

INDUSTRIJSKA PNEUMATIKA

Studijski program Mehatronika
III SEMESTAR
Nastavni fond: 2+2

Lekcija 7:

PNEUMATSKI UPRAVLJAČKI ELEMENTI ili VENTILI

Predavač:
Prof. dr Marina Mijanović Markuš



PNEUMATSKI UPRAVLJAČKI ELEMENTI

Ovo je zajednički naziv za sve elemente koji učestvuju u upravljačkom lancu do izvršnih elemenata.

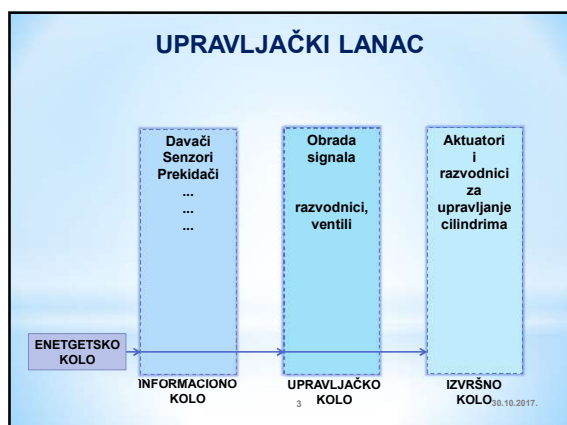
Isti elementi mogu imati različite funkcije i to u:

- **Energetskom dijelu** - pretvaranje energije vazduha pod pritiskom u koristan rad
- **Informacionom dijelu** - primanje, obrada i davanje signala (informacije) izvršnim elementima

Upravljački elementi imaju zajednički naziv **ventili**.

2

30.10.2017.



VENTILI

*Opseg pneumatskih ventila je ogroman.

*Da bi se pomogao izbor ventila, svrstani su u različite kategorije prema:

- stilu
- tipu
- konstruktivnom principu
- vrsti operatora
- funkciji
- veličini
- primjeni

*Za sve njih, osnovna funkcija je da sprovedu tok strujanja vazduha

*Od najjednostavnijih funkcija prebacivanja putanje protoka na „uključeno“ i „isključeno“, do zahtijevnog proporcionalnog upravljanja pritiskom i protokom

4

30.10.2017.

VENTILI

Stil odlikava izgled ventila, kao i princip osnovne konstrukcije.



Mogu se potražiti podaci na Internetu, npr.:

<http://thepneumaticstore.com/browse.aspx?page=VALVES&id=1471>

5

30.10.2017.

VENTILI

Tip se odnosi na način instalisanja ventila, npr. osnovni, manifold (višecijevni ventil), in-line (u liniji), i ventilsko ostrvo.



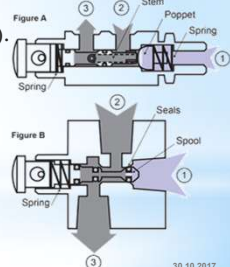
6

30.10.2017.

VENTILI

Dizajn se odnosi na konstrukciju ventila, odnosno na princip rada, npr. **Klipni** (*spool valve*), **sa sjedištem** (*poppet valve*) i **tanjirasti ili pločasti** (*plate valve*).

Pneumatski ventili sa sjedištem (*poppet*) se uglavnom koriste za cjevovode kod ventilacije, uklanjanja prašine, vazdušnog transporta i vazdušnog istovara, i kod transporta čvrstog praškastog materijala.



7

30.10.2017.

VENTILI

Operator je mehanizam za promjenu položaja ventila.

Operator može biti manualni, mehanički ili električni.



30.10.2017.

VENTILI

Podjela ventila prema funkciji:

- ✓ **razvodnici** - usmjeravanje protoka
- ✓ **zaporni ventili** – ventili za kontrolu protoka
- ✓ **protočni ventili** - regulacija protoka; nepovratni ventili
- ✓ **ventili za pritisak** - regulatori pritiska
- ✓ **cijevni zatvarači** - isključivanje dijela mreže
- ✓ **kombinovani ventili**
- ✓ **elektromagnetni ventili**

9

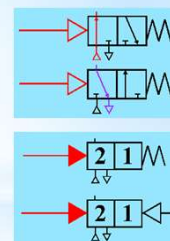
30.10.2017.

RAZVODNICI

Razvodnici su ventili, koji propuštaju, zatvaraju i usmjeravaju tok radnog medija.

Tip razvodnika se određuje prema:

- ✓ broju priključaka
- ✓ broju položaja (stanja)
- ✓ načinu aktiviranja
- ✓ načinu vraćanja
- ✓ veličini priključaka



10

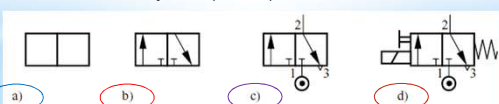
30.10.2017.

RAZVODNICI

Tip razvodnika se definiše **brojem priključaka** i **razvodnih položaja**. Npr. 3/2 razvodnik ima 3 priključaka i dva razvodna položaja.

Priključci razvodnika i svih drugih ventila označavaju se brojevima, i to:

- radni priključci: 2, 4, 6...(A, B, C...)
- napajanje 1 (P)
- odzračivanje 3, 5 (R, S, T)

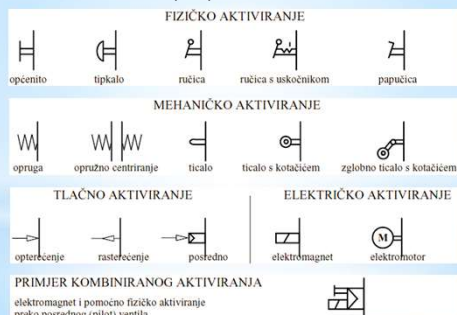


11

30.10.2017.

RAZVODNICI

Aktiviranje razvodnika (i **način vraćanja**) može biti: fizičko, mehaničko, vazduhom pod pritiskom, električno i kombinovano.



PRIMJER KOMBINIRANOG AKTIVIRANJA
elektromagnet i pomoćno fizičko aktiviranje
preko posrednog (pilot) ventila

RAZVODNICI

Veličina razvodnika definisana je veličinom priključnih cijevi (npr. 1/4").

Dužina trajanja upravljačkog signala može biti trenutna (bistabil) ili trajna.

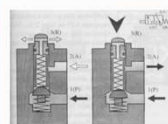
Prema **konstrukciji** razvodnici se (kao i ventili) dijele na:

- **razvodnike sa sjedištem** - ravni (tanjirasti), konusni, kuglasti
- **razvodnike s kliznim prekrivanjem** – klipni, pločasti, kulisni

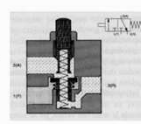
13

30.10.2017.

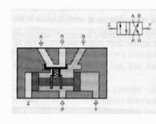
Konstrukcijska rešenja razvodnika



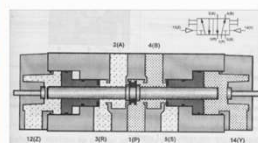
Kuglasti razvodnik



Tanjirasti razvodnik



Razvodnik s kulisom



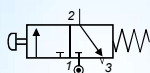
Klipni razvodnik

14

30.10.2017.

RAZVODNICI

- Detalji vezani za simbol razvodnika (npr. razvodnik 3/2)



Priključci i razvod

- - napajanje (sabitni vazduh)
- ▽ - odzračivanje (atmosfera)
- ↑ - otvoren prolaz s naznačenim smjerom strujanja
- T - zatvoren prolaz

Način aktiviranja razvodnika

- ☐ - fizički, npr. simbol tipka
- W - mehanički, simbol opruga
- - vazduh pod pritiskom
- ☐ - Električni, simbol elektromagneta

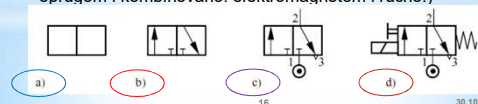
15

30.10.2017.

RAZVODNICI

U pneumatskim šemama koriste se simboli razvodnika koji prikazuju njihovu funkciju.

- Broj kvadrata odgovara broju mogućih razvodnih položaja.
- Strelice prikazuju razvodne puteve i smjer protoka medija. Zatvoren put označava se poprečnom crtom unutar polja.
- Dovodni i odvodni priključci ucrtaavaju se na polju mirnog položaja kojeg ventil zauzima kad na njega ne djeluje upravljački signal, ili na polju polaznog položaja ako ventil nema nultog položaja.
- Način aktiviranja označava se sa strane – u ovom slučaju oprugom i kombinovano: elektromagnetom i ručno.)



a)

b)

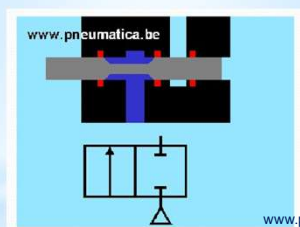
c)

d)

16

30.10.2017.

Razvodnik s dva priključka i dva položaja 2/2

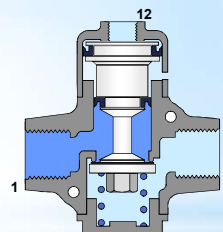


17

30.10.2017.

Razvodnik sa sjedištem (Poppet Valve) 2/2

- * Razvodnici sa sjedištem imaju jednostavan i efikasan dizajn; koriste se uglavnom za 2/2 i 3/2 funkcije.
- * Ima dobre osobine zaptivanja i često se bira za napajanje ventila za isključivanje.
- * Na slici je 2/2 pneumatski pločasti razvodnik.

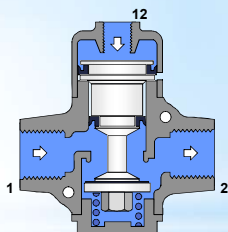


18

30.10.2017.

Razvodnik sa sjedištem (Poppet Valve) 2/2

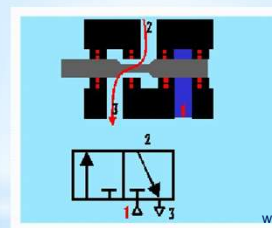
- * Pločasti razvodnici imaju jednostavan i efikasan dizajn; koriste se uglavnom za 2/2 i 3/2 funkcije.
- * Ima dobre osobine zaptivanja i često se bira za napajanje ventila za isključivanje.
- * Na slici je 2/2 pneumatski pločasti razvodnik.
- * Pločasti razvodnik je aktiviran pneumatski.



19

30.10.2017.

Razvodnik s tri priključka i dva položaja 3/2



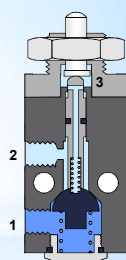
www.pneumatica.be

20

30.10.2017.

Razvodnik sa sjedištem (Poppet Valve) 3/2

- * Minijaturni 3/2 razvodnik koji se koristi za generisanje signala.
- * Konusni element daje dug radni vijek razvodniku jer nije izložen trenju klizanja.
- * Napajanje na portu 1 pomaže opruzi da drži konus zatvorenim.
- * Izlazni port 2 je povezan kroz klip sa portom za odzračivanje.

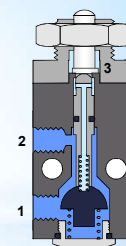


21

30.10.2017.

Razvodnik sa sjedištem (Poppet Valve) 3/2

- * Minijaturni 3/2 razvodnik koji se koristi za generisanje signala.
- * Konusni element daje dug radni vijek razvodniku jer nije izložen trenju klizanja.
- * Napajanje na portu 1 pomaže opruzi da drži konus zatvorenim.
- * Izlazni port 2 je povezan kroz klip sa portom za odzračivanje.
- * Kada razvodnik radi, zatvoreno je odzračivanje i konus je otvoren (tok od 1 do 2)

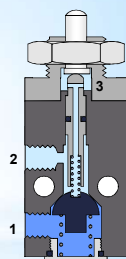


22

30.10.2017.

Razvodnik sa sjedištem (Poppet Valve) 3/2

- * Minijaturni 3/2 razvodnik koji se koristi za generisanje signala.
- * Konusni element daje dug radni vijek razvodniku jer nije izložen trenju klizanja.
- * Napajanje na portu 1 pomaže opruzi da drži konus zatvorenim.
- * Izlazni port 2 je povezan kroz klip sa portom za odzračivanje.
- * Kada razvodnik radi, zatvoreno je odzračivanje i konus je otvoren (tok od 1 do 2)



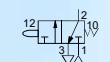
23

30.10.2017.

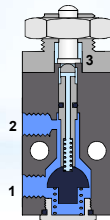
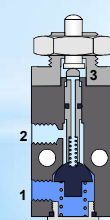
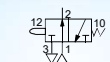
Razvodnik sa sjedištem (Poppet Valve) 3/2

3/2 razvodnik s polukuglastim sjedištem

Prije aktiviranja



Posle aktiviranja



Otvaranje / zatvaranje ventila sa sjedištem vrši se pomoću sjedišta (oblik tanjira, ploče, kupe, konusa ili kugle) koji može otvoriti ili zatvoriti otvor sjedišta. Sjedište je najčešće obloženo gumenom zaptivkom. Potreban je relativno mali pomak sjedišta za otvaranje znatne protočne površine. Sila ovakvog aktiviranja je relativno velika, a vrijeme kratko.

Klipni razvodnici (spool valve)

- *Stari, popularan i svestran dizajn.
- *Dostupni za većinu funkcija 2/2, 3/3, 5/2, 5/3, itd.
- *Potpuno balansirana snaga.
- *Širok izbor stilova, veličina, operacija i načina montiranja.
- *Pogodni za širok opseg aplikacija.



25

30.10.2017.

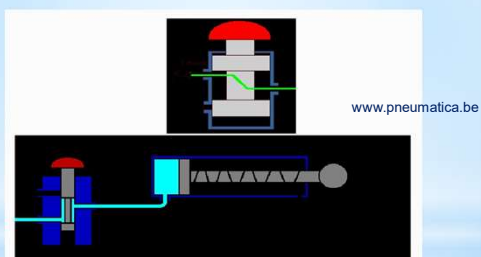
Klipni razvodnici (spool valve)

Prednosti razvodnika s klipom su manja sila aktiviranja i jednostavnije funkcionisanje.

Mane su mu veća dužina hoda, manja frekvencija prebacivanja i poteškoće sa zaptivanjem.

30.10.2017.

Klipni razvodnik 3/2



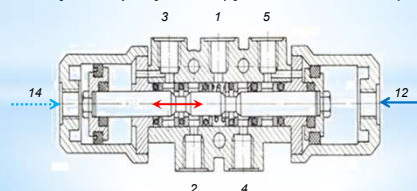
Upravljanje jednoradnim pneumatskim cilindrom

27

30.10.2017.

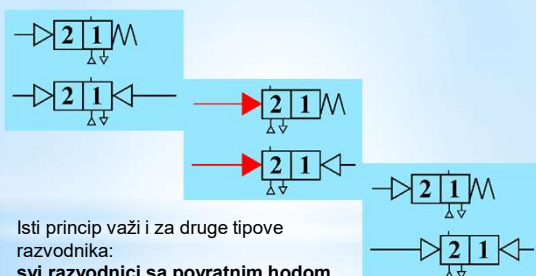
Klipni razvodnik 5/2

Na slici je prikazan nulti položaj 5/2 razvodnika. Ako se klip pomjeri u lijevo, vazduh pod pritiskom izlazi kroz priključak 4, a iz sistema se vraća kroz priključak 2 i odzračuje preko priključka 3 (desna strana simbola). U suprotnom, ako se klip pomjeri u desno, vazduh pod pritiskom izlazi kroz priključak 2, a priključak 4 se odzračuje kroz priključak 5 (lijeva strana simbola).



30.10.2017.

Monostabilni i bistabilni razvodnici 3/2



Isti princip važi i za druge tipove razvodnika:
svi razvodnici sa povratnim hodom pomoću opruge su monostabilni!

29

30.10.2017.

* Tipovi klipa

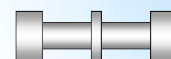
*Klip ima određeni broj manjih i većih prečnika koji se nazivaju bregovi i doline.

*Bregovi i doline klipa povezuju portove radi kontrole smjera protoka vazduha.

*Tip sa dinamičkim zaptivkama ima zaptivke na klipu

*Tip sa dužim klipovima, koji nema pokretne zaptivke

*Tip sa statičkim zaptivkama ima zaptivke fiksirane za unutrašnju stranu košuljice ventila

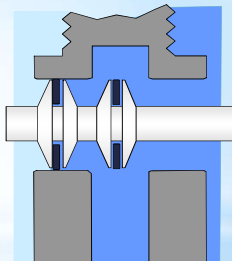


30

30.10.2017.

Zaptivke u obliku diska

- * Zaptivka u obliku diska na klipu se labavo uklapa u žleb, ali je njen spoljašnji prečnik u kontaktu sa rupom ventila.
- * Usled razlike u pritisku zaptivni disk se gura u stranu i prema spolja i zaptiva razmak između spoljašnjeg prečnika klipa i otvora ventila.
- * Tanki profil daje malu radijalnu silu, pa samim tim smanjuje trenje.

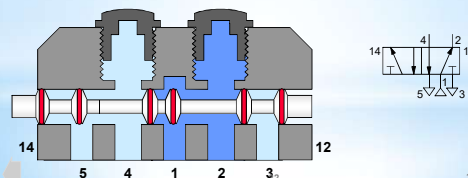


31

30.10.2017.

Zaptivke u razvodniku (dinamičke zaptivke)

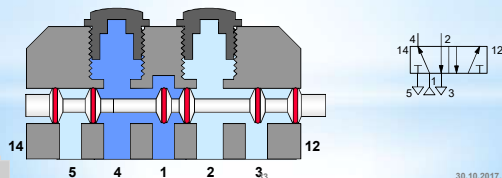
- * Ovaj 5/2 razvodnik ima zaptivke u obliku diska
- * Zaptivke se kreću sa klipom, pa se zato zovu dinamičke
- * Normalna pozicija: port 1 je povezan sa 2, a 4 sa 5
- * Radna pozicija: port 1 je povezan sa 4, a 2 sa 3



30.10.2017.

Zaptivke u razvodniku (dinamičke zaptivke)

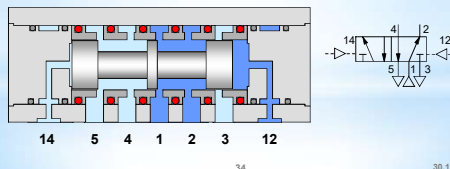
- * Ovaj 5/2 razvodnik ima zaptivke u obliku diska
- * Zaptivke se kreću sa klipom, pa se zato zovu dinamičke
- * Normalna pozicija: port 1 je povezan sa 4, a 2 sa 3
- * Radna pozicija: port 1 je povezan sa 2, a 4 sa 5



30.10.2017.

Zaptivke na razvodniku (bez podmazivanja)

- * Kod ovog 5/2 razvodnika postoji podudaranje osovine (tj. klipa) i košuljice. Uklapanje je tako precizno da zaptivke između njih nisu potrebne.
- * Tanak sloj vazduha između košuljice i klipa razvodnika obezbeđuje vazdušno zaptivanje.
- * Rezultat je malo trenje i dug život.

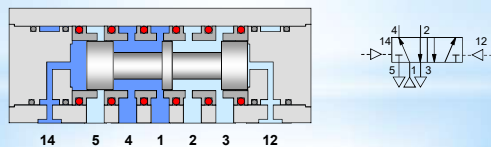


34

30.10.2017.

Zaptivke na razvodniku (bez podmazivanja)

- * Kod ovog 5/2 razvodnika postoji podudaranje osovine (tj. klipa) i košuljice. Uklapanje je tako precizno da zaptivke između njih nisu potrebne
- * Tanak sloj vazduha između košuljice i klipa razvodnika obezbeđuje vazdušno zaptivanje.
- * Rezultat je malo trenje i dug život.

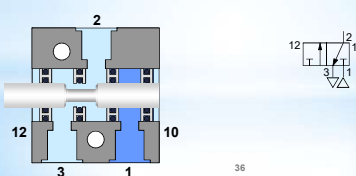


35

30.10.2017.

Zaptivke na razvodniku (statičke)

- * Ovaj 3/2 razvodnik ima običnu kliznu osovinu unutar statičkih zaptivača
- * O zaptivni prstenovi su fiksirani u otvoru razvodnika ventila i pozicionirani tzv. odstojećima (spacers, nije prikazano)
- * Veći O prsten zaptiva otvor sa košuljicom
- * Manji O prsten zaptiva košuljicu sa osovinom (klipom)

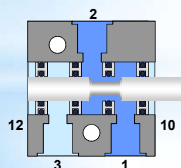


36

30.10.2017.

Zaptivke na razvodniku (statičke)

- * Ovaj 3/2 razvodnik ima običnu kliznu osovinu unutar statičkih zaptivača
- * O zaptivni prstenovi su fiksirani u otvoru razvodnika ventila i pozicionirani tzv. odstojećima (*spacers*, nije prikazano)
- * Veći O prsten zaptiva otvor sa košuljicom
- * Manji O prsten zaptiva košuljicu sa osovinom (klipom)



37

30.10.2017.

Drugi tipovi ventila

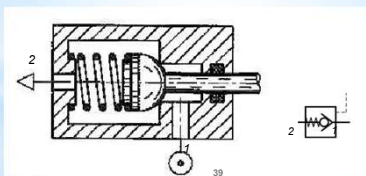
38

30.10.2017.

Nepropusni ventili

Nepropusni ventili ne dopuštaju protok u jednom smjeru, a propuštaju u suprotnom smjeru (kao dioda). Dijele se na: nepovratne, uslovno nepropusne (logički I), naizmjenično nepropusne (logički ILI).

Nepovratni ventil s mogućnošću mehaničkog otvaranja

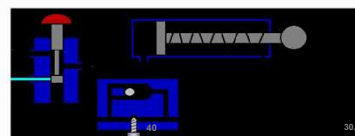


39

30.10.2017.

Regulator protoka

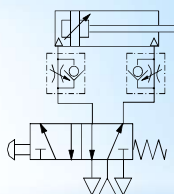
Ili nepovratno - prigušni ventili



40

Regulator protoka

- * Korišćenjem regulatora protoka mogu se, nezavisno jedna od druge, regulisati brzina izvlačenja i brzina uvlačenja klipnjače.
- * Brzina se reguliše kontrolisanjem protoka vazduha pri odzračivanju komora cilindra.
- * Regulator protoka na prednjem portu cilindra kontroliše brzinu izvlačenja, a regulator protoka na zadnjem portu brzinu uvlačenja klipnjače cilindra.

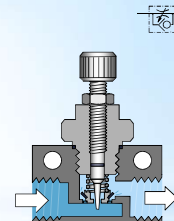


41

30.10.2017.

Regulator protoka

- * Jednosmjerni, podesivi regulator protoka
- * Slobodan protok u jednom smjeru
- * Podesivi smanjeni protok u drugom smjeru

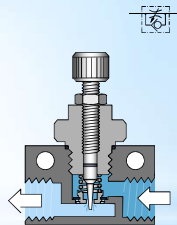


42

30.10.2017.

Regulator protoka

- * Jednosmjerni, podesivi regulator protoka
- * Slobodan protok u jednom smjeru
- * Podesivi smanjeni protok u drugom smjeru

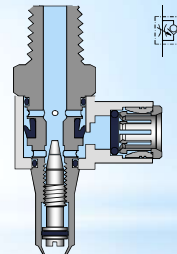


43

30.10.2017.

Bendžo regulator protoka

- * Dizajniran da se postavi direktno na port cilindra
- * Dva tipa:
 - * Prvi tip smanjuje protok pri odzračivanju cilindra i omogućava slobodan dotok u cilindar (kao što je pokazano)
 - * Drugi tip smanjuje protok u cilindar i omogućava slobodno odzračivanje (nije ilustrovano)

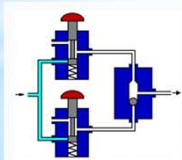


44

30.10.2017.

Logički „ILI“ (“OR”) ventil

- * Dolazak vazduha pod pritiskom na bilo koji ulaz 1 (lijevi ili desni) odmiče zaptivni element u ventilu, zatvara drugi ulaz i propušta vazduh na izlaz 2.
- * Koristi se u pneumatskim sklopovima gde signali dolaze na jedno mesto s više strana.



45

30.10.2017.

Logički „I“ (“AND”) ventil

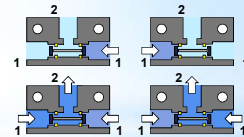
- * Ako postoji pritisak samo na jednom ulazu, onda taj signal blokira dalji protok i nema izlaznog signala.
- * Pritisak će se na izlazu pojaviti samo ako postoji pritisak vazduha na oba ulaza.
- * U pneumatskim sklopovima se koristi tamo gde je za postojanje izlaznog signala uslov postojanje dva ulazna signala.



ISO 1219-1 simbol



Popularni stari simbol

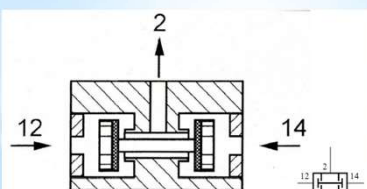


46

30.10.2017.
www.pneumatica.be

Logički „I“ (“AND”) ventil

Logički „I“ ventil ostvaruje logičku I-funkciju. Ventil se zatvara ako pritisak djeluje na bilo kojem ulaznom priključku ali se ne može zatvoriti ako djeluje na oba. Ovaj se ventil koristi npr. na presama tako da se pomoću dva tastera upravlja s dvije ruke, pa se na taj način izbjegavaju ozlede ruku.



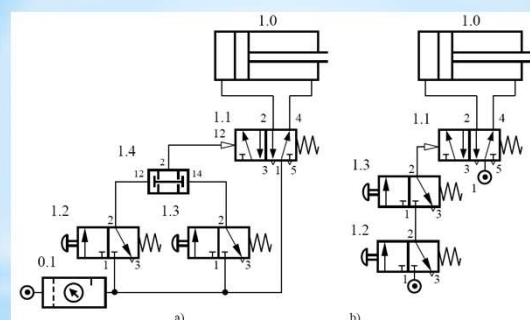
Funkcija I, ulazi: 12, 14, izlaz: 2

47

30.10.2017.

Funkcija I

12	14	2
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1



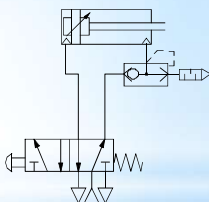
Primjena I-funkcije za upravljanje cilindrom pomoću a) I - ventila, b) serijskog spoja 3/2 razvodnika.

48

30.10.2017.

Brzoispusni ventil

- * Kod nekih aplikacija brzina cilindra se može povećati za 50% ako se koristi brzoispusni ventil.
- * Kada radi, vazduh iz prednje komore cilindra se direktno ispušta kroz brzoispusni ventil.
- * Brže odzračivanje daje niži pritisak u drugoj komori cilindra, pa posledično veća razlika u pritisima brže istjeruje klipnjaču u izvučeni položaj.

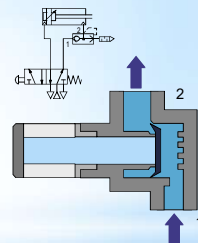


49

30.10.2017.

Brzoispusni ventil

- * Port 2 je direktno povezan sa izlaznim portom cilindra.
- * Port 1 ventila dobija vazduh iz upravljačkog razvodnika.
- * Vazduh struji pored „leptira“ brtve i pokreće klip cilindra.
- * Kada se upravljački razvodnik odzračuje, „leptir“ se pomjera udesno otvarajući veliki direktan protok vazduha.
- * Vazduh se ispušta veoma brzo iz cilindra (većom brzinom).

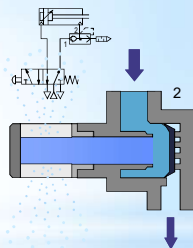


50

30.10.2017.

Brzoispusni ventil

- * Port 2 je direktno povezan sa izlaznim portom cilindra.
- * Port 1 ventila dobija vazduh iz upravljačkog razvodnika.
- * Vazduh struji pored „leptira“ brtve i pokreće klip cilindra.
- * Kada se upravljački razvodnik odzračuje, „leptir“ se pomjera udesno otvarajući veliki direktan protok vazduha.
- * Vazduh se ispušta veoma brzo iz cilindra (većom brzinom).



51

30.10.2017.

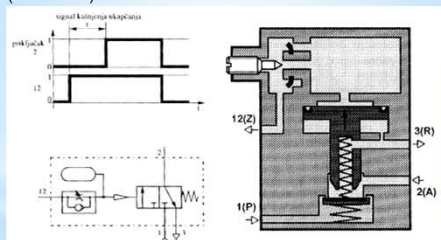
Ventili specijalne namjene

52

30.10.2017.

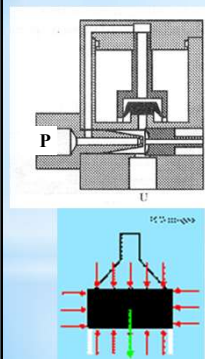
Razvodnik sa kašnjenjem izlaznog signala (tajmer) – VREMENSKO UPRAVLJANJE

Razvodniku se dodaje prigušno-nepovratni ventil i rezervoar (akumulator) vazduha.



Dabijeni vazduh prolazi kroz prigušnik u akumulator. Potrebno je neko vrijeme da u akumulatoru naraste pritisak toliko da može proizvesti silu na klip razvodnika kojom će savladati silu u opruzi.

Vakuumski uređaj – ejektor



Koristi se efekt ejektora za stvaranje vakuuma.

Dolaskom sabijenog vazduha na ulaz P, stvara se podpritisak na priključku U. Dodatnim vodom ulazi vazduh u akumulator iznad brzoispusnog ventila. U trenutku prestanka dovoda sabijenog vazduha prestaje ejektorski efekt, vazduh se iz akumulatora odzračuje pomicanjem brtve brzoispusnog ventila. Vazduh struji prema priključku U i izbacuje radni predmet.

Pneumatski bezkontaktni senzori

Uređaji koji mijenjaju svoje stanje (funkciju) bez dodira, dolaženjem predmeta u njegovu blizinu.

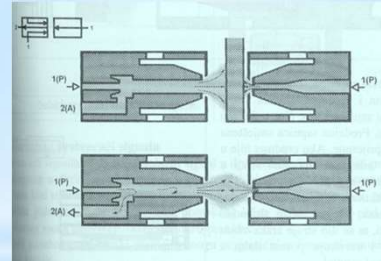
Tipovi senzora:

- ☐ pneumatska brana
- ☐ pneumatska refleksna mlaznica
- ☐ magnetski aktiviran prekidač

55

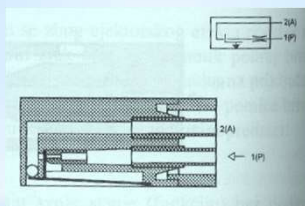
30.10.2017.

Pneumatska brana



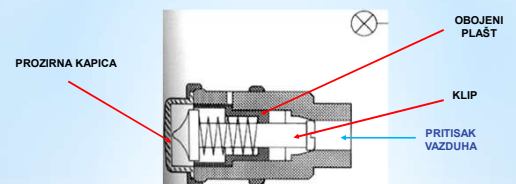
Slično fotočeliji, između predajne i prijemne mlaznice uspostavlja se struja vazduha. Prolaskom predmeta između mlaznica presijeca se mlaz zraka, što se na prijemnoj mlaznici registruje kao pad pritiska (gornja slika).

MAGNETSKI AKTIVIRANI PREKIDAČI – granični prekidači



Permanentni magnet ugrađen u klip cilindra aktivira prekidač dolaskom u njegovu blizinu. U magnetskom polju pločica se pomiče i propušta struju vazduha od priključka 1(P) na izlaz 2(A).

PNEUMATSKI INDIKATORI



To su vizuelni pokazivači postojanja vazduha u vodu. Prozirna kapica stvara takvo prelamanje svjetlosti i refleksiju od sjajne izbočene ploče, i kada nema pritiska vazduha u vodu stvara privid neupaljene lampice. Pod pritiskom vazduha pomiče se klip, koji podiže plastični plašt u boji. Prelamanje svjetlosti je tada takvo, da se boja plastike reflektuje i lampica „zasvijetli“ u boji plašta.



59

30.10.2017.



60

30.10.2017.