



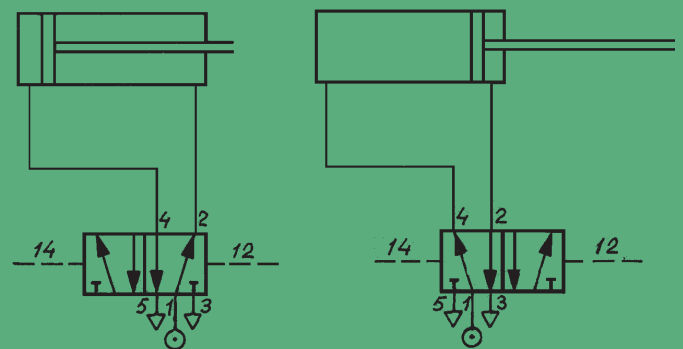
Pneumatiikka

— venttiilit —

Veli Hulkkonen

No 18

FLUID
Finland
1-2008



Johdanto

Pneumatiikassa yleisnimeä venttiili käytetään laitteesta, joka ohjaa tai säättää järjestelmän ilmavirtoja.

Venttiilien tehtävänä on ohjata ilmavirran suuntaa tai säättää painetta tai tilavuusvirtaa.

Tehtäviensä perusteella venttiilit voidaan jakaa kuuheen ryhmään:

1. Suuntaventtiilit
2. Vastaventtiilit
3. Paineventtiilit
4. Virtaventtiilit
5. Sulkuventtiilit
6. Erikoisventtiilit

Venttiilejä käytetään toimilaitteiden ja toisten venttiilien ohjaamiseen.

Rakenteeltaan venttiilit voivat olla luisti- tai istukka-tyyppisiä. Luisti voi olla suoraluisti tai kääntöluisti ja lieriön tai levyn muotoinen. Istukkaventtiileissä voi sulkuelimenä olla taso, kuula tai kartio.

Rakennepaineet

Paineilmaventtiilien yleisin rakennepaine on noin 1 MPa. Korkeimmat rakennepaineet ovat 4 MPa. Tavanomaisin paineilmatekniikan työpaine on 0,7 MPa. Pienpaineventtiilien ja fluidistorien painealue on alle 0,15 MPa. Näitä käytetään pääasiassa ohjaustekniikassa. Niillä ei voida ilman vahvistimia ohjata toimilaitteita.

Raaka-aineet

Venttiilien raaka-aineina käytetään yleisimmin alumiinia, alumiiniseoksia, messinkiä ja terästä. Myös valurautaa, ruostumatonta terästä, kuparia sekä muoviva ja muita tekoaineita käytetään.

Tiivisteiden raaka-aineena käytetään eniten erilaisia öljynkestäviä kumilaatuja.

Liitänäkierreet ja venttiilin koko

Euroopassa valmistetuissa venttiileissä käytetään liitänäkierteinä yleensä Whitworth BSP (R) -putkikierteitä. Normaali liitänäkierreiden koot ovat: R 1/8", R 1/4", R 3/8", R 1/2", R 3/4", R 1", R 1 1/4" ja R 1 1/2"

Yleensä venttiilin läpivirtausala silloin, kun venttiili on täysin auki, on vähintään yhtä suuri kuin liitänäkierreaukon ala. Esimerkiksi R 1/8" -venttiilin läpivirtausala on vähintään yhtä suuri kuin sen reiän ala, jonka halkaisija on 1/8" eli 8 mm².

1. SUUNTAVENTTIILIT

Nimensä mukaisesti suuntaventtiilit ohjaavat ilmavirran suuntaa. Niiden tehtävänä on yhden tai useamman virtaustien avaaminen ja sulkeminen.

1.1 Piirrosmerkit ja nimitykset

Suuntaventtiilin piirrosmerkissä venttiilin toiminta-asennot esitetään neliörivillä. Yksi neliö kuvaa venttiilin yhtä toiminta-asentoa.

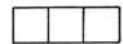
Venttiilin yksi toiminta-asento



Venttiili, jolla on kaksi toiminta-asentoa



Venttiili, jolla on kolme toiminta-asentoa



Neliöiden sisään piirretään kutakin toiminta-asentoa vastaavat virtaustiet ja liitännät.

Yksi virtaustie, kaksi liitännää



Kaksi suljettua liitännää



Kaksi virtaustietä, neljä liitännää



Kaksi virtaustietä, viisi liitännää, yksi liitännä suljettu



Suuntaventtiilien nimityksissä ensimmäinen numero ilmoittaa liitänäkierreiden lukumäärän ja toinen numero toiminta-asentojen lukumäärän. Nimitykset ilmenevät myös piirrosmerkeistä. Ensimmäinen numero saadaan laskemalla liitännät yhdestä neliöstä ja toinen numero laskemalla neliöiden lukumäärä.

Johdot yhdistetään yleensä siihen neliöön, joka esittää venttiilin perusasentoa.

2/2-suuntaventtiili, normaalisti suljettu



2/2-suuntaventtiili, normaalisti avoin



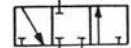
3/2-suuntaventtiili, normaalisti suljettu



3/2-suuntaventtiili, normaalisti avoin



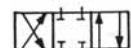
3/3-suuntaventtiili, keskiasento suljettu



4/2-suuntaventtiili



4/3-suuntaventtiili, suljettu keskiasento



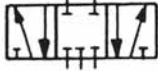
4/3-suuntaventtiili, osittain suljettu keskiasento



5/2-suuntaventtiili



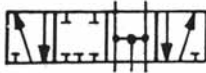
5/3-suuntaventtiili, suljettu keskiasento



5/3-suuntaventtiili, osittain suljettu keskiasento



5/4-suuntaventtiili



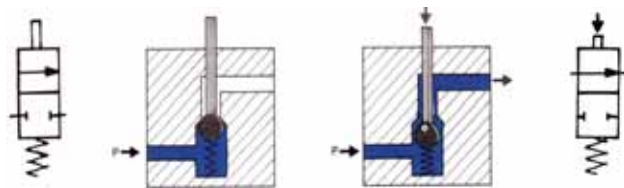
Useissa venttiileissä on vaihtoehtoisia liitäntöjä ja paineohjatuissa venttiileissä ohjausliitäntöjä. Näitä liitäntöjä ei nimityksissä oteta huomioon.

1.2. Toimintaperiaatteet

Toimintaperiaatteet on esitetty periaatekuvilla ja piirrosmerkeillä. Piirrosmerkeissä ajatellaan sen neliön siirtyvän johtojen kohdalle, joka vastaa venttiiliin kyseistä toiminta-asentoa.

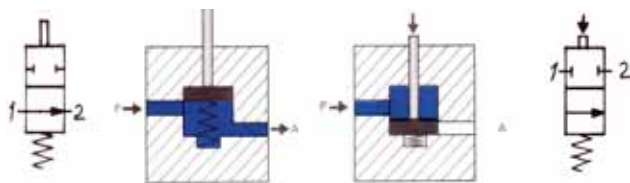
2/2-suuntaventtiilit

2/2-suuntaventtiilissä on kaksi liitäntäaukkoa: tuloaukko (1) ja lähtöaukko (2). Toiminta-asentoja on kaksi. 2/2-suuntaventtiili voi olla normaalisti suljettu tai normaalisti avoin.



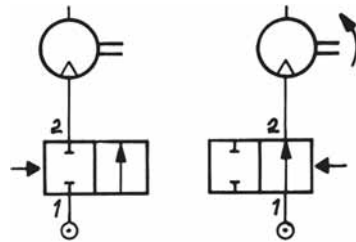
Kuva 1. Normaalisti suljettu 2/2-suuntaventtiili (Festo)

Normaalisti suljetun 2/2-suuntaventtiilin lävitse ilma ei pääse, kun ohjauseliimeen ei vaikuteta. Vaikutettaessa ohjauseliimeen venttiili aukeaa, jolloin ilma pääsee virtaamaan sen lävitse (kuva 1).



Kuva 2. Normaalisti avoin 2/2-suuntaventtiili (Festo)

Normaalisti avoin 2/2-suuntaventtiili toimii päinvastoin kuin normaalisti suljettu venttiili. Ellei ohjauseliimeen vaikuteta, virtaustie on auki. Kun ohjauseliimeen vaikutetaan, virtaustie sulkeutuu (kuva 2).

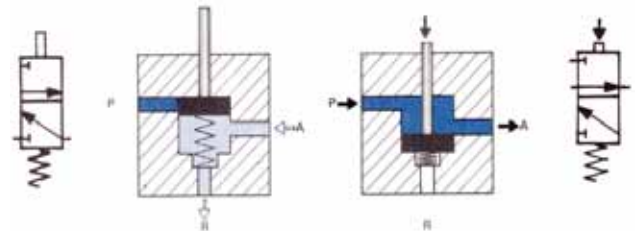


2/2-suuntaventtiilin käyttöesimerkki

2/2-suuntaventtiilejä käytetään johtojen aukaisemiseen ja sulkemiseen. Toimilaitteista niillä voidaan ohjata ainoastaan yhteen suuntaan pyöriviä moottoreja. Vasemmanpuoleisessa käyttöesimerkkikaaviossa ilma ei pääse moottoriin, joten moottori ei pyöri. Oikeanpuoleisessa kaaviossa ilma pääsee moottoriin, joten moottori pyörii.

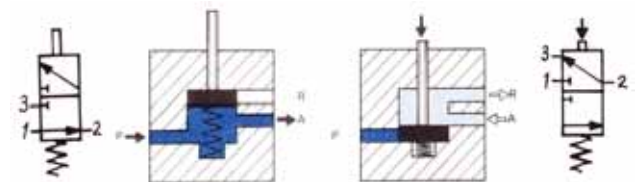
3/2-suuntaventtiilit

3/2-suuntaventtiilissä on kolme liitäntäaukkoa: tuloaukko (1), lähtöaukko (2) ja poistoaukko (3). Toiminta-asentoja on kaksi. 3/2-suuntaventtiilikin voi olla normaalisti suljettu tai normaalisti avoin.



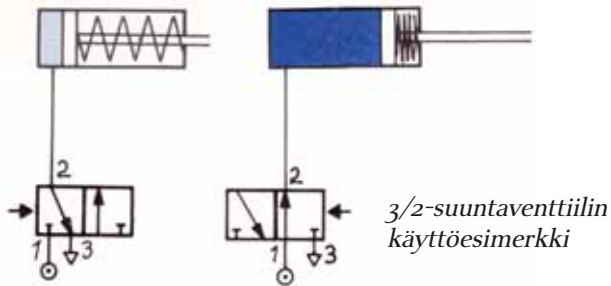
Kuva 3. Normaalisti suljettu 3/2-suuntaventtiili (Festo)

Normaalisti suljetun 3/2-suuntaventtiilin tuloliitännästä (1) ilma ei pääse lähtöliitännään (2), kun ohjauseliimeen ei vaikuteta. Sen sijaan lähtöliitännästä (2) on yhteys poistoliitännään (3). Vaikutettaessa ohjauseliimeen poistoliitännä (3) sulkeutuu ja tuloliitännästä (1) avautuu yhteys lähtöliitännään (2) (kuva 3).



Kuva 4. Normaalisti avoin 3/2-suuntaventtiili (Festo)

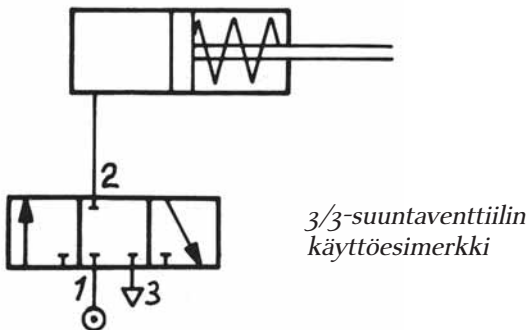
Normaalisti avoimen 3/2-suuntaventtiilin tuloliitännästä (1) ilma pääsee lähtöliitännään (2), kun ohjauseliimeen ei vaikuteta. Vaikutettaessa ohjauseliimeen tuloliitännä (1) sulkeutuu ja liitännästä (2) avautuu yhteys poistoliitännään (3) (kuva 4).



3/2-suuntaventtiilejä käytetään pääasiassa paineohjattujen venttiilien ja yksitoimisten sylinterien ohjaamiseen. Käyttöesimerkissä vasemmalla olevassa kaaviossa paine pääsee purkautumaan sylinteristä, joten mäntä on takapäädyn luona ja männänvarsi sylinterin sisässä. Oikealla olevassa kaaviossa paine pääsee sylinteriin, joten mäntä on etupäädyn luona ja männänvarsi ulkona.

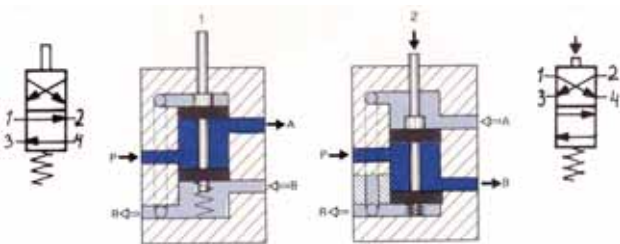
3/3 -suuntaventtiili

3/3-suuntaventtiilissä on kolme liitäntäaukkoa ja kolme toiminta-asentoa. Kaksi toiminta-asentoa – ääri-asennot – ovat samanlaisia kuin 3/2-suuntaventtiilissä. Kolmannessa asennossa – keskiasennossa – kaikki liitännät ovat useimmiten suljettuja, jolloin männän liike voidaan pysäyttää kesken iskun, kuten käyttöesimerkkikaavio osoittaa.



4/2-suuntaventtiili

4/2-suuntaventtiilissä (kuva 5) on neljä liitäntäaukkoa: tuloaukko 1 kaksi lähtöaukkoa (2 ja 4) ja poistoaukko (3). Toiminta-asentoja on kaksi.

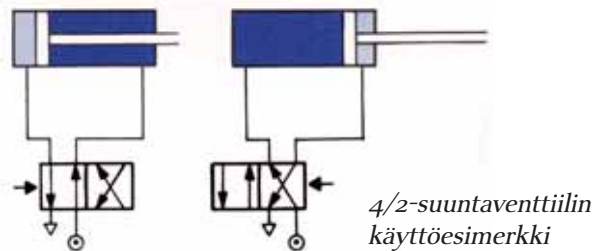


Kuva 5. 4/2-suuntaventtiilin toiminta (Festo)

Toiminta

Asennossa A ilma virtaa tuloliitännästä (1) lähtöliitännään (2). Samanaikaisesti toisesta lähtöliitännästä (4) on yhteys poistoliitännään (3). Asennossa B ilma virtaa tuloliitännästä (1) lähtöliitännään (4). Samanaikaisesti toisesta lähtöliitännästä (2) on yhteys yhteiseen poistoliitännään (3).

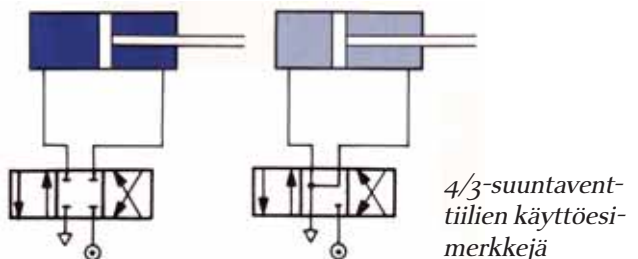
Oheisissa käyttöesimerkkikaavioissa paine pääsee vasemmanpuoleisessa kaaviossa männänvarren puolelle ja samanaikaisesti männän takaa pois. Oikeanpuoleisessa kaaviossa paine pääsee männän taakse ja samanaikaisesti männänvarren puolelta pois.



4/2-suuntaventtiilejä käytetään pääasiassa kaksitoimisten sylinterien, kahteen suuntaan pyörivien moottorien ja vääntömoottorien ohjaamiseen. Kuten edellä olevat käyttöesimerkkikaaviot osoittavat, saadaan kaksitoimisen sylinterin mäntä liikkumaan edestakaisin vaihtamalla 4/2-suuntaventtiilin toiminta-asento. Samoin saadaan kahteen suuntaan pyörivän moottorin ja vääntömoottorin pyörimissuunta muutetuksi.

4/3-suuntaventtiilit

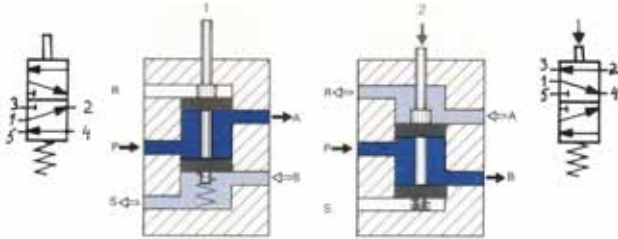
4/3-suuntaventtiilissä on neljä liitäntäaukkoa ja kolme toiminta-asentoa. Liitäntäaukot ja kaksi toiminta-asentoa – ääri-asennot – ovat samat kuin 4/2 -suuntaventtiilissä. Keskiasennolla saadaan erilaisia toimintoja, jotka määräytyvät venttiilin rakenteen perusteella.



Vasemmalla on suljettu keskiasento. Mäntä voidaan lukita mihin asentoon tahansa. Oikealla tuloliitäntä on suljettu, muut liitännät ovat avoimia. Mäntää voidaan liikutella ulkoisella voimalla.

5/2 -suuntaventtiili

5/2-suuntaventtiilissä (kuva 6) on viisi liitäntäaukkoa: tuloaukko 1 kaksi lähtöaukkoa (2 ja 4) ja kaksi poistoaukkoa (3 ja 5). Toiminta-asentoja on kaksi.

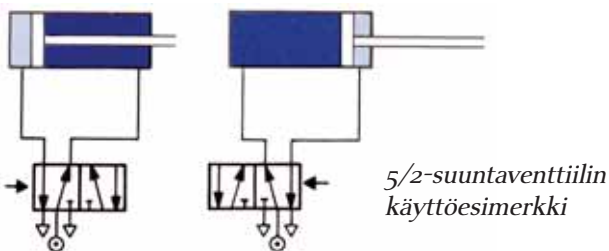


Kuva 6. 5/2-suuntaventtiilin toiminta (Festo)

Toiminta

Asennossa A ilma virtaa tuloliitännästä (1) lähtöliitännään (2). Samanaikaisesti toisesta lähtöliitännästä (4) on yhteys poistoliitännään (5). Asennossa B ilma virtaa tuloliitännästä (1) lähtöliitännään (4). Samanaikaisesti toisesta lähtöliitännästä (2) on yhteys toiseen poistoliitännään (3).

Vasemmalla olevassa 5/2-suuntaventtiilin käyttöesimerkkikaaviossa paine pääsee männänvarren puolelle. Samanaikaisesti männän takaa paine pääsee pois. Oikealla olevassa kaaviossa paine pääsee männän taakse ja samanaikaisesti männänvarren puolelta pois.



5/2-suuntaventtiilin käyttöesimerkki

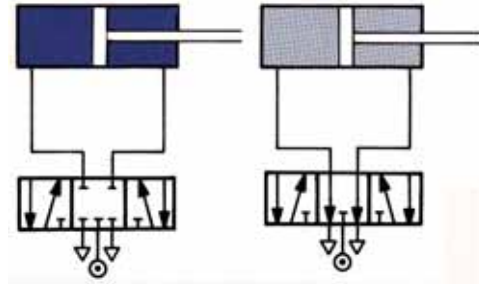
5/2-suuntaventtiilit ovat yleisimpiä pneumatiikkaventtiilejä. Niitä käytetään kuten 4/2 suuntaventtiilejäkin:

- kaksitoimisten sylinterien ohjaamiseen
- vääntömoottorien ohjaamiseen
- kahteen suuntaan pyörivien moottorien ohjaamiseen
- automaattisten järjestelmien apuventtiileinä eli muisteina
- voidaan käyttää myös yksitoimisten sylinterien ohjaamiseen, jos toinen lähtöliitäntä tulpataan

Samoin kuin käyttöesimerkkikaavioissa saadaan kaksitoimisen sylinterin mäntä liikkumaan edestakaisin vaihtamalla 5/2-suuntaventtiilin toiminta-asento, saadaan muidenkin toimilaitteiden suunta muutetuksi.

5/3 -suuntaventtiilit

5/3-suuntaventtiilissä on viisi liitäntäaukkoa ja kolme toiminta-asentoa. Liitäntäaukot ja ääriasennot ovat samat kuin 5/2-suuntaventtiilissä. Keski-asennolla saadaan aikaan samanlaisia toimintoja kuin 4/3-suuntaventtiilien keski-asennoilla.



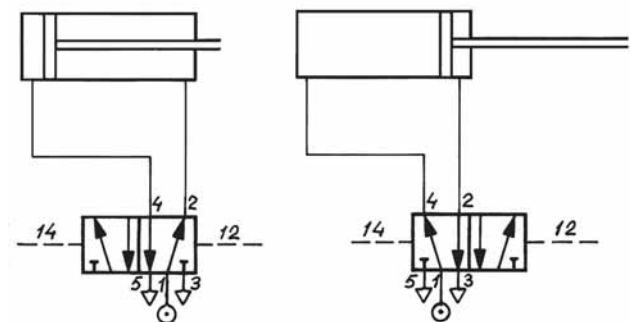
5/3-suuntaventtiilin käyttöesimerkkejä

Mikäli venttiilissä on suljettu keskiasento, ilma ei pääse sen lävitse. Esimerkiksi kaksitoimisen sylinterin mäntä on mahdollista lukita mihin asentoon tahansa. Kun tuloliitäntä on suljettu ja muut liitännät avoimia, kaksitoimisen sylinterin mäntää voidaan liikuttaa ulkoisella voimalla.

1.3. Liitäntäaukkojen merkinnät

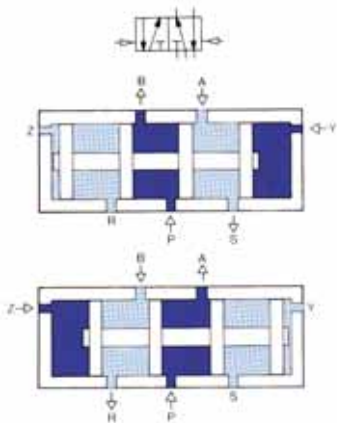
Ilman tulo-, lähtö-, poisto- ja ohjausliitännöiden merkinnät eivät ole yhtenäisiä. Pneumatiikkalaitteiden eri valmistajat käyttävät erilaisia merkintöjä. Kuitenkin yhä useammat valmistajat ovat ruvenneet käyttämään ISO-standardin mukaisia merkintöjä. Tässä merkitsemistavassa käytetään liitäntäaukkojen merkkeinä numeroja:

- 1 Tuloliitäntä
- 2 ja 4 Lähtöliitäntöjä käyttäjälle, esim. sylinterille
- 3 ja 5 Poistoliitäntöjä
- 12 Ohjausliitäntä: yhdistää virtaustiet 1–2 ja 4–5
- 14 Ohjausliitäntä: yhdistää virtaustiet 1–4 ja 2–3



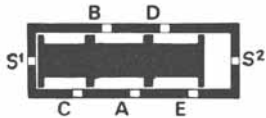
ISO-standardin mukainen liitäntäaukkojen numerointi

Oheisissa kuvissa on käytetty liitäntäaukkojen merkeinä kirjaimia. Näiden merkitsemistapojen käyttö on vähentynyt. Esimerkiksi Festo ja Martonair ovat alkaneet käyttää ISO-standardin mukaista numerointia.



- P Tuloliitäntä*
- A ja B Lähtöliitäntöjä käyttäjälle, esim. sylinterille*
- R ja S Poistoliitäntöjä*
- Y Ohjausliitäntä: yhdistää virtaus-tiet P-B ja A-S*
- Z Ohjausliitäntä: yhdistää virtaus-tiet 1-4*

(Kuva Festo)



- P Tuloliitäntä*
- B ja D Lähtöliitäntöjä*
- C ja E Poistoliitäntöjä*
- S1 Ohjausliitäntä: yhdistää virtaus-tiet A-D ja B-C*
- S2 Ohjausliitäntä: yhdistää virtaus-tiet A-B ja D-E*

(Kuva Martonair)

1.4. Ohjaus

Ohjaus- eli toiminta-asennon vaihtotapoja on viisi:

1. Lihasohjaus
2. Mekaaninen ohjaus
3. Sähköinen ohjaus
4. Paineohjaus
5. Yhdistetty ohjaus

Lihasohjatuista ja mekaanisesti ohjatuista venttiileistä käytetään usein nimitystä suoraohjausventtiilit. Sähköisesti ja paineohjatuista venttiileistä käytetään myös nimitystä kauko-ohjausventtiilit. Yhdistetyillä ohjauksella varustetut venttiilit voivat olla joko suora- tai kauko-ohjattuja.





Ohjausvaikutus voi olla joko pysyvä tai hetkellinen. Pysyvä ohjausvaikutus kestää koko toiminta-asennon ajan. Hetkellinen ohjausvaikutus kestää vain sen ajan, mikä vaaditaan halutun toiminta-asennon saavuttamiseen.

Kaksiasentoventtiili palautetaan perusasentoon ja kolmeasentoventtiili keskitetään vastakkaissuuntaisella joko samalla tai eri ohjaustavalla. Palautus ja keskitys voivat tapahtua myös automaattisesti. Yleisin automaattinen palautus- ja keskityselin on jousi. Myös painepalautusta käytetään yleisesti. Venttiin pysyminen halutussa toiminta-asennossa voidaan varmistaa asentosalvalla.

Ohjaus-, palautus- ja keskitystavan sekä asentosalvan piirrosmerkki liitetään venttiin muuhun piirrosmerkkiin.

1. Lihasohjaus

Lihasohjaukselimen ja niiden piirrosmerkit ovat:

-  Lihasohjaus yleensä
-  Painonappi
-  Vipu
-  Poljin

Lihasohjattujen venttiilien toiminta-asento muutetaan yleensä käsin tai jalalla. Erilaisilla lihasohjauksella varustettuja suuntaventtiilejä on esitetty kuvissa 7–12.



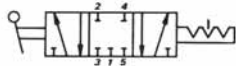
Kuva 7. Lihasohjattu, painepalautettu 3/2-suuntaventtiili. Toiminta-asento muutetaan painamalla venttiin päähän. (Atlas Copco)



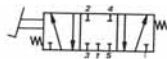
Kuva 8. Painonappiohjaus, jousipalautus, 5/2-suunta-venttiili. (Atlas Copco)



Kuva 9. Vivulla ohjattava 5/2-suuntaventtiili. Asentosalpa pitää venttiilin kummassa toiminta-asennossa tahansa. (Atlas Copco)



Kuva 10. Vipuohjattu 5/3-suuntaventtiili. Asentosalpa pitää venttiilin missä toiminta-asennossa tahansa. (Atlas Copco)






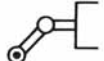
Kuva 11. Polkimella ohjattava, jousikeskitetty 5/3-suuntaventtiili. (Atlas Copco)



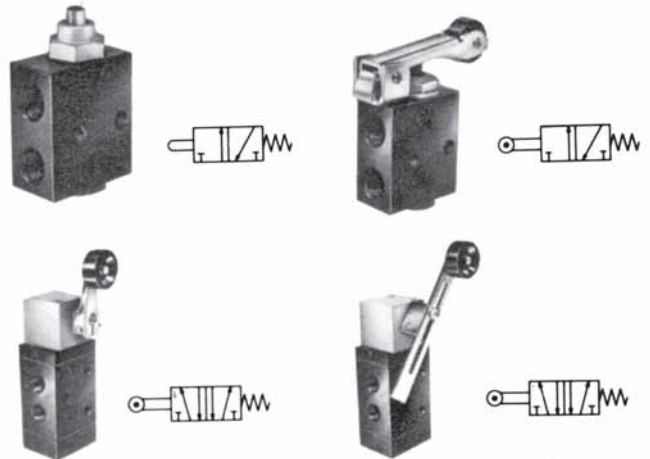
Kuva 12. Lukittava 5/2-suuntaventtiili. (Atlas Copco)

2. Mekaaninen ohjaus

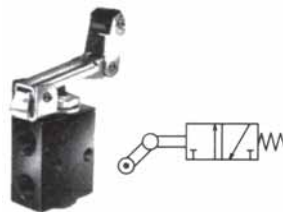
Mekaanisia ohjauselimiä ovat:

-  Tappi
-  Jousi
-  Rulla
-  Rulla, ohjaus vain yhteen suuntaan

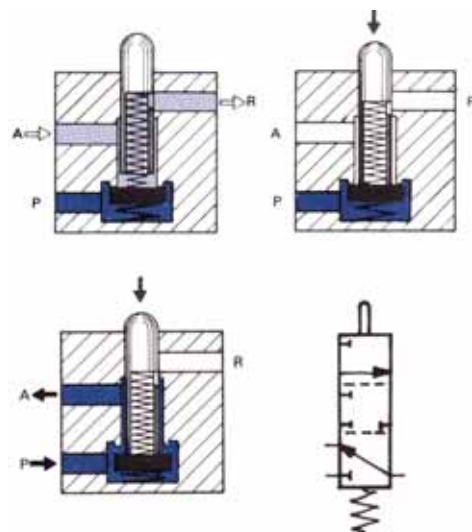
Mekaanisesti ohjattuja venttiilejä käytetään pääasiassa automaattisten järjestelmien impulssiventtiileinä. Niihin voidaan vaikuttaa männänvarren päähän kiinnitetyn tai muun liikkuvan koneen osan välityksellä. Yleensä mekaanisesti ohjatut venttiilit ovat kaksiasentoisia, jousi- tai painepalautteisia (kuvat 13 – 17).



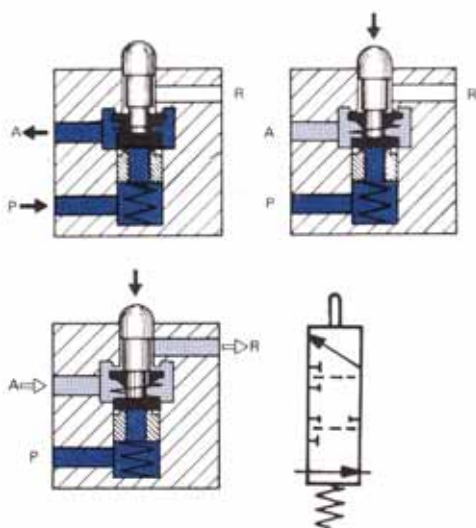
Kuva 13. Tapilla ja rullalla ohjattavia, jousipalautteisia suuntaventtiilejä (Atlas Copco)



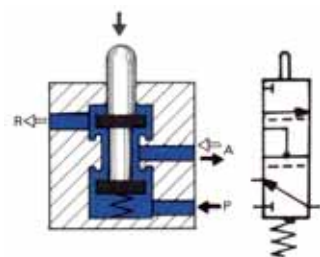
Kuva 14. 3/2-suuntaventtiili, ohjaus rullalla vain yhteen suuntaan. Toiminta-asento muuttuu vain vasemmalta painettaessa. Oikealta painettaessa rullavipu kääntyy. (Atlas Copco)



Kuva 15. Tapilla ohjattava, normaalisti suljettu 3/2-suuntaventtiili. Merkityksellinen siirtymäasento (suljettu) esitetty. (Festo)



Kuva 16. Normaalisti avoin, tapilla ohjattu, jousipalautteinen 3/2-suuntaventtiili: suljettu siirtymäasento. (Festo)



Kuva 17. 3/2-suuntaventtiili, ohjataan tapilla, jousipalautus: siirtymäasento avoin. (Festo)

3. Sähköinen ohjaus

Sähköiseen ohjaukseen käytetään useimmiten sähkömagneetteja. Magneeteissa voi olla yksi tai useampi käämi: piirrosmerkki



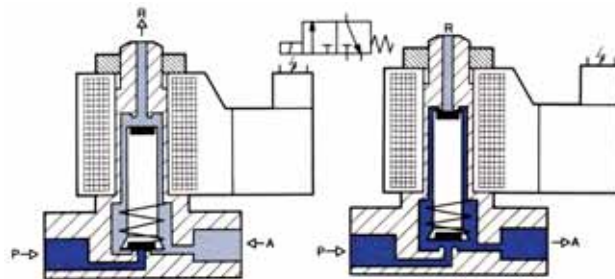
Sähkömagneetti, jossa yksi käämi



Sähkömagneetti, jossa kaksi eri suuntaan vaikuttavaa käämiä

Sähkömagneetit voivat olla joko tasa- tai vaihtovirralla sekä eri jännitteillä ja taajuuksilla toimivia.

Sähköisesti ohjattuja venttiilejä ohjataan muilla sähköisillä laitteilla, esimerkiksi painonapeilla ja rajakaisimilla.



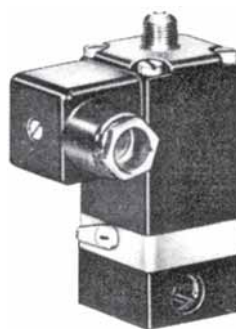
Kuva 18. Sähköisesti ohjattu, jousipalautteinen 3/2-suuntaventtiili. (Festo)

Kun ohjausvirtapiiri on auki, virtaustie (P-A) on suljettu ja poistovirtaustie (A-R) auki. Suljettaessa virtapiiri poistovirtaustie (A-R) sulkeutuu ja virtaustie (P-A) aukeaa.

Sähköisesti ohjatut venttiilit ovat yleensä suhteellisen pieniä. Tämä johtuu siitä, että suurten venttiilien sähkömagneetit tulisivat suuriksi ja kalliiksi.

Sähköistä ohjausta käytetään esimerkiksi silloin, kun järjestelmässä on muita sähköisiä laitteita, joilta saadaan ns. luonnollisia sähköisiä impulsseja.

Sähköinen ohjaus on nopea myös pitkillä ohjausetäisyyksillä. Virtakatko tekee kuitenkin sähköisen ohjauksen välittömästi toimintakyvyttömäksi. Kosteat, pölyiset sekä palo- ja räjähdysalttiit ympäristöt saattavat olla esteenä sähköisen ohjauksen käytölle.

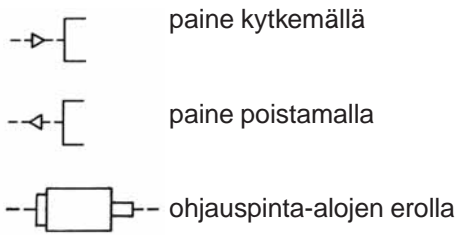


Kuva 19. Sähköisesti ohjattu 3/2-suuntaventtiili. (Atlas Copco)

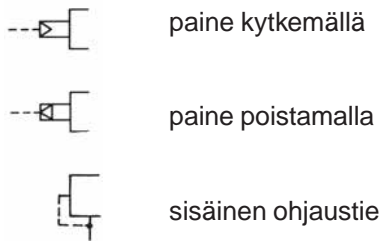
Useissa sähköisesti ohjatuissa venttiileissä on myös käsinohjausmahdollisuus, esim. vipu (kuva 19) tai painonappi. Käsinohjausmahdollisuus helpottaa järjestelmän koekäyttöä ja vianetsintää. Koekäytössä voidaan laitteiden toiminta ensin kokeilla käsihousuksella. Vianetsinnässä voidaan todeta onko vika sähköisessä ohjausjärjestelmässä vai muualla järjestelmässä.

4. Paineohjaus

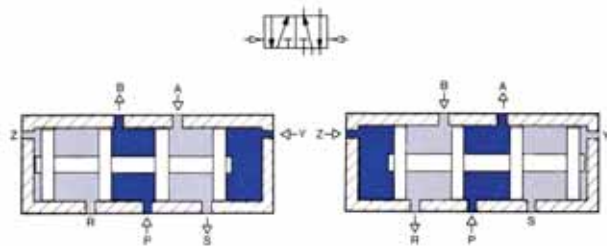
Suora paineohjaus:



Esiohjaus:

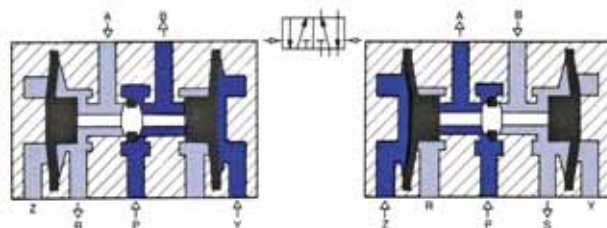


Paineohjattuja suuntaventtiilejä käytetään pääasiassa automaattisissa ja puoliautomaattisissa järjestelmissä etenkin räjähdysherkissä, kosteissa ja pölyisissä ympäristöissä. Paineohjausta ei menetä välittömästi sähkökatkon sattuessa. Paineella ohjattavia venttiilejä ohjataan muilla tavoin ohjatuilla venttiileillä.



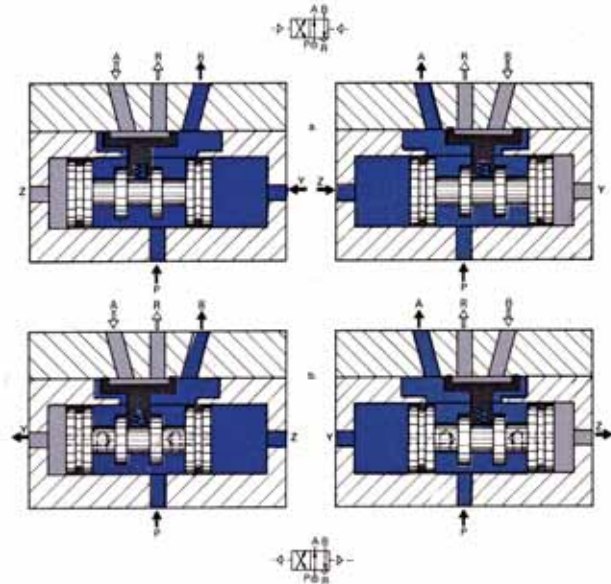
Kuva 20. Ohjauspaine kytkemällä ohjattu 5/2-suuntaventtiili. Y ja Z ovat ohjausliitännät. (Festo)

Paine Y:ssä avaa virtaustiet P–B ja A–S. Paine Z:ssä avaa virtaustiet P–A ja B–R.

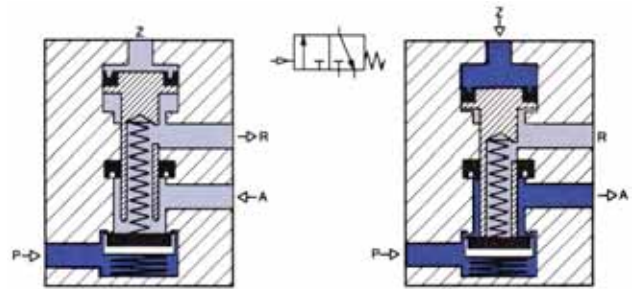


Kuva 21. Kalvojen välityksellä ohjattu 5/2-suuntaventtiili. (Festo)

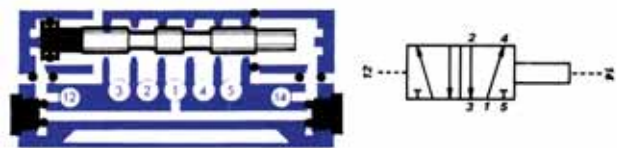
Kalvot muodostavat suuret ohjausalat. Tämän vuoksi riittää pieni ohjauspaine. Kalvot jännittyvät siten, että venttiili pysyy paineettomanakin molemmissa asennoissa. Ohjausliitännät Y ja Z. Kun paine on Y:ssä, ovat virtaustiet P–B ja A–R. Kun paine on Z:ssä, ovat virtaustiet P–A ja B–S.



Kuva 22. Ohjauspaine kytkemällä (a) ja ohjauspaine poistamalla (b) ohjatut 4/2-suuntaventtiilit. (Festo)



Kuva 23. Paineohjattu 3/2-suuntaventtiili, jousipalautus. (Festo)



Kuva 24. Ohjauspinta-alojen erolla ohjattava 5/2-suuntaventtiili. (Atlas Copco)

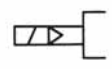

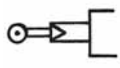
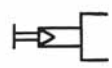
Koska ohjausala luistin vasemman puoleisessa päässä on suurempi kuin oikean puoleisessa päässä, luisti siirtyy oikealle, mikäli samansuuruinen paine vaikuttaa luistin molempiin päihin (differentiaaliventtiili).



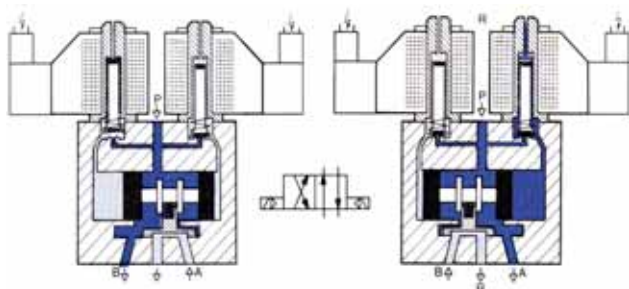
Kuva 25. Paineohjauksella, sisäisellä painepalautuksella varustettu venttiili. (Atlas Copco)

5. Yhdistetty ohjaus

Yhdistetty ohjaus on yleensä paineohjauksen ja jonkin muun ohjaustavan yhdistelmä:

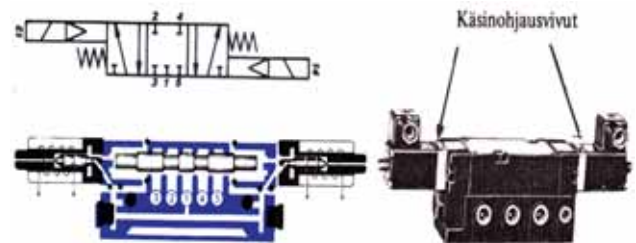
-  Sähkömagneetilla ja esiohjausventtiilillä
-  Sähkömagneetilla tai esiohjausventtiilillä
-  Rullalla ja esiohjausventtiilillä
-  Lihashojauksella ja esiohjausventtiilillä

Yhdistettyä ohjausta käytettäessä venttiilin toimintasuunnan muuttamiseen riittävät pienemmät sähkömagneetit ja ohjausvoimat sekä lyhyemmät ohjausmatkat.

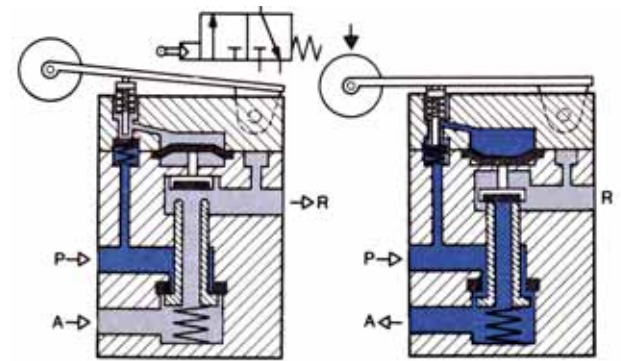


Kuva 26. Yhdistetty sähkö-paineohjaus, 4/2-suunta-venttiili. (Festo)

Venttiilissä on kaksi sähköisesti ohjattua 3/2-suunta-venttiiliä. Näiden venttiilien kautta ohjauspaine pääsee luistin kumpaankin päähän sen mukaan, kumman venttiilin virtapiiri on suljettu. Ellei kummankaan venttiilin virtapiiri ole suljettu, luisti jää siihen asentoon, mihin se on viimeksi siirtynyt.

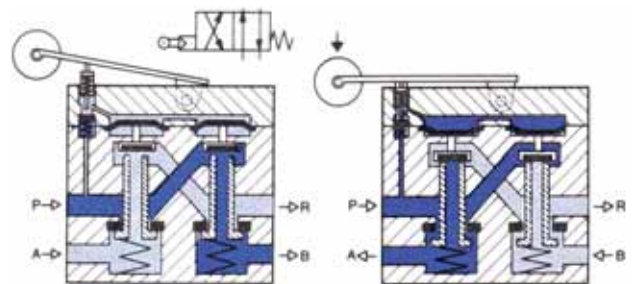


Kuva 27. 5/3-suunta-venttiili, sähkö-paineohjaus, jousikeskitys. Venttiilissä on myös käsinohjausmahdollisuus. (Atlas Copco)



Kuva 28. Rullalla ja ohjausventtiilillä ohjattu 3/2-suunta-venttiili. (Festo)

Kun ohjausrullallaan ei vaikuteta, virtaustie P-A on suljettu ja poistovirtaustie A-R auki. Painettaessa ohjausrullallaan paine pääsee tuloliitännästä P ohjausventtiiliin kautta kalvon yläpuolelle. Tällöin poistovirtaustie sulkeutuu ja virtaustie P-A aukeaa.



Kuva 29. 4/2-suunta-venttiili, ohjaus rullalla ja ohjausventtiilillä. (Festo)

1.5. Rakenteita

Rakenteen perusteella venttiilit voidaan jakaa kolmeen ryhmään:

1. Suoraluistiventtiilit
2. Kääntöluistiventtiilit
3. Istukkaventtiilit

Nimitykset eivät ole vakiintuneet. Suoraluistiventtiileistä käytetään myös nimitystä mäntäluistiventtiilit, kääntöluistiventtiileistä nimitystä kiertoluistiventtiilit ja istukkaventtiileistä nimitystä lautasventtiilit.

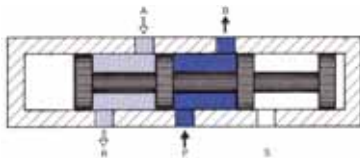
1. Suoraluistiventtiilit

Suoraluistiventtiileissä luisti eli kara liikkuu pesässä edestakaisin akselinsa suuntaisesti avaten ja sulkien virtauksia tietyssä järjestyksessä.

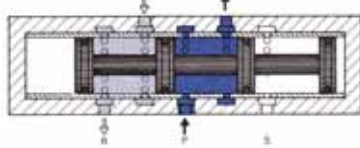
Ominaisuuksia:

- Ilma virtaa venttiileihin säteen suuntaisesti.
- Virtaus ei aiheuta luistiin merkittäviä aksiaalisia voimia.
- Tarvittavat ohjausvoimat ovat suhteellisen pieniä.
- Helppo ohjata eri ohjaustavoilla.
- Ohjausmatkat ovat pitempiä kuin istukkaventtiileissä: yleensä ne ovat noin 10–20 mm.
- Vaativat melko puhtaan ilman.

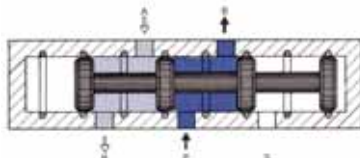
Kuvissa 30 ja 31 on esitetty pääasiassa suoraluistiventtiilien luisti-, pesä- ja tiivisterakenteita.



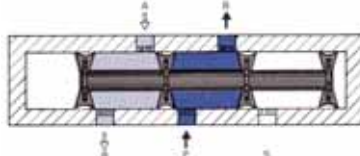
Tiivisteetön luisti. Tarkka luistin ja pesän sovite. Välyt n. 0,002–0,004 mm.



Pesässä holkki. Luistissa O-rengastiivisteet.

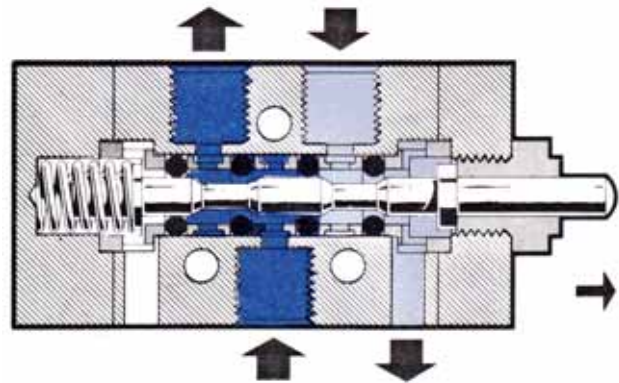


O-rengastiivisteet pesässä.



Kaksoiskuppitiivisteet luistissa.

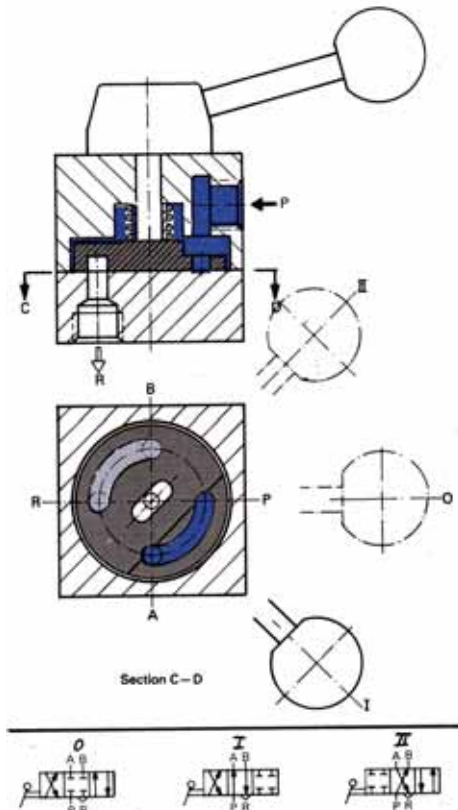
Kuva 30. Suoraluistiventtiilin luisti- ja tiivisterakenteita. (Festo)



Kuva 31. Suoraluistiventtiili. Tiivisteet pesässä holkkien välissä (Atlas Copco)

2. Kääntöluistiventtiilit

Kääntöluistiventtiilin luistia pyöritetään pesään nähden. Luisti voi olla levyn tai lieriön muotoinen. Kääntöluistiventtiilejä ohjataan yleensä käsin.



Kuva 32. Levyn muotoinen kääntöluistiventtiili. (Festo)

Kun vipu on keskiasennossa (0), kaikki liitännät on suljettu. I asennossa virtauksia ovat P–A ja B–R ja II asennossa P–B ja A–R. Lieriönmuotoisissa kääntöluistiventtiileissä virtauksia ovat useimmiten lieriöluistin lävitse kulkevia porausreikiä.

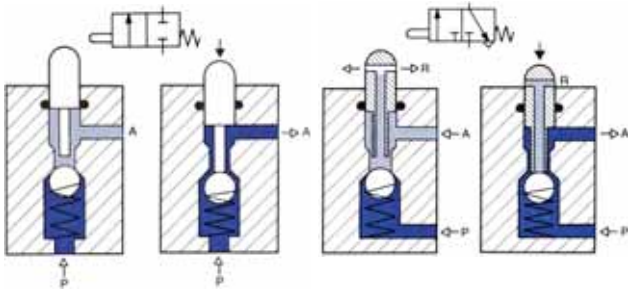
3. Istukkaventtiilit

Istukkaventtiilejä käytetään yleensä yksinkertaisemmissa venttiilitoiminnoissa.

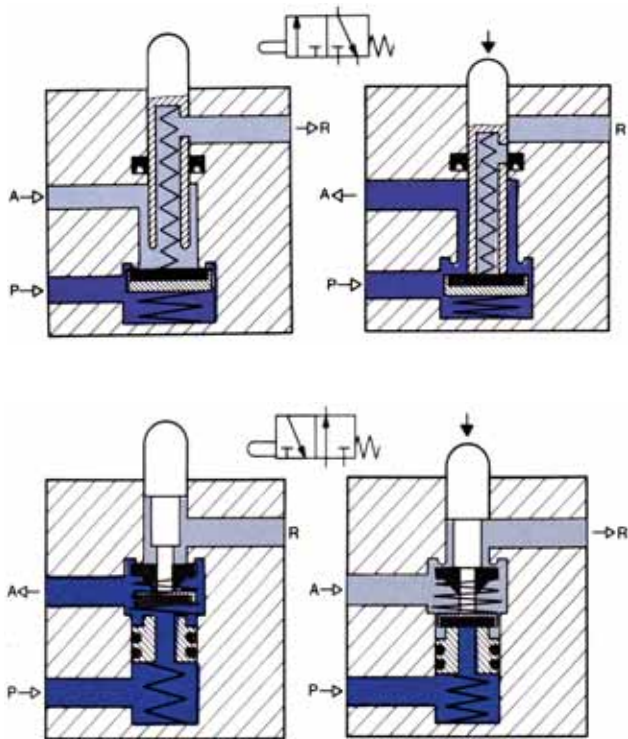
Ominaisuuksia:

- ohjausmatka on yleensä lyhyt
- yksinkertaiset tiivisteet
- eivät välttämättä vaadi kovin puhdasta ilmaa
- jotkut tyytit vaativat melko suuren ohjausvoiman

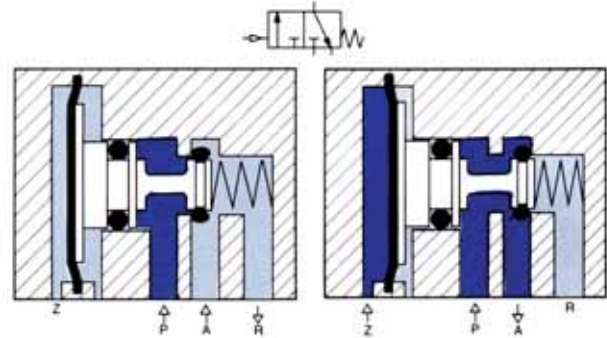
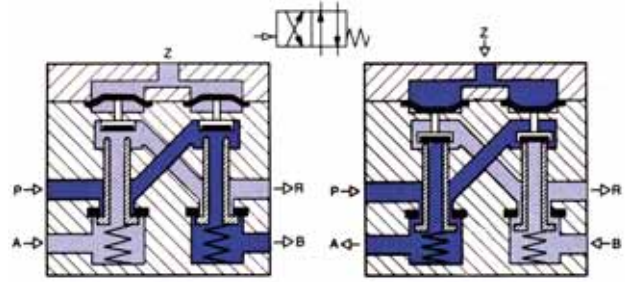
Istukkaventtiilien sulkuelimenä voi olla kuula, taso tai kartio. Istukkaventtiilit ovat yleensä jousipalautteisia.



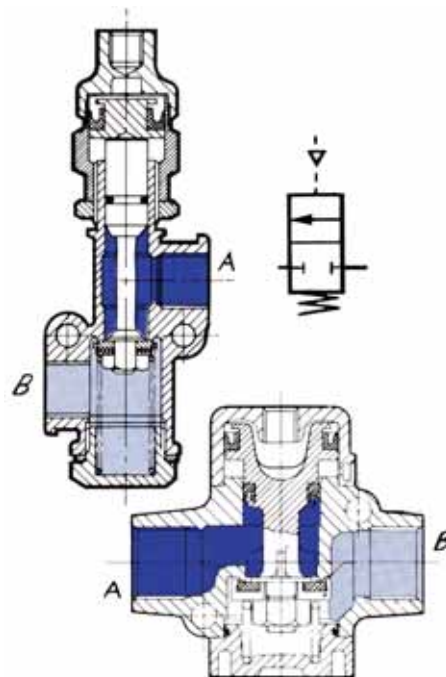
Kuva 33. Kuulatyyppinen 2/2- ja 3/2-suuntaventtiili. (Festo)



Kuva 34. Istukkatyypinen normaalisti suljettu ja avoin 3/2-suuntaventtiili. Sulkuelimenä tasotiiviste. Karan tiivisteinä urarengas, luistissa o-renkaat. (Festo)



Kuva 35. 4/2- ja 3/2-suuntaventtiilit. Sulkueliminä taso- ja muototiivisteet. Ohjausaukon (Z) tiivisteinä kalvot. (Festo)

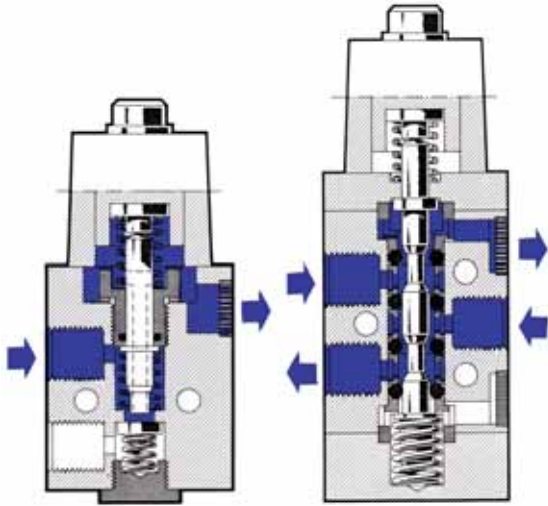


Kuva 36. Istukkatyypisiä 2/2-suuntaventtiilejä. (Martonair)

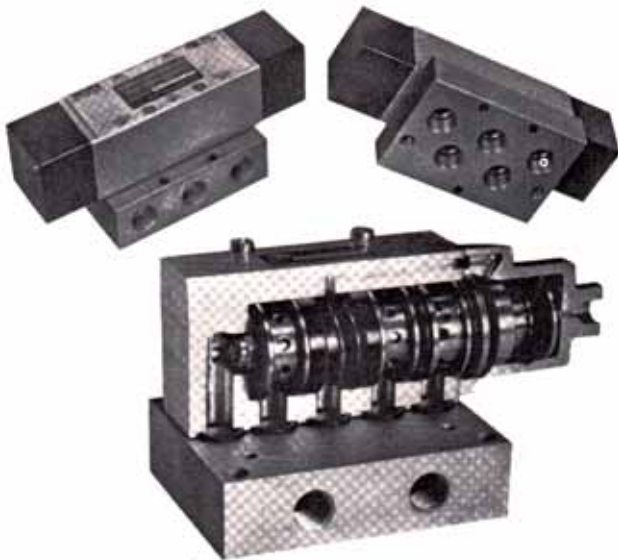
Tulo- ja lähtöliitännät ovat venttiilien sivuilla ja ohjausliitännät ylhäällä. Sulkueliminä tasotiiviste. Ohjausmännän tiivisteinä uratiivisteet.

1.6. Asennukset

Asennustavan perusteella venttiilit voidaan jakaa kahteen ryhmään: suoraan putkiston väliin asennettaviin ja pohja- eli asennuslaatalle asennettaviin.

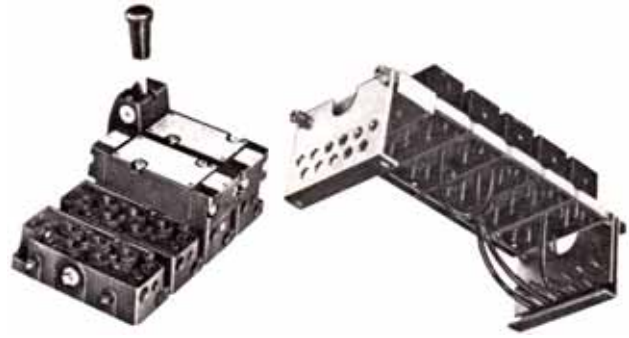


Kuva 37. Putkiston väliin asennettavia venttiilejä. (Atlas Copco)



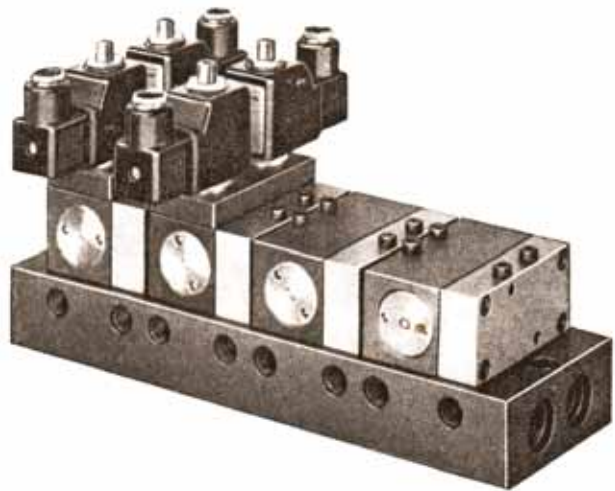
Kuva 38. Pohjalaatallisia venttiilejä (Schrader, Painekojeet)

Suoraan putkiston väliin asennettavissa venttiileissä liitäntäkierteet ovat venttiilin rungossa eli pesässä. Kun venttiili joudutaan vaihtamaan, putket ja letkut täytyy irrottaa.



Kuva 39. Pohjalaatallisia venttiiliryhmiä. (Atlas Copco)

Pohjalaatallisissa venttiileissä liitäntäkierteet ovat pohjalaatassa. Ne voivat olla pohjalaatan sivuissa tai pohjassa. Yleensä venttiili on kiinnitetty pohjalaataan ruuveilla. Pohjalaatan yläpintaan ja venttiilin alapintaan on tehty poraukset, joiden kautta ilma pääsee virtaamaan tuloliitännästä venttiiliin ja venttiilistä lähtö- ja poistoliitäntöihin. Pohjalaatalliset venttiilit voidaan vaihtaa putkia ja letkuja irrottamatta.



Kuva 40. Yhteisellä pohjalaatalla varustettu venttiiliryhmä. (Festo)

Pohjalaatallisista venttiileistä on helppo koota useita venttiilejä käsittäviä ryhmiä. Vasemmanpuoleisessa ryhmässä on neljä pohjalaattaa, mutta vain kahden päällä on venttiili. Ryhmää pitävät koossa pohjalaattojen lävitse menevät sidepultit. Yhteinen ilmantuloliitäntä on reunimmaisen pohjalaatan kyljessä. Muut liitännät ovat pohjalaattojen päissä. Oikeanpuoleisessa ryhmässä liitännät ovat pohjalaattojen pohjassa. Liitäntäjohdot voidaan koota yhteiseksi ryhmäksi kantatinpäädyn ja liitäntälevyn avulla. Venttiiliryhmällä voi olla myös yhteinen pohjalaatta.

2. VASTAVENTTIILIT

Vastaventtiilien tehtävänä on sallia vapaa virtaus vain yhteen suuntaan.

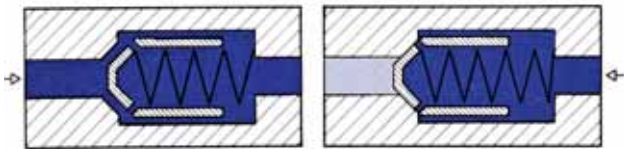
Vastaventtiilien ryhmään kuuluvat:

1. Vastaventtiili
2. Vastusvastaventtiili
3. Vaihtovastusventtiili
4. Pikapoistoventtiili

Rakenteeltaan vastaventtiilit ovat yleensä istukkatyyppisiä. Sulkuelimenä voi olla kartio, kuula tai taso.

2.1. Vastaventtiili

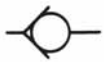
Vastaventtiili sallii virtauksen vain toiseen suuntaan.



Kuva 41. Vastaventtiilin toiminta. (Festo)

Paineen vaikuttaessa vasemmalta venttiili avautuu, kun painevoima voittaa jousivoiman. Oikealta vasemmalle ilma ei pääse venttiilin lävitse. Jousi- ja painevoima sulkevat venttiilin. Useihin vastaventtiileihin on merkitty nuolella se suunta, johon virtaus voi tapahtua venttiilin lävitse.

Vastaventtiilin piirrosmerkit:

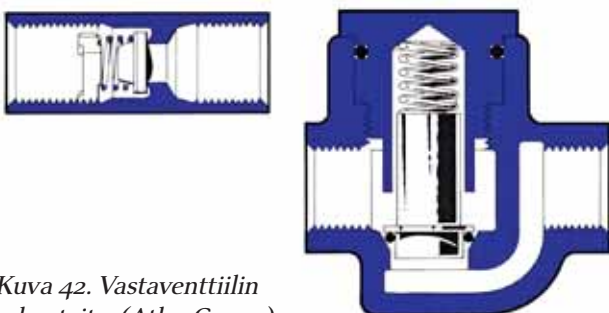


avautumispaine on pieni

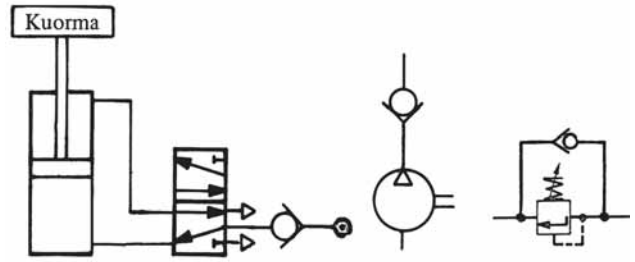


avautumispaine on merkityksellinen ja määritelty

Melkein jokaisessa vastaventtiilissä on jousi. Mikäli jousivoima on hyvin pieni, jousen tehtävänä on vain varmistaa venttiilin sulkeutuminen. Tällöin jousia ei merkitä piirrosmerkkiin. Kun avautumispaine on merkityksellinen ja määritelty, jousi merkitään piirrosmerkkiin.



Kuva 42. Vastaventtiilin rakenteita. (Atlas Copco)

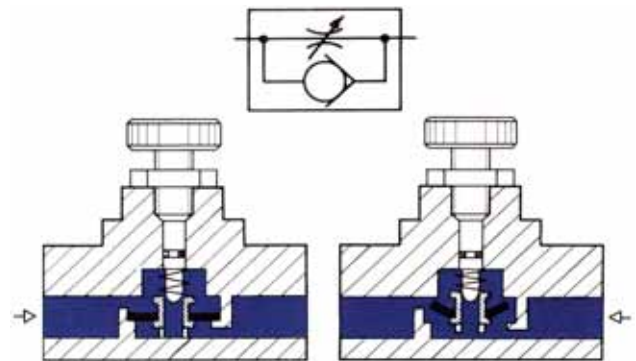


Vastaventtiilin käyttöesimerkkejä

Vastaventtiili estää: Kuorman laskeutumisen paineen vähetessä verkostossa, virtauksen kompressoriin päin ja virtauksen toiseen suuntaan paineventtiilin ohitse. Toiseen suuntaan virtaus voi tapahtua vapaasti.

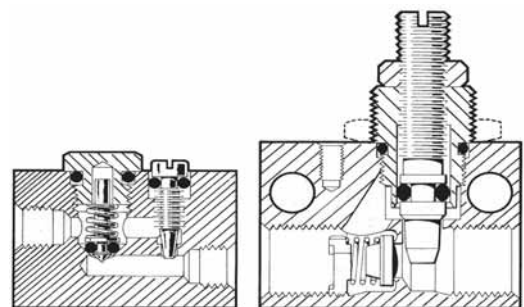
2.2. Vastusvastaventtiili

Vastusvastaventtiili sallii vapaan virtauksen toiseen suuntaan: toiseen suuntaan virtausta voidaan vastustaa. Yleensä vastusta voidaan säätää.

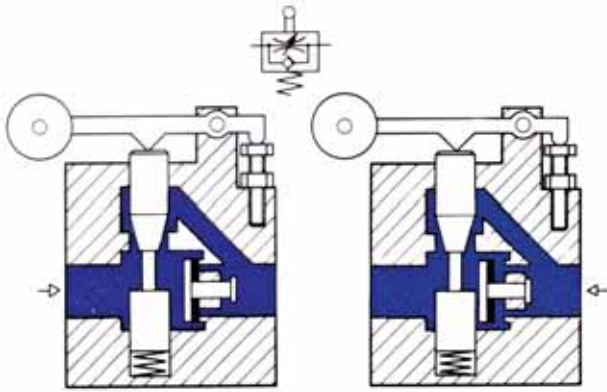


Kuva 43. Vastusvastaventtiilin toiminta. (Festo)

Vasemmalta oikealle ilma virtaa säädeltävän aukon kautta. Tähän suuntaan virtausta voidaan vastustaa. Vastusta voidaan säätää säätöruuvia kiertämällä. Ilman virratessa oikealta vasemmalle kalvo nousee ylös, jolloin virtaus voi tapahtua vapaasti.

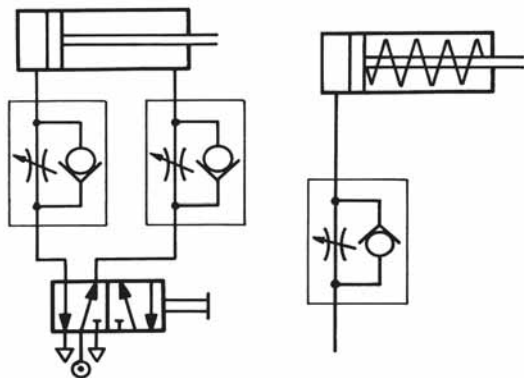


Kuva 44. Vastusvastaventtiilin rakenteita. (Atlas Copco)



Kuva 45. Mekaanisesti ohjattu vastusvastaventtiili. (Festo)

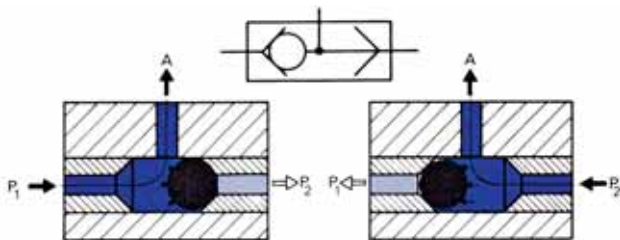
Vastusvastaventtiiliä voidaan yleensä säätää sorminupilla, ruuvitaltalla, kuusiokoloavaimella tai mekaanisesti. Useissa vastusvastaventtiileissä on vapaan virtauksen suunta merkitty nuolella. Mikäli vastusvastaventtiilissä on piirrosmerkki, siitä nähdään, kumpaan suuntaan virtaus voi tapahtua vapaasti ja kumpaan suuntaan sitä voidaan säätää.



Vastusvastaventtiilin käyttöesimerkkejä

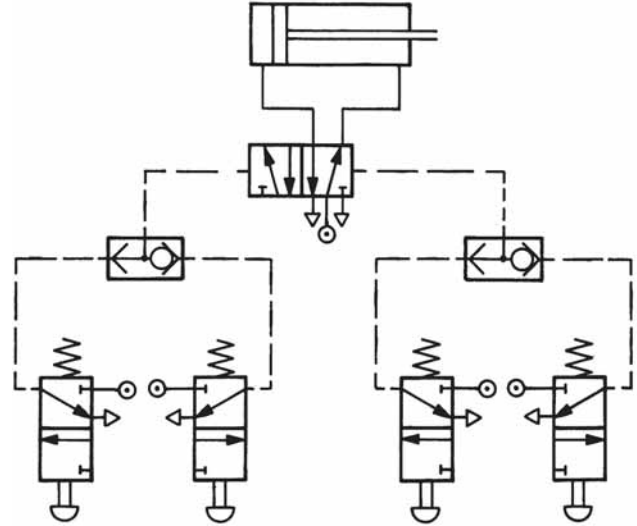
Vastusvastaventtiilejä käytetään eniten sylinterien männän liikenopeuden säätöön. Mekaanisesti ohjalla venttiilillä voidaan liikenopeutta muuttaa liikkeen aikana.

2.3. Vaihtovastaventtiili



Kuva 46. Vaihtovastaventtiilin toiminta. (Festo)

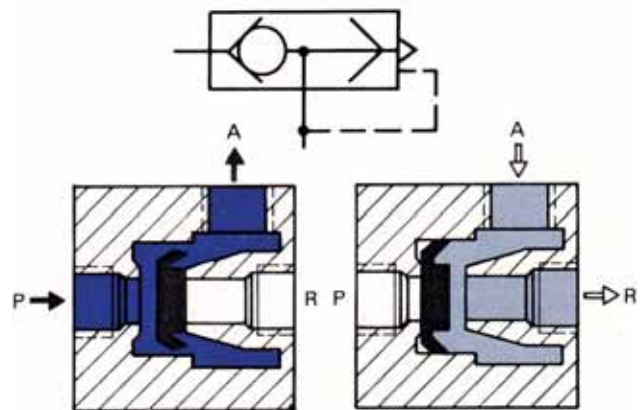
Vaihtovastaventtiili sallii virtauksen kahdesta tulojohdosta yhteiseen lähtöjohtoon. Virtaus tapahtuu siitä tulojohdosta, jossa paine on suurempi (TAI-elin).



Vaihtovastaventtiilin käyttöesimerkki

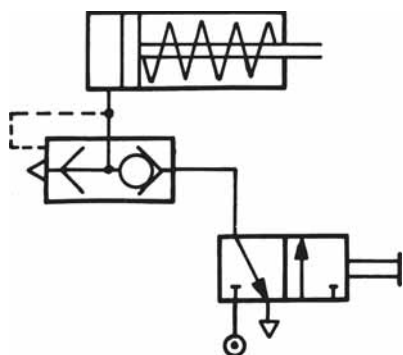
Vaihtovastaventtiilejä käytetään ohjaustekniikassa. Niiden avulla voidaan samaan johtoon liittää useita impulssiventtiilejä.

2.4. Pikapoistoventtiili



Kuva 47. Pikapoistoventtiilin toiminta. (Festo)

Pikapoistoventtiili sallii vapaan virtauksen tuloliitännästä (P) lähtöliitännään (A) niin kauan kuin tuloliitännässä on paine. Paineen vähetessä tuloliitännässä aukeaa yhteys poistoliitännään (R).



Pikapoistoverntiilin käyttöesimerkki

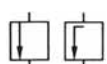
Pikapoistoverntiilin kautta paine saadaan poistetuksi nopeasti sylinteristä. Tällöin paine ei estä männän nopeaa palautumista kaaviossa esitettyyn asentoon.

3. PAINEVENTTIILIT

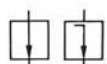
Paineventtiileillä voidaan säätää painetta. Yleisimmät paineventtiilit ovat:

1. Paineenrajoitusventtiili
2. Paineenalennusventtiili
3. Paineohjausventtiili

Paineventtiilien piirrosmerkki on neliö. Neliön sisään piirretään virtaustie tai -tiet. Nuolien poikkiviivat osoittavat nuolien siirtymäaluetta. Poikkiviivat eivät ole välttämättömät. Vasemmanpuoleisista piirrosmerkeistä ne on jätetty pois. Ohjaukset on esitetty kunkin paineventtiilin yhteydessä.



Yksi perusasennossa suljettu säätöaukko



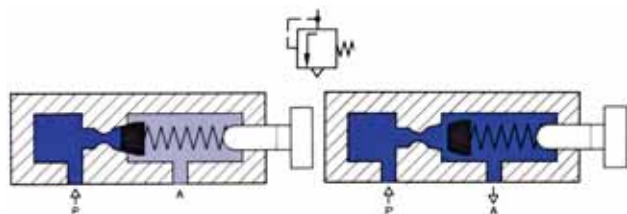
Yksi perusasennossa auki oleva säätöaukko



Kaksi perusasennossa suljettua säätöaukkoa

3.1. Paineenrajoitusventtiili

Paineenrajoitusventtiilin tehtävänä on estää paineen nousu säädettyä arvoa suuremmaksi.



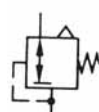
Kuva 48. Paineenrajoitusventtiili. (Festo)

Kun säädetty paine on saavutettu, venttiili avautuu, jolloin paine purkautuu vapaaseen ilmaan. Kuristuskohta ja kammio vähentävät venttiilin värähtelyä. Paineenrajoitusventtiilejä käytetään varoventtiileinä ja yli-paineen ilmaisimina.

3.2. Paineenalennusventtiili

Paineenalennusventtiilin tehtävänä on:

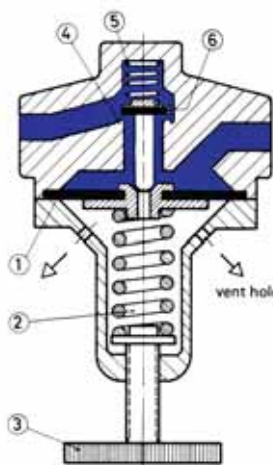
- Pitää järjestelmän paine vakiona verkoston painenvaihteluista huolimatta. Verkoston paineen on pysyttävä järjestelmän painetta korkeampana.
- Alentaa painetta. Painetta alentamalla voidaan vähentää sylinterin aikaansaamaa voimaa tai moottorin momenttia.



Paineenpoistoliihtännällä varustettu paineenalennusventtiili

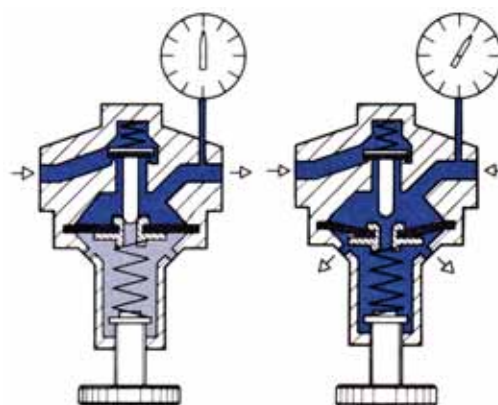


Paineenalennusventtiili, jossa ei ole paineenpoistoliihtäntää



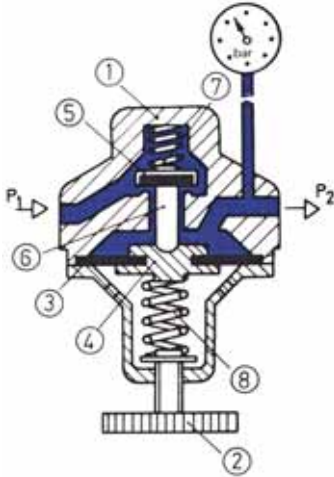
Alennetun paineen määrää jousivoima. Jousivoimaa voidaan säätää sorminupilla.

- 1 Kalvo
- 2 Säätojousi
- 3 Sorminuppi
- 4 Istukka
- 5 Jousi
- 6 Tiiviste



Kuva 49. Paineenpoistolla varustetun paineenalennusventtiilin rakenne ja toiminta. (Festo)

Paineen noustessa kalvon yläpuolella säädettyä arvoa suuremmaksi istukkaventtiili sulkeutuu. Mikäli paine edelleen nousee, lähtöaukosta avautuu yhteys kalvon keskeltä poistoaukkoihin. Tämän vuoksi lähtöpaine pysyy aina lähes vakiona.



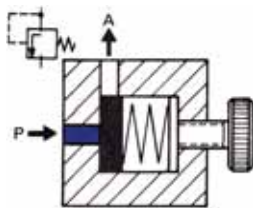
Kuva 50. Paineenalennusventtiili, jossa ei ole paineenpoistoa. (Festo)

Mikäli paine nousee lähtöaukossa (P2) sorminupilla (2) jousen välityksellä säädettyä arvoa suuremmaksi, kalvo (3) painuu alas, jolloin istukkaventtiili (5) sulkeutuu. Koska venttiilissä ei ole paineenpoistoa, se ei pysty tämän jälkeen estämään paineen nousua. Lähtöaukossa paine voi nousta esim. männänvarteen kohdistuvan voiman vaikutuksesta.

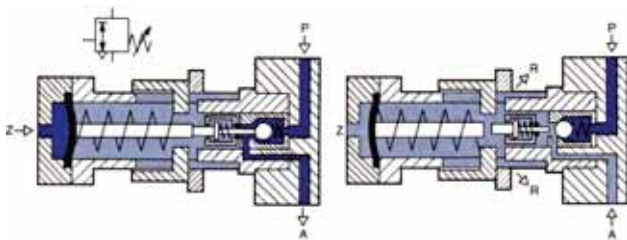
Paineenalennusventtiiliä käytetään melkein jokaisessa järjestelmässä. Yleensä se kuuluu huoltoyksikköön, ja siihen voidaan kiinnittää painemittari.

3.3. Paineohjausventtiili

Paineohjausventtiilin tehtävänä on sallia virtaus, kun tietty tulo- tai ohjauspaine on saavutettu.



Kuva 51. Paineohjausventtiili. (Festo)



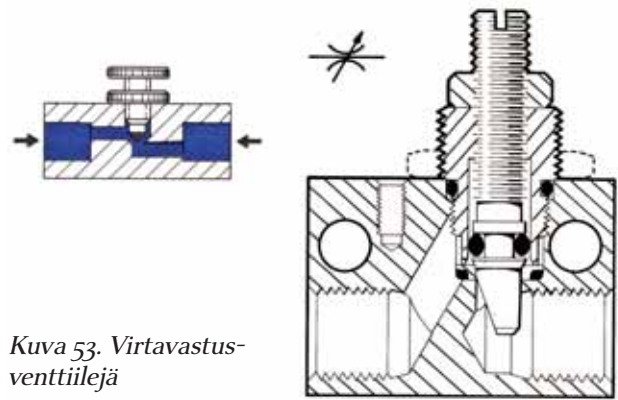
Kuva 52. Ulkoisesti ohjattu paineohjausventtiili. (Festo)

Venttiili aukeaa, kun tulopaine (p) voittaa jousivoiman. Jousivoimaa voidaan säätää.

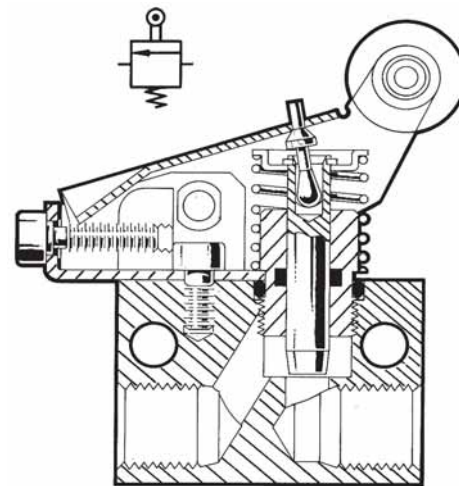
Virtaustie P–A aukeaa, kun ohjauspaine Z voittaa jousivoiman. Ohjauspaineen vähetessä riittävästi virtaustie P–A sulkeutuu ja poistovirtaustie A–R aukeaa. Paineohjausventtiilillä voidaan esim. varmistaa, että tietty kiinnityspaine ja voima on saavutettu, ennen kuin paine pääsee työstöpöytää liikuttavaan sylinteriin.

4. VIRTAVASTUSVENTTIILIT

Virtavastusventtiilien tehtävänä on säätää tilavuusvirtaa.



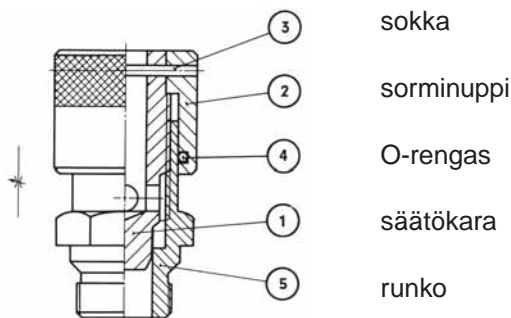
Kuva 53. Virtavastusventtiilejä



Kuva 54. Mekaanisesti ohjattu virtavastusventtiili. (Atlas Copco)

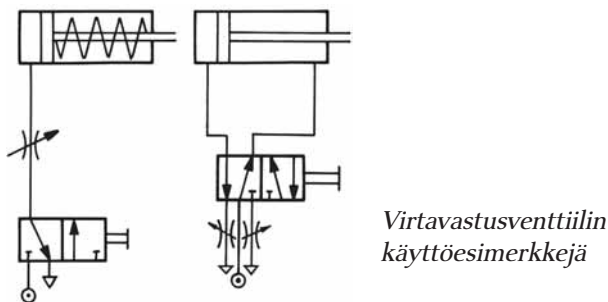
Tilavuusvirtaa säädetään muuttamalla säätöruuvilla virtausalaa.

Tilavuusvirta vähenee, kun ohjausrullaa painetaan. Mekaanista ohjausta käytetään, kun sylinterin männän liikenopeutta halutaan muuttaa kesken iskun (esim. vaimennus).



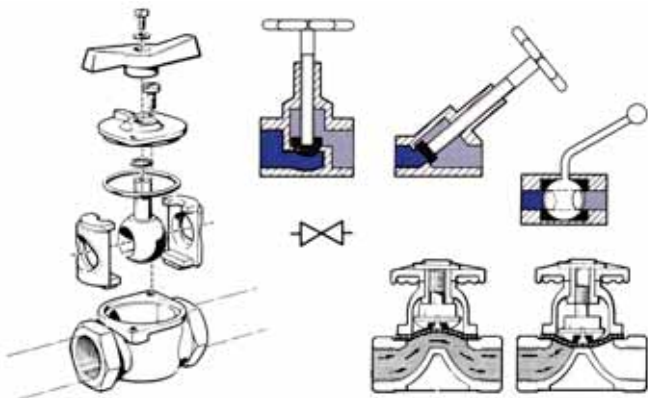
Kuva 55. Poistoaukkoon kierrettävä virtavastusventtiili. (Marton)

Sorminupista pyörittämällä säätökara saadaan nousemiin ylös, jolloin virtausala ja tilavuusvirta voidaan säätää sopivan suuruiseksi. Useihin virtavastusventtiileihin voidaan kiinnittää äänenvaimennin. Eniten virtavastusventtiilejä käytetään sylinterin männän liikkeenopeuden säätöön.



5. SULKUVENTTIILIT

Sulkuventtiilien tehtävänä on estää virtaus tarpeettomiin kohteisiin. Niillä voidaan erottaa eri paineilmapiiirejä toisistaan ja sulkea putkisto esim. korjauksen ajaksi. Rakenteeltaan sulkuventtiilit ovat yleensä istukka-, pallo- tai kalvotyypisiä.



Kuva 56. Sulkuventtiilejä

6. ERIKOISVENTTIILIT

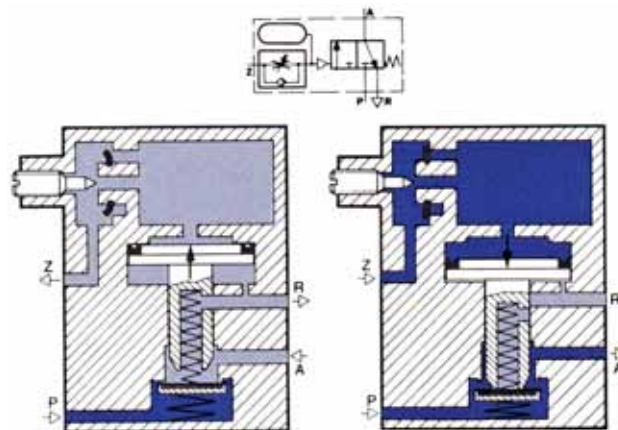
Erikoisventtiilejä valmistetaan tiettyjä yksittäistapauksia varten. On kuitenkin muutamia venttiilejä, joita käytetään monissa eri paineilmajärjestelmissä. Tällaisia ovat:

1. Aikaventtiilit
2. Impulssinkatkaisimet
3. Kaksipaineventtiilit
4. Impulssinvaihtajat

Erikoisventtiileillä on erikoisominaisuuksia, joita vakioventtiileillä ei ole.

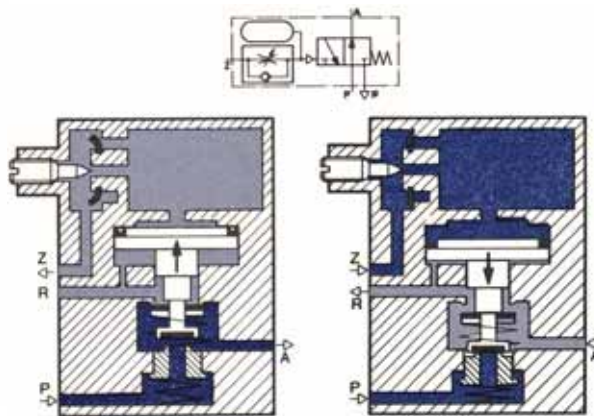
6.1 Aikaventtiilit

Aikaventtiilien tehtävänä on saada aikaan aikaviiveitä.



Kuva 57. Normaalesti suljettu aikaventtiili. (Festo)

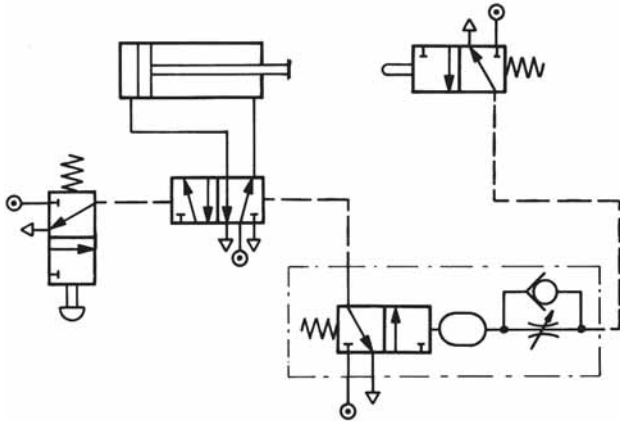
Kun ohjauspaine (Z) kytketään, 3/2-venttiili ei vaihda välittömästi asentoa. Sen asento muuttuu vasta sitten, kun säiliössä on riittävä paine. Tällöin virtaustie P-A aukeaa. Aikaviiveen pituutta voidaan säätää vastustavastventtiilillä.



Kuva 58. Normaalesti avoin aikaventtiili. (Festo)

Virtaustie P–A ei katkea välittömästi, kun ohjauspaine (Z) kytketään. Se katkeaa vasta sitten, kun säiliössä on riittävä paine. Vastusvastaventtiilillä voidaan säätää aikaviiveen pituutta.

Aikaventtiilejä voidaan rakentaa myös vakiokomponenteista kytkemällä ne aikaventtiin piirrosmerkin osoittamalla tavalla. Aikaventtiin avulla saadaan määränvarsi pysymään tietty aika ulkoasennossa.



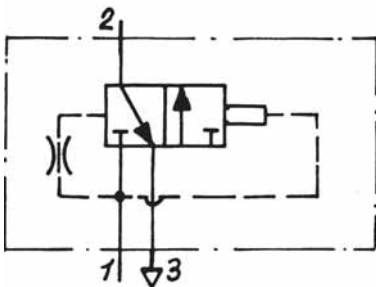
Aikaventtiin käyttöesimerkkejä

6.2. Impulssinkatkaisimet

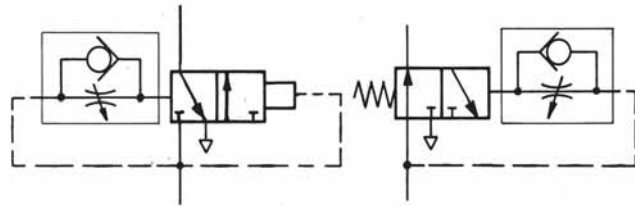
Impulssinkatkaisimilla katkaistaan paineimpulssi, kun impulssi on suorittanut tehtävänsä.

Differentiaaliluistilla varustettu 3/2-venttiili vaihtaa välittömästi asentoa, kun paine kytketään liitäntään 1. Tällöin paineimpulssi pääsee impulssinkatkaisimen lävitse. Impulssi katkeaa, kun ilmaa on virrannut vastuksen kautta riittävästi 3/2-venttiin toiseen päähän. Impulssinkatkaisin voidaan rakentaa myös vakiokomponenteista.

Impulssinkatkaisimia käytetään ohjaustekniikassa estävien impulssien eliminoimiseen.



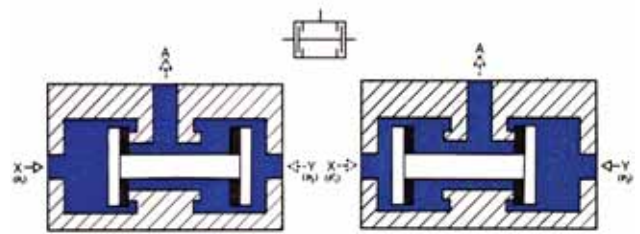
Impulssinkatkaisin



Vakiokomponenteista rakennettuja impulssinkatkaisimia

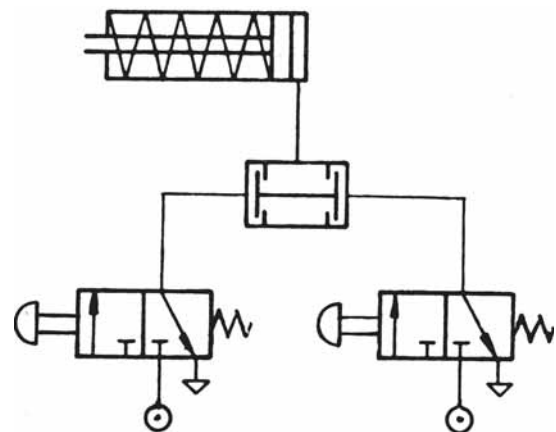
6.3. Kaksipaineventtiili

Kaksipaineventtiilissä on kaksi tuloaukkoa ja yksi lähtöaukko. Virtaus tapahtuu jommasta kummasta tuloaukosta lähtöaukkoon, mutta vain siinä tapauksessa, että molemmissa tuloaukoissa on painetta samanaikaisesti (JA-elin).



Kuva 59. Kaksipaineventtiili. (Festo)

A on lähtöaukko, X ja Y ovat tuloaukkoja. Paine pääsee lähtöaukkoon siitä tuloaukosta, johon se tulee myöhemmin. Mikäli tulopaineet ovat erisuuret, pienempi paine pääsee lähtöaukkoon. Sylinteri suorittaa iskun kun kumpaankin 3/2-venttiin vaikutetaan.



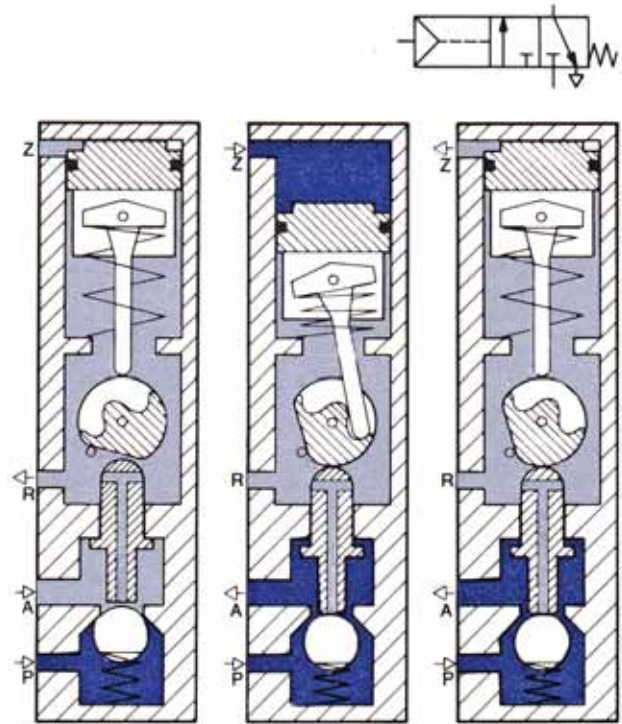
Kaksipaineventtiilin käyttöesimerkki

6.4. Impulssinvaihtaja

Impulssinvaihtajassa on vain yksi ohjausimpulssi-aukko. Tästä huolimatta venttiili vaihtaa asentoa joka kerta, kun ohjauspaine kytetään, mutta ei ohjauspaineen katketessa.

Joka toisella ohjausimpulssilla (Z) poistovirtaustie A–R sulkeutuu ja virtaustie P–A aukeaa, ja joka toisella ohjausimpulssilla virtaustie P–A sulkeutuu ja poistovirtaustie A–R aukeaa.

Edellä esitetyn venttiilin avulla saadaan esim. yksitoimisen sylinterin männänvarsi työntymään joka toisella ohjausimpulssilla ulos ja joka toisella sisään. Myös kaksitoimiseen sylinteriin saadaan vastaavat liikkeet, jos tällä venttiilillä ohjataan automaattipalautuksella varustettua 5/2 - tai 4/2-suuntaventtiiliä, jolla ohjataan sylinteriä. Impulssinvaihtaja voidaan rakentaa myös vakioventtiileistä.



Kuva 60. Impulssinvaihtaja. (Festo)