Enosmerni nastavljivi dušilni ventil Main

Hitroodzračevalni ventil Main Library / Pneumatic / Flow controls / **Quick Exhaust Valve**
Ident Oznaka, s katero natančno določimo (identificiramo) napravo.

Identifikacija Str.: nedvomno in natančno prepoznavanje naprave, sestavnega dela, materiala itd. Npr. ~ pnevmatičnega elementa: potni ventil 3/2 NC, aktiviranje s tipko in vračanje v osnovno stanje z vzmetjo.

V splošnem identificiramo tudi osebo, žival, rastlino itd. Sin. istovetenje, ugotavljanje istovetnosti.

Imenovanje pnevmatičnih elementov Glej Oznacavanje pnevmatičnih elementov.

Impulzni rele Glej Rele.

IN člen Dvotlačni ventil: Main Library / Pneumatic / Flow controls / AND Valve

Izmenični nepovratni ventil Glej ALI člen.

Izvor električnega toka Main Library / Electrical control (Europe) / Power Sources in izberemo ustrezen izvor toka, običajno izberemo dva priključka: Power Supply 24 Volts in Common (0 volts).

Izvor zraka Glej dovod zraka.

Klecnko kolesce Glej Končno stikalo, med vrstami mehanskega končnega stikala.

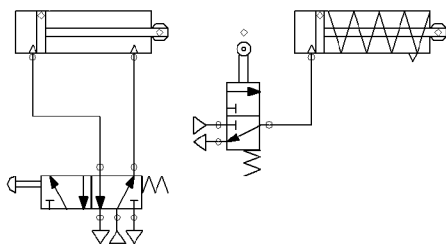
Končno stikalo Ne pozabimo, da je vsako končno stikalo sestavljeno iz:

- senzorja in
- stikala.

Zato moramo v Automation studiu izbrati ustrezen **senzor** (ang. Sensor) in ustrezno **stikalo** (to pa je npr. ustrezen potni ventil).

Automation Studio omogoča:

a) **Direktno** risanje mehanskih kontaktnih končnih stikal. Mehanski senzor je kolešček (roller), stikalo pa je potni ventil:



Pri direktnem risanju dobimo mehansko končno stikalo tako, da potni ventil zavrtimo za 90° (DT / v padajočem meniju pa Rotate right 90°).

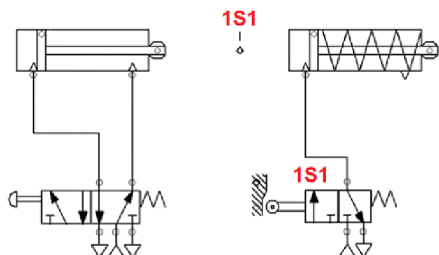
Na pravo **pozicijo** ga nastavimo tako, da najprej iztegnemo delovni valj (DT / Properties / in v jezičku Simulation, vrstica Extension nastavimo 100%). Nato je treba **karo** v pahu delovnega valja **poravnati s karom** končnega stikala.

b) **Posredno** risanje **kontaktnih** končnih stikal je **predpisano s standardi**.

Zamisliti si moramo, da je kolešček (roller) sestavljen iz dveh delov: iz **sprejemnika** in iz **oddajnika** mehanskega signala.

Narisati moramo torej **dva sestavna dela**:

- **sprejemnik** mehanskega signala, ki prikazuje dejanski položaj končnega stikala
- **oddajnik** mehanskega signala, ki prikazuje preneseni (shematični) položaj končnega stikala



Kako rišemo **mehansko končno stikalo** (mehanski senzor s pnevmatičnim stikalom - potnim ventilom) **na posredni način**:

Najprej moramo mehanski senzor - **sprejemnik** signala nastaviti na pravilno **pozicijo** v shemi:

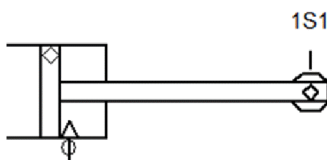
• najprej **iztegnemo batnico** pnevmatičnega valja, ki bo aktiviral končno stikalo: 2K na valj, odpre se okence / LT na jeziček Simulation in v vrstici Extension nastavimo 100%

• nastavimo **sprejemno mesto** mehničnega senzorja na položaj iztegnjenega paha na batnici: Main Library / Pneumatic / **Sensors** / Sensor Ref. (bidirectional):

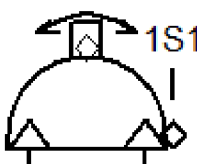


Ta senzor je možno vezati **izključno na mehanski kontakt** - oddajnik signala.

Poravnamo **karo** oznako senzorja **s karo** oznako na pahu iztegnjene batnice, LT in odpre se okence / v jezičku Simulation, vrstica Tagname vpišemo oznako senzorja, npr. 1S1, OK / batnico vrnemo nazaj na uvlečen položaj (0%)



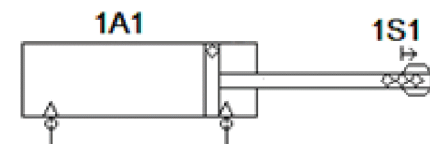
Če imamo zasučni cilindar, tedaj mehanski senzor nastavimo tik ob njegovi desni strani:



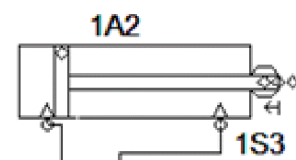
Izberemo si lahko tudi **enosmerno delujoči mehanski senzor** - Sensor Ref. (unidirectional):



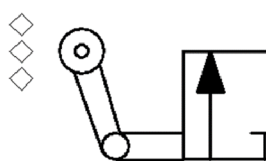
Enosmerno delujoči mehanski senzor je praviloma namenjen za ustvarjanje impulznih (kratkotrajnih, trenutnih) signalov. To pomeni, da ga mora batnica prevoziti, ne pa samo povoziti. Z izvlekom batnice na delovnem valju ga poravnamo tako, da karo na batnici poravnamo **s tretjo od leve** (povsem desno) karo na senzorju.



Enosmerno delujoči mehanski senzor lahko tudi obrnemo in ga uporabimo za tipanje uvleka:



V primeru, da smo izbrali enosmerno delujoči mehanski senzor, mora potni ventil aktivirati **klecnko kolesce** (Unidirectional Roller). Mehanski kontakt nato **nastavimo na 3 polja nad srednjo karo** na klecnem kolescu:



Mehanski kontakt - oddajnik signala:

• spet Main Library / Pneumatic / znotraj **Sensors** izberemo Mechanical Contact / LT na pozicijo, pojavi se okence / v jezičku Simulations vpišemo Tagname, npr. 1S1

• DT na mehanski kontakt, na padajočem meniju Rotate Left 90 in mehanski kontakt se obrne:



Kako mehanski senzor deluje v tem položaju:

• ko ga bo povozil pah, se bo pomaknil **za 3 polja navzdol**

• ko se bo pah ponovno odmaknil, se bo mehanski kontakt vrnil za **3 polja navzgor**

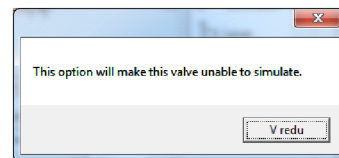
• izberem ustrezni potni ventil in ga nastavim na prostor za risanje, leva aktivacija naj bo roller, desna pa vzmet; če imamo mehanski kontakt že poimenovan, nam potnega ventila **ni treba poimenovati**

• roler moramo pravilno nastaviti na mehanski kontakt: najprej poravnamo **karo** rolerja s karom mehanskega kontakta, zatem pa samo še za **3 polja navzdol**; tako bi povezava morala delovati

Kako narišemo, da je izhodiščno stanje končnega stikala (potnega ventila) na levi strani

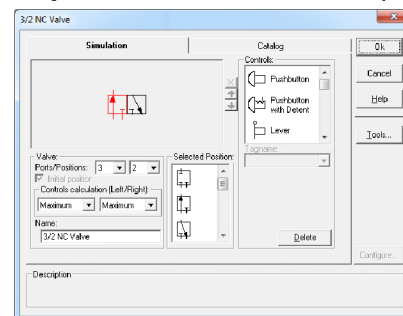
• prve tri točke so enake kot v prejšnjem odstavku

• v oknu izbranega potnega ventila izberemo levo stanje (ki pordeči), nato pa med možnostmi izberem **initial position**; pojavi se opozorilno okno, na katerem potrdimo V redu:



Zavedamo se, da potni ventil z levim izhodiščnim stanjem **ni možno simulirati v AS**, ta izbira je uporabna **samo za risanje!**

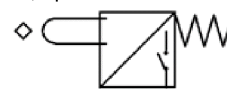
Tako izgleda okno za levo izhodiščno stanje:



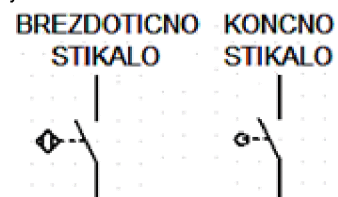
Risanje **električnega končnega stikala** (mehanski senzor in električno stikalo):

• začetne točke so enake kakor pri mehanskem končnem stikalu

• namesto Sensor Ref. (bidirectional) nastavim na prostor za risanje Main Library / Pneumatic / Sensors / **Mechanical Position Sensor**, ki pretvarja mehanske signale v električne; posebej ga poimenujemo, npr. 1S1



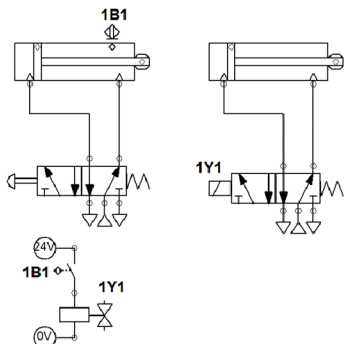
• v električnem vezju vstavimo Switches / **Limit Switch** (končno stikalo) z enakim imenom kot pri Mechanical Position Sensor, torej 1S1
 Razlikuj:



• ko bo Mechanical Position Sensor zaznal pomik, ga bo pretvoril v električni signal, ki vklopi Limit Switch

AS avtomatično poskuša povezati neoznačene dajalnice in sprejemnike signalov med seboj. Zato lahko končno stikalo deluje **tudi, če nismo vnesli Tagname** - vendar v primeru, če imamo le eden neoznačen dajalec signalov, neoznačenih sprejemnikov signalov pa je lahko tudi več.

c) Risanje **brezdotočnih** končnih stikal v elektro-pnevmatični shemi:

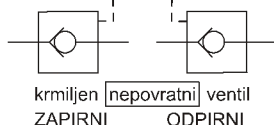


- pri Main Library / Pneumatic / **Sensors** / izberem Proximity Sensor
- pozicioniranje je sicer lahko enako kot pri mehanskem končnem stikalu, običajno pa brezdotični senzor nastavim **nad valjem** (poravnam z batom, tako je npr. pri reedovem stikalu)
- v električnem vezju vstavimo Proximity Switch (brezdotočni stikalo) z enakim Tagname imenom kot pri Proximity Sensor, npr. 1B1
- ko bo Mechanical Proximity Sensor zaznal pomik, ga bo pretvoril v električni signal, ki vklopi Proximity Switch

Kontakti Main Library / Electrical control (Europe) / Contacts - kontakti **pri relejih** in kontaktorjih / Izbor ustreznega kontakta (NO - normally open, NC - normally closed).

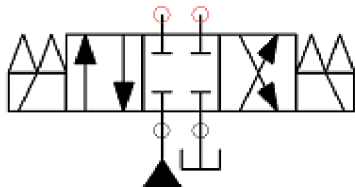
Če imamo v mislih stikalo, tedaj gledamo geslo Stikala (Switches).

Krmiljeni nepovratni ventil Main Library / Pneumatic / Flow Controls / izberem: Pilot-operated Check Valve Open (odpirni) ali Pilot-operated Check Valve Close (zapirni)



Krmilni vod Main Library / Pneumatic / Lines / Pivot line (črtkana črta)

Krmilnik poti Hydraulic / Directional valves in izbiram možnosti. Podrobneje → **Potni ventil**.

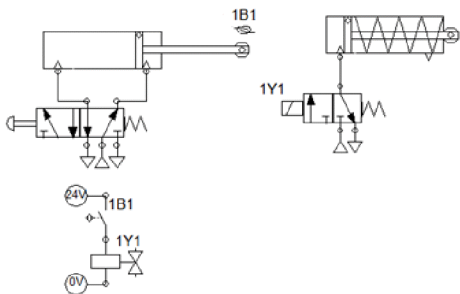


Krogrec Priključek (na liniji, na ventilih itd).

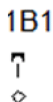
LT Kratica za **levo tipko** na miški. Glej Miška.

LTP - Leva tipka pritisnjena. Tipko **držimo in miško vlečemo**. Glej Miška.

Magnetni senzor Pneumatic / Sensors / Magnetic sensor. Lahko ga vežemo na Proximity Switch na električni vezalni shemi.



Lahko izberemo tudi Pneumatic / Sensors / Sensor Ref. (magnetic) in dobimo drugačen simbol, ki ga lahko uporabimo na enak način:



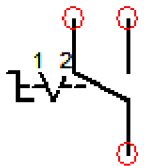
Prim. Reedovo stikalo.

Manometer Pneumatic / Accessories / Pressure indicator.

Mehanski kontakt Glej Končno stikalo.

Mehansko končno stikalo z električnim senzorjem Glej geslo Končno stikalo.

Menjalno stikalo Electrical control (Europe) / Switches / 2 Position Switch



Miška Kratica za delo z miško: **2K** - dvojni klik, **DT** - desna tipka, **LT** - leva tipka, **LTP** - levo tipko držimo pritisnjeno in vlečemo, **ST** - srednja tipka.

Mreža Nastavimo si jo z ukazom View/ Grid

Način aktiviranja potnih ventilov Glej Potni ventil.

Nastavljivi dušilni ventil Variable Throttle valve

Navitje Glej Elektromagnet.

Nepovratni ventil Glej Enosmerni ventil.

Nepovratni dušilni ventil Glej Enosmerni dušilni ventil.

Nepovratni nastavljivi dušilni ventil Glej Enosmerni nastavljivi dušilni ventil.

Nivojsko stikalo Glej Level Switch.

Obkrožanje oznak Glej Besedila - urejanje.

Obraščanje simbolov DT na simbol, pojavi se padajoči meni / LT na Rotate Left 90° ipd.

Odpiranje datoteke Ko odpremo program Automation Studio, vidimo samo dve ikoni: New Project ali Open. Nov projekt odpremo z ukazom New Project. Odpre se okence new Project, izberemo template Normal.prt / OK, odpre se okno Project 1 in LT na ikono New Diagram (5. ikona z leve).

Nekoč že ustvarjeni projekt pa odpremo z izborom možnosti Open, v nastalem oknu Open si izberemo projekt z 2K in v novem oknu se prikažejo dokumenti, ki se nahajajo v tem projektu. Samo še 2K na izbrani dokument in odpre se nam shema.

Odzračevalni senzor Pneumatic / Sensors / Bleed sensor.

Označevanje pnevmatičnih elementov Elemente označujemo (poimenujemo) z DT na element, v padajočem meniju pa izberemo Properties. Druga možnost: 2K na element.

Elementi, ki jih je treba v shemi **identificirati**, so: delovni valji, potni ventili, zaporni, zapirni tokovni in vse vrste ventilov. V okencu, ki se odpre, imajo ti elementi **samo eno možnost poimenovanja**: Catalog / **Item Identifier**. Ident, ki ga vnesemo, je viden tudi na shemi.

Elementi, ki jih je treba v shemi **povezati**, so: senzorji, stikala (lahko ju povežemo v končna stikala), navitja (coil) ipd. Ti elementi pa imajo dve možnosti:

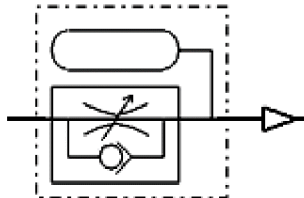
- Simulation / **Tagname** - vnesemo povezavo
 - Katalog / **Item Identifier** - vnesemo ident
- Pri povezovalnih elementih se na shemi pokaže samo Tagname.

Pnevmatična vzmet Pneumatic / Actuators / Bellow Cylinder

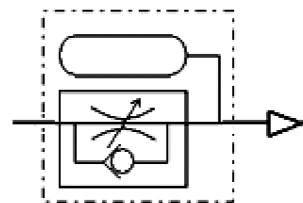


Pnevmatični časovni člen Main Library / Pneumatic / Timers / izberemo:

ON Delay Timer (1 input) - zakasnitev vklopa:



Ali OFF Delay Timer (1 input) - zakasnitev izklopa:

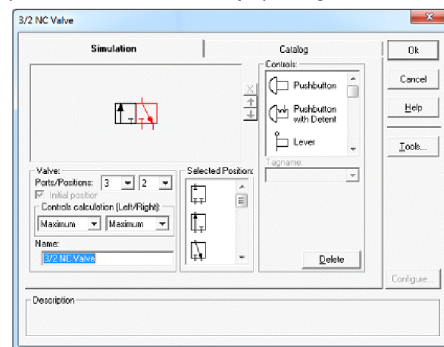


Nastavi se lahko zamik od 0 do 99, kar pa niso vrednosti za sekunde. Vrednost 99 ustreza približno 3 sekundam.

Počasna simulacija Glej Simulacija.

Poimenovanje pnevmatičnih elementov Glej Označevanje pnevmatičnih elementov.

Potni ventil Main Library / Pneumatic / **Directional valves**. Izberemo potni ventil (npr. 3/2 NC) in z miško "odnesemo" potni ventil iz okvirčka. Z LT ga zasidramo na želeno pozicijo na podlagi, dpre se okno za definiranje potnega ventila:



V jeziku Simulation imamo več okenc, način aktiviranja izbiramo v okencu Controls, npr.:

External pilot - posredno aktiviranje z nadtlakom, ki ga lahko nadziramo od zunaj. Deluje enako kot Pneumatic Pilot, le da ima še dodatno predkrmiljenje. Nanj lahko priključimo tlačni vod.

Internal pilot - pozor: posredno aktiviranje z nadtlakom, ki nima zunanega priključka, ne bomo ga mogli direktno povezati s tlačnim vodom kot npr. External Pilot! Lahko pa ga zaporedno povežemo s Solenoidom.

Lever - ang. vzvod, aktiviranje z ročico

Override - aktiviranje v primeru potrebe, ang. override: pregaziti. Potni ventil ima luknjico, skozi katero lahko potisnemo tanko palico. Na ta način po potrebi aktiviramo potni ventil in obenem razveljavimo predhodna aktiviranja.

Pneumatic Pilot (negative relief) - direktno aktiviranje s podtlakom. Nanj lahko priključimo podtladni vod, npr. od Venturijeve cevi.

Pneumatic Pilot (positive pressure) - direktno aktiviranje z nadtlakom. Nanj priključimo tlačni vod.

Plunger - tolkač, splošno mehansko aktiviranje

Pushbutton - aktiviranje s tipko

Roller - aktiviranje s kolescem

Solenoid - aktiviranje z elektromagnetom

Spring - vračanje v izhodiščno stanje z vzmetjo

Če izberemo Pushbutton in Spring, dobimo:



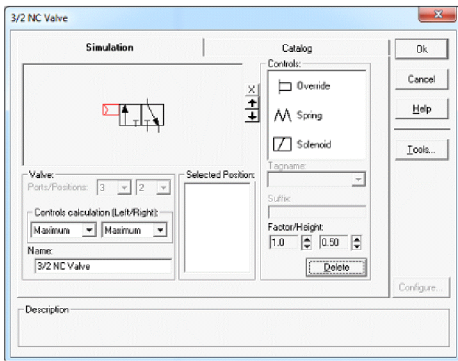
Pod jezičkom **Catalog** pa lahko vnesemo podatke o potnem ventilu, npr. **ime potnega ventila** itd.

Poimenujemo lahko tudi način aktiviranja potnega ventila, npr. **elektromagnetni ventil**: LT nanj in odpre se polje Tagname, kamor vnesemo ime.

Kombiniran način aktiviranja pa ustvarimo tako:

a) **Zaporedno** vnašanje simbolov:

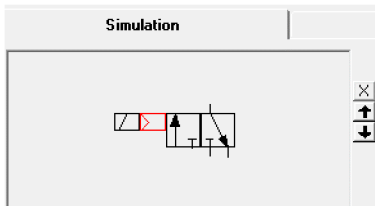
- najprej vnesemo prvi način aktiviranja; v našem primeru (spodnja slika) 2K na Internal Pilot; nato ga z LT označimo rdeče:



v majhnem okecu desno se vidijo možnosti, katere načine aktiviranja lahko dodajamo

- Override
- Spring
- Solenoid

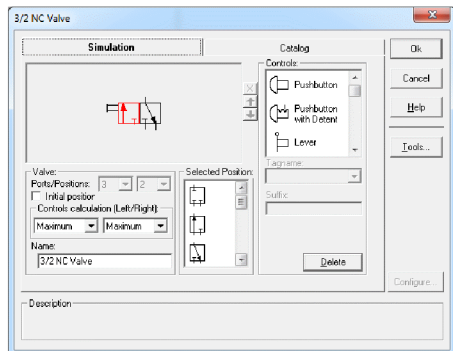
• sedaj pa izberemo naslednji simbol za aktiviranje, v našem primeru Solenoid, in dobimo:



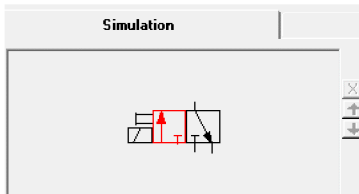
Na ta način smo nastavili posredno aktiviranje oziroma predkrmljenje, podrobnosti glej v poglavju Pnevmatika, geslo Potni ventil - način aktiviranja in v poglavju Elektropnevmatika, geslo Elektromagnetni venti.

b) Vzoredno vnašanje simbolov:

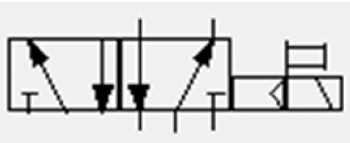
• najprej izberemo tisti simbol, ki ga želimo videti **zgoraj**



• še vedno moramo imeti izbrano levo stanje in samo še **dodamo spodnji simbol**



c) Vzoredno in zaporedno vnašanje simbolov - poskusimo ustvariti naslednje aktiviranje:

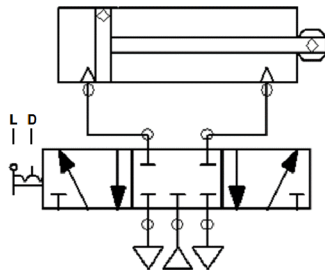


Rešitev: najprej vnesemo posredno aktiviranje z nadtlakom (Internal Pilot) in ga s puščicami pomaknemo navzdol. Nato zaporedno dodamo najprej aktiviranje v primeru potrebe (Override) in takoj za njim še elektromagnet (Solenoid).

Pri potnem ventilu 5/3 ne moremo izbirati tipke, na razpolago je le ročica (lever). Pri simulaciji se lahko pojavijo problemi, kadar želimo aktivirati srednje stanje in s tem ustaviti delovni valj nekje

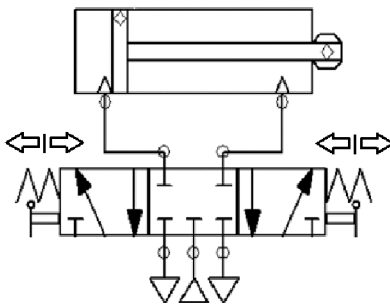
vmes, ne samo pri dokončnem izvleku / uvleku.

Možna rešitev je uporaba zaskočne ročice (lever with detent):



Kako ukrepamo pri simulaciji tega vezja:

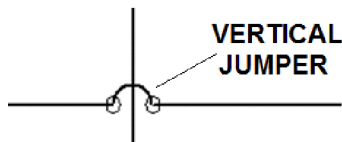
- LT na zaskočno ročico na širini L premakne potni ventil za eno stanje levo
 - LT na zaskočno ročico na širini D premakne potni ventil za eno stanje desno
- Druge možnosti pa je kombinirano vzoredno aktiviranje, dodamo vzmet:



Zgornji dve vzmeti sta namenjeni samo za vračanje v osnovno (sredinsko) stanje takrat, ko ročici (lever) nista aktivirani. Zgornja risba nam kaže, da se leva in desna ročica ne aktivirata na enak način. Pri levi ročici je meja med potegom in pritiskom nekje na sredini stebila. Pri desni ročici pa je meja med potegom in pritiskom točno na ročici. Prim. Krmilnik poti.

Prisesek Pojasnilo pod geslom Venturijeva cev. **Preizkus delovanja krmilne sheme** Glej geslo Simulacija.

Preskok voda Zaradi jasnosti sheme lahko uporabimo simbol Pneumatic / Lines / Vertical Jumper in s tem jasno pokažemo, da dva voda nista povezana, se samo križata:



Horizontal jumper pa naredimo tako, da vertikal jumper rotiramo.

Protipovratni ventil Glej Enosmerni ventil.

Protipovratni dušilni ventil Glej Enosmerni dušilni ventil.

Protipovratni nastavljeni dušilni ventil Glej Enosmerni nastavljeni dušilni ventil.

Protitlačni nastavljeni dušilni ventil Main Library / Pneumatic / Flow controls / Variable NR Throttle Valve (NR pomeni no return - enosmerni)

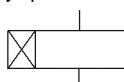
Razvod Glej Delovni vod.

Reedovo stikalo Main Library / Pneumatic / Sensors / Sensor Ref. (magnetic) ali Magnetic Sensor

Rele Rele sestavljajo tuljavica (napajanje) releja in kontakti. Če želimo vstaviti rele, tedaj moramo:
 1. Določiti tuljavico Main Library / Electrical control (Europe) / Output Components / **Coil**.
 2. Določiti še vrsto kontakta Main Library / Electrical control (Europe) / Contacts.

Rele z zakasnitvijo vklopa:

Vrsta tuljavice je **Coil with On Delay**, zakasnitev nastavimo v Properties / vrstica Preset (prednastavitev; 100 enot je približno 2 s zakasnitve):



Zakasnitev vklopa deluje na naslednjih vrstah kontaktov: Contact NO, Contact NC, Contact with

On delay NO, Contact with On delay NO.

Rele z zakasnitvijo izklopa:

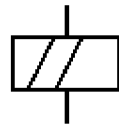
Vrsta tuljavice je **Coil with Off Delay**, zakasnitev nastavimo v Properties / vrstica Preset.



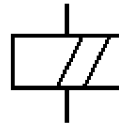
Zakasnitev izklopa deluje na naslednjih vrstah kontaktov: Contact NO, Contact NC, Contact with Off delay NO, Contact with Off delay NO.

Impulzni rele:

Coil Latch (Set) - impulzni rele, ki aktivira kontakte



Coil Unlatch (Reset) - impulzni rele, ki vrača kontakte v osnovno stanje



Risanje črt, pisanje teksta Na osnovni zaslonki sliki so na desni strani navpično postavljena:

- orodja za risanje (ravne črte, ukrivljene črte, krog, elipsa, pravokotnik itd.), možno je izbirati različne tipe in debeline črt
- orodje za pisanje



Ta možnost nam pri shemah pride v poštev, kadar želimo npr. združevati elemente (črta pika) ali dodati kakšno pojasnilo.

Z LT kratko pritisnemo na izbrani ukaz, kurzor spremeni obliko in že lahko rišemo.

Rotacija Desni klik / rotate.

Senzor Main Library / Pneumatic / Sensors in imamo več možnosti:

Bleed sensor, glej Odzračevalni senzor.

Magnetic sensor, glej Magnetni senzor.

Mechanical contact - mehanični kontakt oz. zaznavanje mehanskih dražljajev. Glej geslo Končno stikalo.

Pressure sensor, glej Tlačno stikalo.

Proximity sensor, splošni izraz za brezdotično stikalo, glej Brezdotično stikalo, Stikala, Končno stikalo.

Sensor Ref. (bidirectional), senzor za mehanski kontakt, ki deluje **v dveh smereh** - uporaben npr. za mehanično aktiviranje potnega ventila s kolescem: Pneumatic / Sensors / Sensor Ref. (bidirectional), pogrobnjeje glej Končno stikalo

Sensor Ref. (unidirectional), senzor za mehanski kontakt, ki **deluje v eni smeri** - uporaben npr. za mehanično aktiviranje potnega ventila s klesnim kolescem. Pneumatic / Sensors / Sensor Ref. (unidirectional).

Sesalno prijemalo Glej pojasnilo pod geslom Venturijeva cev.

Simulacija LT na **velik zeleni krog** v glavni orodjarni (ukaz Start Project), shema se obarva. Sedaj lahko pritisnemo na vklop potnega ventila (npr. tipko) in zaženemo simulacijo. Namesto velikega zelenega kroga lahko simulacijo zaženemo tudi z LT na **rumeni trikotnik**:



V tem primeru bo simulacija delovala **počasi** (slow motion). Simulacijo končam z LT na velik rdeči

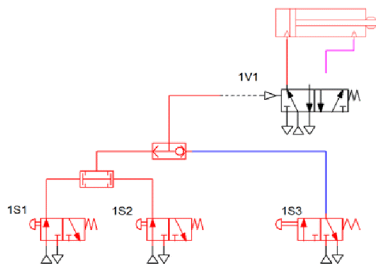


ANGLEŠKA GESLA

krog (ukaz Stop).

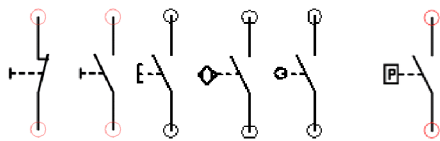
Pri simulaciji bodimo pozorni na barve vodov:

- vodi s stisnjanim zrakom obarvajo rdeče,
- vodi s tlakom okolice se obarvajo modro,
- vodi s stisnjanim zrakom, ki niso nikamor priključeni, pa se obarvajo vijolično.



ST Kratica za **srednjo tipko** na miški. Glej Miška.

Stikala Stikala na električni shemi: Main Library / Electrical control (Europe) / Switches / izberem ustrezen tip stikala, npr. po spodnji risbi [od leve na desno](#): preklopno (bistabilno) stikalo [Toggle Switch NC](#), [Toggle Switch NO](#), tipka [Pushbutton NO](#) (aktiviramo ga lahko z LT miške), brezdotično stikalo [Proximity Switch NO](#), končno stikalo [Limit Switch NO](#) in tlačno stikalo [Pressure Switch NO](#):

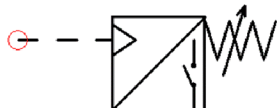


Nikoli **NE ZAMENJUJEMO**: **stikalo** (sklop, ki vsebuje vsaj en kontakt) in **kontakt** (ki je lahko tudi sestavni del varovalke, releja, kontaktorja itd.). Brezdotično stikalo, končno stikalo in tlačno stikalo imajo tudi svoje pnevmatične simbole, glej istoimenska gesla.

Tipalo Glej Senzor.

Tipka Pushbutton, Glej risbo pod geslom Potni ventil.

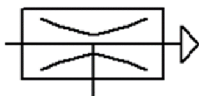
Tlačno stikalo Pnevmatični simbol: Pneumatic / Sensors / Pressure Sensor.



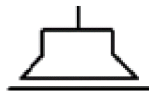
Z uporabo DT / Properties / Pressure Setting lahko nastavimo tlak, na katerega stikalo reagira. Električni simbol najdemo pod geslom Stikala.

Tuljava Glej Elektromagnet.

Venturijeva cev Pneumatic / Vacuum Components / Vacuum Generator



Sesalno prijemalo (prisesek) pa najdemo tako: Pneumatic / Vacuum Components / Vacuum Cup.



Vodi Pneumatic / Lines in izbiramo vrsto voda, ki ga bomo uporabili na shemi:

- Pressure line so delovni vodi
- Pivot line so krmilni vodi

Ob puščici (kurzor) se pojavi še črta in tako vemo, da rišemo vode. Ko se dotaknemo priključka, postane puščica **črna** in tako vemo, kdaj je treba klikniti LT, da smo "zagrabili" priključek na pravem mestu.

Pozor: če se vod razcepi na dva dela, tedaj moramo prvo cev speljati do cevnega razvoda in naslednji dve od tega razvoda naprej. Ne moremo drugega voda priklopiti, če nimamo zanj pripravljenega priključka!

Vstop v program Glej Odpiranje datoteke.

Zaprti vod Main Library / Pneumatic / Lines / Plug

Zasučni cilinder Pneumatic / Actuators / Rotary actuator:

2 Positions Switch Menjalno strikalo.

Animation Animacija delovanja naprav, npr. potnih (krmilnih) ventilov, delovnih valjev itd.. Vidimo jo lahko v načinu preizkušanja (simulacija).

AS Kratica za automation Studio. Uporabljamo Automation Studio 3.0.5 Free Download, demo verzija, brez možnosti shranjevanja, brez pomoči in s časovno omejeno uporabo. Lastnik software je kanadsko podjetje Famic Technologies Inc..

Bidirectional sensor Senzor za mehanski kontakt, ki **deluje v dveh smereh** - uporaben npr. za mehanično aktiviranje potnega ventila s kolescem. Pneumatic / Sensors / Sensor Ref. (bidirectional).

Bleed sensor Glej Odzračevalni senzor.

Border Ukaz za obkrožanje besedil. Glej Besedila - urejanje.

Coil V direktnem prevodu je coil samo tuljavica (navitje). Zelo pogosto pa se ta izraz uporablja za tuljavico (napajanje) releja.

Coil Latch (Set) Tuljavica ua impulzni rele, ki aktivira kontakte. Glej Rele.

Coil Unlatch (Reset) Tuljavica za impulzni rele, ki vrača kontakte v osnovno stanje. Glej Rele.

Coil with off relay Tuljavica za lele z zakasnitvijo izklopa.

Coil with on relay Tuljavica za rele z zakasnitvijo vklopa.

Common Negativni priključek za električni tok: Electrical control (Europe) / Power Sources Common (0 Volts).

Contacts Kontakti

Controls Aktiviranje, način aktiviranja potnega ventila.

Coupler Spojka

Cushion Ublažitev udarca delovnega valja, običajno s končnim dušenjem.

Delay timer Glej Časovni člen.

Diagonal Jumper Zelo podobno kot Vertical Jumper, glej Preskok voda.

Directional valve Potni ventil.

Double rod cylinder → Dvostranski delovni valj.

Exhaust Odzračevanje

Group Izberem elemente, ki jih bom grupiral (spravil v skupino), predmeti pordečijo / Layout / Group. Grupe (skupine) pa več ne morem rotirati!

Item Identifier Ime posameznega elementa (naprave). Pravimo mu tudi **ident** - naziv, s pomočjo katerega **nedvomno prepoznamo** vsak pnevmatični element (napravo). Vpisujemo ga med lastnostmi naprave (properties), jeziček Catalog.

Ne zamenjaj s Tagname, ki je namenjen za ustvarjanje povezav med napravami (elementi).

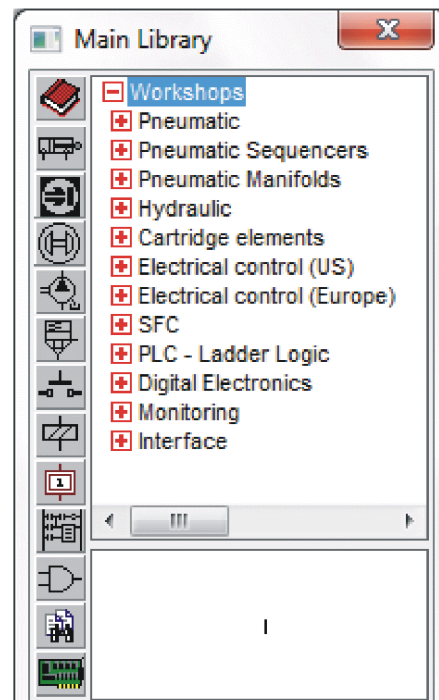
Jumper Preskok voda.

Level Switch Electrical control (Europe) / Switches / Level Switch NO ali Level Switch NC

Line glej Delovni vod, Krmilni vod ali Vod.

Limit Switch Električno končno stikalo: Electrical control (Europe) / Switches in lahko izbiramo NO ali NC varianto.

Main Library Glavna knjižnica:



Mechanical contact Mehanični kontakt, glej Senzor.

Mechanical position sensor Električno končno stikalo, glej geslo Končna stikala.

NC Normally closed, mirovno (odpiralno) stikalo.

NO Normally opened, delovno (zapiralno) stikalo.

Non-Return (NR) Throttle Valve Enosmerni dušilni ventili (ki ni nastavljen).

NR - pnevmatika Ang. kratica za **Non-Return**, kar pomeni enosmerni, protipovratni ali nepovratni. Npr. Variable NR Throttle Valve - enosmerni nastavljeni dušilni ventil.

ON Delay Timer Glej Pnevmatični časovni člen.

OFF Delay Timer Glej Pnevmatični časovni člen.

Pilot operated check valve Glej Krmiljeni nepovratni ventil.

Pivot line Krmilni vod, glej Aktiviranje.

Plug Zaprti vod (zamašek).

Plunger Tolkač, splošno mehansko aktiviranje potnega ventila. Glej Aktiviranje.

Pneumatic pressure source Dovod zraka

Power Sources Izvor toka (električnega): Electrical control (Europe) / Power Sources.

Power Supply 24 Volts Pozitivni priključek za električni tok: Electrical control (Europe) / Power Power Supply 24 Volts

Pushbutton Stikalo, ki ga lahko aktiviramo z LT miške Aktivacija s tipko, glej Stikala in Aktiviranje

Pressure line Delovni vod, glej Aktiviranje

Pressure sensor Tlačno stikalo.

Properties Lastnosti.

Proximity sensor Brezdotični senzor, ki je del pnevmatične sheme.

Proximity switch Brezdotično stikalo, ki je del elektro sheme - signal pa dobi iz pnevmatične sheme.

Pushbutton Tipka.

Quick Exhaust Valve Hitroodzračevalni ventil.

Rodless Cylinder Glej Brezbatnični valj.

Roller Kolesce, običajno je mišljeno **aktiviranje** potnih ventilov s kolescem. Glej Aktiviranje.

Rotary actuator Glej Zasučni cilinder.

SA Kratica Single Acting, enosmerni delovni valj.

Sensor Senzor, ki je lahko tudi del končnega stikala, npr. Mechanical contact.

Sensor Ref. (bidirectional) je aktiviranje potnega ventila **s kolescem**, ki se pusti povoziti **z obeh strani**. Strogo je **vezan na mehanski kontakt** - če ga želim spremeniti v električni kontakt, tedaj moram uporabiti še Mechanical Position Sensor.

Sensor Ref. (unidirectional) je aktiviranje potnega ventila **s klesnim kolescem**, ki se pusti povoziti **samo z ene strani**. Tudi ta je strogo **vezan na mehanski kontakt** - če ga želim spremeniti v električni kontakt, tedaj moram uporabiti še Mechanical Position Sensor.

Sensor Ref. (bidirectional) Sprejemno mesto mehničnega senzorja, ki sprejema signal v obeh smereh - primerno za aktiviranje potnega ventila s kolescem.

Sensor Ref. (unidirectional) Sprejemno mesto mehničnega senzorja, ki sprejema signal samo v eni smeri - primerno za aktiviranje potnega ventila s klecnim kolescem.

Shuttle Valve ALI člen oziroma izmenični nepovratni ventil.

Solenoid Elektromagnet - tuljava s kotvo. Služi za aktiviranje potnih ventilov. Razl. Coil.

Spring extend Pojasnilo ob enosmernih cilindrih z vzmetjo, pomeni NO (normally opened).

Spring return Pojasnilo ob enosmernih cilindrih z vzmetjo, pomeni NC (normally closed).

Start Project Ukaz v Glavni orodjarni za vklop simulacije. Glej geslo Simulacija.

Stop Ukaz v Glavni orodjarni za izklop simulacije. Glej geslo Simulacija.

Switches Stikala.

Tagname Dodatno ime, ang. tag: dodatek, dodatno ime. Tagname je namenjen [za ustvarjanje povezav med simboli na shemi](#), Primeri:

- povezovanje naprav med pnevmatičnim in električnim delom sheme: brezdotični senzor, solenoid itd.
- povezovanje naprav znotraj pnevmatičnega dela sheme, kar je potrebno predvsem pri risanju mehanskih končnih stikal: položaj senzorja mehanskega končnega stikala povežemo s "kolenom" preko tagname
- povezovanje naprav znotraj električnega dela sheme, npr. tuljavico releja povežemo s kontaktom releja preko tagname

Tagname vpisujemo med lastnostmi (properties), jeziček [Simulation](#).

Ne zamenjaj Tagname z Item Identifier!!!

Nekaterim pnevmatičnim elementom (npr. delovnim valjem) je med lastnostmi možno vpisati samo Item Identifier, drugim pa tako Tagname kot tudi Item Identifier.

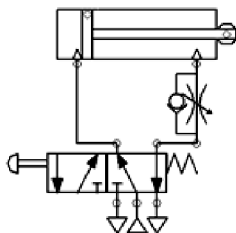
Na shemi se izpišejo vsa imena, ki smo jih vnesli med lastnostmi (properties) - izpiše se torej tako **Item identifier** kot tudi **Tagname**. Da na shemi ne bo nastala zmešnjava, moramo imeti dobro sistematično pri poimenovanju pnevmatičnih elementov in njihovih medsebojnih povezav.

Throttle Valve Dušilni ventil.

Toggle switch Preklopno (bistabilno) električno stikalo: Electrical Control (Europe) / Switches / Toggle Switch NO ali NC.

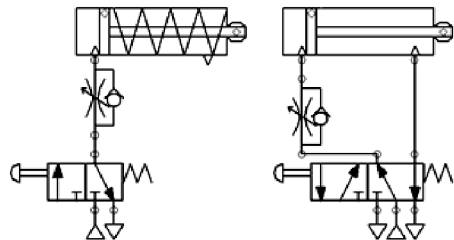
Unidirectional sensor Senzor za mehanski kontakt, ki **deluje v eni smeri** - uporaben npr. za mehanično aktiviranje potnega ventila s klecnim kolescem. Pneumatic / Sensors / Sensor Ref. (unidirectional).

Variable NR Throttle Valve Enosmerni nastavljeni dušilni ventil. Zanimivo - ta ventil v Avtomation studio [ne deluje](#) (AS ne upošteva nastavitve dušenja), [če ga vežem primarno](#):



Vertical Jumper Glej Preskok voda.

Zoom Ctrl+ tipka - ali +



Če pa ta isti ventil vežem kot sekundarno dušenje dvosmernega valja, potem pa AS upošteva nastavitve dušenja - s spreminjanjem dušenja dobimo različne hitrosti batnice:

SEZNAM UPORABLJENE LITERATURE

1. Anton Beovič Srednje izobraževanje, Didaktični učni komplet HIDRAVLIKA. 1. natis. Ljubljana: PAMI ŽELEZNIKI, 1993. ISBN 86-7759-167-2
2. Pnevmatika in hidravlika, ŠC Novo mesto, Višja strokovna šola, skripta brez podatkov o letnici, kraju in izdajatelju
3. Samo Rozman Osnove industrijske pnevmatike, Gradivo za seminar HIB d.o.o., December 2008
4. Edo Kiker Krmilna tehnika za program VSŠ, skripta. Maribor: Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo, 1998. ISBN 86-435-0236-7
5. Tabellenbuch Mechatronik. 5. natis. Haan-Gruiten: Europa Lehrmittel, 2007. ISBN 978-3-8085-4505-8
6. Prüfungsvorbereitung aktuell: Zwischen- und Abschlussprüfung. 1. natis. Haan-Gruiten: Verlag Europa-Lehrmittel, 2010. ISBN 978-3-8085-1126-8
7. Fachkunde Mechatronik. 3. natis. Haan-Gruiten: Europa Lehrmittel, 2008. ISBN 978-3-8085-4513-3
8. Rechnen und projektieren MECHATRONIK. 2. natis. Haan-Gruiten: Europa Lehrmittel, 2009. ISBN 978-3-8085-1862-5
9. STEUERN UND REGELN: Für Maschinenbau und Mechatronik. 12. natis. Haan-Gruiten: Europa Lehrmittel, 2010. ISBN 978-3-8085-1118-3
10. Mehatronika: Celovit, strokoven in didaktičen pripomoček, Učbenik v programih Mehatronik operater in Tehnik mehatronike. 2. izdaja. Ljubljana: Pasadena, 2009. ISBN 978-961-6361-87-3
11. Robert Harb Krmilna tehnika: Učbenik za modul Delovanje krmilnih in električnih komponent v programu Strojni tehnik ter za program Tehnik mehatronike. 4. natis. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije d.d.. 2011. ISBN 978-961-251-281-1
12. KRT e-gradiva (citirano 10.8.2019). Dostopno na naslovu: <http://egradiva.scng.si/strojništvo/Kazalo/index.html>
13. Repair Clinic (citirano 10.8.2019). Dostopno na naslovu: <https://www.youtube.com/user/RepairClinic>

Avtor Ferdinand Humski

PNEVMATIKA IN HIDRAVLIKA

Imena nosilcev avtorskih pravic: Ferdinand Humski

Elektronska izdaja, avgust 2019

Samozaložba Ferdinand Humski, Volkmerjeva cesta 22, 2250 Ptuj

Publikacija je brezplačna in prosto dostopna vsem uporabnikom

Spletna lokacija publikacije: <http://strojna.scptuj.si>

Kataložni zapis o publikaciji (CIP) pripravili v Narodni in univerzitetni knjižnici v Ljubljani
COBISS.SI-ID=301301504
ISBN 978-961-290-392-3 (pdf)