



(12) **PATENTTIJULKAISU**
PATENTSKRIFT

(10) **FI 123735 B**

(45) Patentti myönnetty - Patent beviljats

15.10.2013

(51) Kv.lk. - Int.kl.

F15B 21/00 (2006.01)
G05D 7/01 (2006.01)

SUOMI – FINLAND
(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS
PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN

(21) Patenttihakemus - Patentansökning

20115040

(22) Saapumispäivä - Ankomstdag

14.01.2011

(24) Tekemispäivä - Ingivningsdag

14.01.2011

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig

15.07.2012

(73) Haltija - Innehavare

1 •Parker Hannifin Manufacturing Finland Oy, Salmentie 260, 31700 URJALA AS, SUOMI - FINLAND, (FI)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1 •Liukkunen, Tommi, LEMPÄÄLÄ, SUOMI - FINLAND, (FI)

(74) Asiamies - Ombud

Tampereen Patenttitoimisto Oy, Hermiankatu 1 B, 33720 Tampere

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

Paineekompensoinnilla varustettu suuntaventtiili
Med tryckkompensation försedd riktningsventil

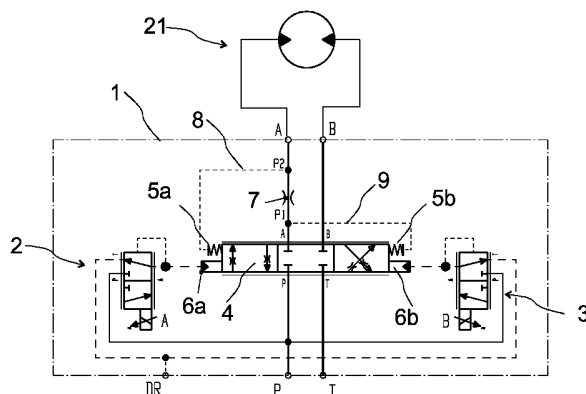
(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

US 4842019 A, US 4736770 A

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Suuntaventtiili toimilaitteen ohjaamiseksi paineväliaineen välityksellä, joka suuntaventtiili käsittää: luistin (4), joka on sovitettu liikkumaan aksiaalisesti suuntaventtiilin sisällä; luistin (4) ensimmäisen asennon, johon luisti pyrkii asettumaan; ja luistin (4) toisen asennon, johon luisti on siirrettävissä esiohjaavan voiman avulla. Suuntaventtiili käsittää suuntaventtiilitoimintojen lisäksi mittakuristimen (7), joka on sijoitettuna painekanavaan (P), tai ensimmäiseen työkanavaan (A), tai toiseen työkanavaan (B), tai tankkanavaan (T), ja jonka ylitse vaikuttaa paine-ero. Luisti (4) käsittää lisäksi toisen asennon, johon luisti on siirrettävissä esiohjaavan voiman avulla. Suuntaventtiili on, luistin (4) ollessa ainakin toisessa asennossa, sovitettu generoimaan mainittuun paine-eroon verrannollinen kompensoiva voima, joka liikuttaa luistia (4) virtauksen kompensoimiseksi.

Riktningsventil för styrning av ett ställdon genom ett tryckmedium, vilken riktningsventil omfattar: en slid (4) som är anpassad att röra sig axiellt inom riktningsventilen; slidens (4) första ställning, till vilken sliden försöker ställa sig; och slidens (4) andra ställning, till vilken sliden kan förflyttas med hjälp av en förstyrande kraft. Vid sidan av riktningsventilfunktioner omfattar riktningsventilen en mätrossel (7) som är placerad i en tryckkanal (P) eller i en första arbetskanal (A) eller i en andra arbetskanal (B) eller i en tankkanal (T), och en tryckskillnad påverkar över mätrosseln. Sliden (4) omfattar även en andra ställning, till vilken sliden kan förflyttas med hjälp av den förstyrande kraften. Riktningsventilen är, när sliden (4) befinner sig minst i den andra ställningen, anpassad att generera en med sagda tryckskillnad proportionell kompenenserande kraft som förflyttar sliden (4) för att kompensera strömningen.



PAINEKOMPENSOINNILLA VARUSTETTU SUUNTAVENTTIILI

Keksinnön kohde

- 5 Keksinnön kohteena suuntaventtiili toimilaitteen ohjaamiseksi paineväliaineen välityksellä.

Keksinnön taustaa

- 10 Paineväliainejärjestelmissä hyödynnetään tunnetusti pyöriviä tai suoraviivaisia liikkeitä suorittavia toimilaitteita, kuten moottoreita ja sylintereitä. Toimilaitteiden ohjaamisessa hyödynnetään venttiileitä, joilla paineväliainetta ohjataan niin, että hallitaan esimerkiksi toimilaitteen liikesuuntaa tai pidetään se paikoillaan. Toimilaitteiden eri toiminnot toteutetaan sopivilla erilaisten venttiilien kytkennoillä. Useita eri kytkentöjä toimilaitteen ohjaamiseksi on toteutettu erityisesti suuntaventtiileihin, joissa on venttiilin rungossa olevassa porauksessa aksiaalisesti liikkuva luisti, joka eri asennoissaan kytkee toisiinsa venttiilin eri liitännät ja portit halutulla tavalla. Liitäntöihin ja portteihin on yhteydessä venttiilin eri kanavat. Eri kanavissa on kyseessä tavallisesti
- 15 painekanava P, yksi tai useampi työkanava, kuten työkanava A ja työkanava B, ja tankkikanava T. Toimilaite on kytketty yhteen tai useampaan työkanavaan putkien tai letkujen avulla.
- 20

- Luistissa on ohjausreunoja, jotka kuristavat tilavuusvirtaa. Luistin ohjausreunojen yli vallitseva paine-ero yhdessä virtauspoikkipinta-alan (venttiilin avautuma) kanssa määräävät venttiilin läpi virtaavan paineväliaineen määrän, ts. tilavuusvirran, joka virtaa kanavasta toiseen. Virtauspoikkipinta-ala riippuu luistin asennosta suhteessa venttiilin runkoon ja kanaviin. Luistin ohjausreunojen muotoilulla, esimerkiksi erilaisilla urilla ja viisteillä, voidaan vaikuttaa
- 25 tapaan, jolla virtauspoikkipinta-ala muuttuu luistin siirryttäessä asennosta toiseen. Venttiilin työkanavan paine voi vaihdella toimilaitteen kuormituksen muuttuessa. Ohjausreunan yli vallitseva paine-ero muuttuu tämän takia, joten myös tilavuusvirta muuttuu, mikäli virtauspoikkipinta-ala pysyy vakiona. Mahdollista on myös, että painekanavan syöttöpaine voi jostain syystä
- 30 vaihdella. Toimilaitteen hallinnan ja ohjattavuuden kannalta on usein kuitenkin tarpeellista, että tilavuusvirta pysyy muuttumattomana, jotta esim.
- 35

toimilaitteen nopeus ei muutu. Kyseeseen tulee tällöin ns. painekompensointi.

5 Perinteisesti suuntaventtiilin painekompensointi tehdään erillisellä kompen-
saattorina toimivalla paineventtiilillä, joka on kytketty ohjauspiiriin, johon
suuntaventtiili kuuluu. Kompensaattoriventtiili sijoitetaan esim. linjaan, joka
on kytketty suuntaventtiilin painekanavaan tai tankkikanavaan. Kompen-
saattoriventtiili pyrkii ylläpitämään tiettyä paine-eroa suuntaventtiilin ohjaus-
reunan yli, jolloin tilavuusvirran vaihtelu saadaan kompensoitua. Virtaus saa-
10 daan pidettyä ideaalitapauksessa vakiona. Kompensaattoriventtiili on
varsinkin suuremmissa venttiileissä monimutkainen, tilaa vieviä, painoa
lisääviä ja kustannuksia nostava komponentti.

15 Eräs tunnetun tekniikan mukainen proportionaalisuuntaventtiili, joka on
varustettu erillisellä painekompensoinnilla, on esitetty julkaisussa US-A-
4842019 ja julkaisussa US-A-4736770.

Keksinnön lyhyt yhteenveto

20 Keksinnön mukainen suuntaventtiili on esitetty patenttivaatimuksessa 1.

Esitetyssä venttiiliratkaisussa hyödynnetään mittakuristinta, jonka yli vaikut-
tavalla paine-erolla generoidaan kompensoiva voima, joka riippuu paine-
erosta ja siitä halutusta pinta-alasta, johon paine-ero vaikuttaa. Eräiden esi-
25 merkkien mukaisesti em. voima vaikuttaa joko venttiilin luistin ohjauspinta-
aloihin tai erilliseen ohjausmäntään. Venttiili siirretään haluttuun asentoon
hyödyntäen esiohjauksen voimaa. Paine-eron generoima voima on vastak-
kainen suhteessa esiohjauksen voimaan nähden. Kompensoiva voima vai-
kuttaa venttiilin luistiin ja kompensoi virtausta. Koska paine-eron generoima
30 voima vaihtelee tavalla, joka on riippuvainen venttiilin tilavuusvirrasta, voi-
daan mittakuristin ja sen paine-ero hyödyntää venttiilin kompensoinnissa.

Perinteiseen esiohjattuun suuntaventtiiliin verrattuna erona on nyt se, että
esiohjauksella määrätään venttiilin avautuman sijasta haluttu paine-ero mit-
35 takuristimen yli. Venttiilin luisti toimii suuntaventtiilin perinteisten ominaisuuksien
lisäksi kompensoittorina.

Esitetyssä ratkaisussa erillisestä kompensaattoriventtiilistä voidaan luopua. Esitetyssä ratkaisussa hyödynnetään yksinkertaista mittakuristinta, joka on sijoitettuna suuntaventtiilin työkanavaan yhteydessä olevaan linjaan tai itse
 5 työkanavaan. Mittakuristin on tyypillisesti erillinen, vaihdettava osa, joka voidaan lukita paikoilleen venttiilin runkoon, jossa se kuristaa venttiilin työkanavan virtausta.

Esitetyn ratkaisun avulla saadaan suuntaventtiilissä toteutettua hyvä kompensointi ja/tai tilavuusvirran rajoitus jo suhteellisen alhaisella mittakuristimen paine-erolla. Jo pienelläkin paine-erolla saavutetaan hyväksyttävä kompensointi. Kompensointi on erittäin nopeaa kun mittakuristimen paine-eroa kasvatetaan. Mittakuristinta vaihtamalla voidaan yksinkertaisella tavalla vaikuttaa myös kompensoinnin käyttäytymiseen.
 10

15 Kompensointi pystytään tekemään tällä tavalla lähes mihin tahansa suuntaventtiiliin riippumatta esim. suuntaventtiilin luistin suorittamista kytkennöistä, tai kytkentäasentojen lukumäärästä.

20 Mittakuristimen ja suuntaventtiilin aiheuttama kokonaispainehäviö ei nouse korkeammaksi verrattuna perinteiseen suuntaventtiiliin ja kompensaattoriventtiiliin yhdistelmään, ja kokonaispainehäviö voidaan saada jopa alhaisemmaksi kuin em. yhdistelmässä.

25 Esitetyn ratkaisun muita erityisiä etuja verrattuna perinteiseen tekniikkaan on tilan- ja painonsäästö sekä mm. materiaalisäästö eritoten suhteellisen suurilla venttiileillä, jotka tarvitsevat suhteessa suuren kompensaattoriventtiiliin, suurien tilavuusvirtojen takia. Lisäksi saavutetaan erittäin hyvä toiminta ns. karkaavalla kuormalla, jolloin ei synny ei juurikaan riskiä kavitointiin, joka perinteisellä tekniikalla toteutetussa paineväliaineen ohjauspiirissä on hyvin todennäköistä. Karkaavassa kuormassa on usein ongelmana myös jarruttavan ohjauspiirin, ns. jarrupiirin kytkeytyminen toimintaan kun paine laskee työkanavassa silloin, kun perinteisellä tavalla toteutettu painekompensointi sulkeutuu saavutettaessa haluttu paine-ero. Tällöin myös kavitoinnin riski kasvaa.
 30
 35 Uudella tavalla toteutetussa venttiilissä kompensointi ei aiheuta läheskään yhtä helposti samaa ilmiötä.

Perinteisellä tavalla tehtynä kavitointia voi ehkäistä esim. toimilaitteen jälkeen sijoitettavalla painekompensoinnin kompensattoriventtiilillä, mutta tällöin paineen aiheuttama toimilaitteen kuormitus voi kasvaa vaarallisen suureksi varsinkin nopeissa kuormanvaihteluissa sekä karkaavan kuorman kanssa. Esitetyn ratkaisun avulla paineesta aiheutuva kuormitus on huomattavan alhainen, mutta siltikin saavutetaan samat edut.

10 Metsäkoneen harvesteripään ohjauspiiri sahamoottorin käyttämiseksi (kuten myös muut moottorikäytöt) on myös yksi sovellus, jossa esitetyllä ratkaisulla saavutetaan erinomainen tilavuusvirran säätö sekä sen rajoittaminen. Harvesteripään sahamoottorille on tyypillistä että sen kuormitus muuttuu puunrungon katkaisusahauksen eri vaiheissa. Sahamoottorin kierrosnopeuden ylitykset jäävät puunrungon sahauksen loppuessa pieniksi ja paineen ylitystä ei ole lainkaan eikä kavitointi ole mahdollista. Tällä saavutetaan merkittävä komponenttien kestoikäetu verrattuna perinteiseen kompensointiin.

20 Suuntaventtiilin luistin toimintaan voidaan vaikuttaa mittakuristimen valinnalla ja vaihdolla. Suuren tilavuusvirran mahdollistavalla luistilla on mahdollista tarvittaessa tehdä tarkkaa tilavuusvirran säätöä myös pienemmilläkin tilavuusvirroilla..

25 Ratkaisussa on kyseessä esim. 4/3-suuntaventtiili, jossa on neljä liitäntäaukkoa eri kanavia varten ja kolme toiminta-asentoa, jotka ovat kanavien eri kytkentöjä varten. Vaihtoehtoisesti kyseessä on 4/2-venttiili, jossa on neljä liitäntäaukkoa eri kanavia varten ja kaksi toiminta-asentoa, jotka ovat kanavien eri kytkentöjä varten.

30 Kompensoivaa mittakuristinta voidaan soveltaa suuntaventtiileissä, joissa mittakuristin on painekanaavassa, työkanavassa tai tankkikanavassa. Esiohjauksen avulla ohjataan paineväliaineen virtausta. Suuntaventtiiliin toteutettujen kanavien osalta kyseessä on esim. 4/3-, 4/2, 3/3- tai 3/2-suuntaventtiili.

Piirustusten kuvaus

Keksintöä selostetaan seuraavaksi tarkemmin eräiden ratkaisun mukaisten esimerkkien avulla ja samalla viittaamalla oheisiin kuviin, joissa:

5

kuva 1 esittää erästä esimerkkiä ratkaisun mukaisesta suuntaventtiilistä, joka on esitetty piirrosmerkinnöillä, jotka kuvaavat suuntaventtiilin eri toimintojen periaatteita,

- 10 kuvat 2 ja 3 esittävät poikkileikkauksena erään esimerkin mukaista suuntaventtiiliä, joka käsittää yhden mittakuristimen ja jossa toteutetaan pääosin kuvan 1 toimintojen periaatteita,

- 15 kuva 4 esittää erästä toista esimerkkiä ratkaisun mukaisesta suuntaventtiilistä, joka on esitetty piirrosmerkinnöillä, jotka kuvaavat suuntaventtiilin eri toimintojen periaatteita,

- 20 kuva 5 esittää erästä kolmatta esimerkkiä ratkaisun mukaisesta suuntaventtiilistä, joka on esitetty piirrosmerkinnöillä, jotka kuvaavat suuntaventtiilin eri toimintojen periaatteita,

- 25 kuvat 6 ja 7 esittävät poikkileikkauksena erään esimerkin mukaista suuntaventtiiliä, joka käsittää kaksi mittakuristinta ja jossa toteutetaan pääosin kuvan 5 toimintojen periaatteita, ja

- 30 kuvat 8, 9 ja 10 esittävät neljättä, viidettä ja kuudetta esimerkkiä ratkaisun mukaisesta suuntaventtiilistä, joka on esitetty piirrosmerkinnöillä, jotka kuvaavat suuntaventtiilin eri toimintojen periaatteita.

- 30 Keksinnön yksityiskohtainen kuvaus

- 35 Kuvassa 1 on esitetty hydraulikan piirrosmerkintöjen avulla ja periaatteellisella tasolla eräs suuntaventtiili, jossa esitetyn ratkaisun mukaista kompensointia sovelletaan. Kyseessä on erityisesti hydraulijöllylle tai erilaisille virtaaville hydraulikkaneesteille soveltuva venttiili.

- Kuvan 1 venttiili 1 on ns. 4/3-suuntaventtiili. Venttiili 1 käsittää luistin 4, joka on järjestetty venttiilin 1 keskiasennossa sulkemaan painekanavan P, tankkikanavan T ja molemmat työkanavat A ja B. Kun venttiiliä 1 ei ohjata esiohjauksen avulla, luisti 4 keskittyy itsestään keskiasentoon, esim. jousien 5a, 5b keskittämänä. Luistia 4 poikkeutetaan keskiasennosta käyttäen voimia, joita esiohjaus generoi. Jousen generoima jousivoima toimii palauttavana voimana ja vastavoimana esiohjauksen voimalle. Kyseinen voima pyrkii siirtämään luistin haluttuun asentoon (esim. keskimäinen kytkentäasento kuvassa 1), kun esiohjaus ei ole toiminnassa. Venttiilin 1 esiohjaus suoritetaan esiohjauspiirin paineväliaineen avulla. Ensimmäistä esiohjausventtiiliä 2 käyttämällä esiohjauksen 6a paine johdetaan venttiilin luistille 4 niin, että esiohjauspaineen generoima voima siirtää luistin 4 asentoon, jossa painekanava P on yhteydessä työkanavaan A ja tankkikanava T on yhteydessä työkanavaan B (vasen kytkentäasento kuvassa 1). Toista esiohjausventtiiliä 3 käyttämällä esiohjauksen 6b paine johdetaan venttiilin luistille 4 niin, että esiohjauspaineen generoima voima siirtää luistin 4 vastakkaiseen suuntaan ja asentoon, jossa painekanava P on yhteydessä työkanavaan B ja tankkikanavaan T on yhteydessä työkanavaan A (oikeanpuoleinen kytkentäasento kuvassa 1). Työkanaviin A ja B on kytketty esimerkiksi moottori 21 tai sylinteri, jolloin esitetyllä venttiilillä 1 voidaan vaihtaa toimilaitteen liikesuunta.

- Luistin 4 ne pinnat, joihin eri paineet vaikuttavat, sekä jouset ja esiohjauspaineet on sovitettu ja valittu sellaisiksi, että saavutetaan esim. haluttu tasapainotilanne voimien osalta, tai luisti siirtyy haluttuun kytkentäasentoon, tai luisti pysyy halutussa asennossa. Luistiin vaikuttava paine aikaansaa voiman, joka riippuu mm. luistin rakenteesta ja dimensioista. Luistiin voi paineen sijaan vaikuttaa jokin mekaaninen voima, joka saadaan aikaan sähköisesti tai paineen avulla.

- Painekanava P on kytketty painetta ja tilavuusvirtaa tuottavaan lähteeseen, kuten pumppuun, ja tankkikanava T on kytketty tilavuusvirtaa vastaanottavaan kohteeseen, joka on paineeton tai jonka painetaso on alhainen, esim. tankki.
- Kuvan 1 mukaisesti kompensointi toteutetaan käyttämällä mittakuristinta 7 työkanavassa, tässä esimerkissä kyseessä on työkanava A. Mittakuristin 7

on kuristus, jonka poikkipinta-ala on tunnettu ja tilavuusvirta on tunnetulla tavalla riippuvainen kuristuksen yli vaikuttavasta paine-erosta. Virtauksen kasvaessa paine-ero kasvaa. Työkanavan A tilavuusvirta vaikuttaa kyseiseen paine-eroon, joten mittakuristimen 7 eri puolilla vaikuttavia paineita voidaan hyödyntää niin, että ne vaikuttavat luistiin 4. Em. paineet generoivat voimia, jotka siirtävät luistia 4, jolloin yhden tai useamman ohjausreunan virtauspoikkipinta-ala muuttuu, mikä puolestaan vaikuttaa paineväliaineen virtaukseen.

Mittakuristimen 7 paine-erolla generoidaan luistiin 4 vaikuttava ohjausvoima, kompensoiva voima, joka on tilavuusvirrasta riippuvainen ja joka on vastakkainen sille voimalle, jonka venttiilin 1 esiohjausepaine on generoinut ja siirtänyt luistin 4 haluttuun kytkentäasentoon.

Merkinnällä P1 tarkoitetaan painetta, joka on ennen mittakuristinta (ts. ylävirtaan) joko virtaussuunnassa P-A (ja mittakuristin on joko painekanavassa P tai työkanavassa A) tai virtaussuunnassa B-T (ja mittakuristin on joko työkanavassa B tai tankkikanavassa T). Merkinnällä P2 tarkoitetaan painetta, joka on vastaavissa virtaussuunnissa mittakuristimen jälkeen (ts. alavirtaan).

Mittakuristimen 7 jälkeinen paine P2 (paine mittakuristimen 7 vastakkaiselle puolella suhteessa luistiin 4) on johdettu luistille 4, esim. kanavan 8 kautta. Paineen P2 generoima voima vaikuttaa luistiin 4 ja on samaan suuntaan kuin esiohjaus, joka tässä esimerkissä on esiohjauksen 6a voima (virtaussuunta P-A).

Mittakuristinta 7 edeltävä paine P1 (paine luistin 4 ja mittakuristimen 7 välissä) on myös johdettu luistille 4, esim. kanavan 9 kautta. Paineen P1 generoima voima vaikuttaa luistiin 4 vastakkaiseen suuntaan suhteessa esiohjauksen 6a voimaan. Mittakuristimen 7 kasvava paine-ero pienentää painekanavan P ja kyseisen työkanavan A välisen ohjausreunan poikkipinta-alaa. Luisti 4 pyrkii löytämään tasapainoaseman ja samalla se muuttaa ohjausreunan virtauspoikkipinta-alaa, mikä puolestaan vaikuttaa tilavuusvirtaan ja aiheuttaa tarvittavan kompensoinnin.

Kuvan 1 esimerkin mukaisesti, jos luistin 4 vasemmanpuoleiseen pätyyn vaikuttaa tietty esiohjauksen 6a paine, luisti 4 avautuu tiettyyn avautumaan

jousen 5b jousivoimaa vasten ja virtaus alkaa suuntaan P-A toimilaitteelle ja toimilaitteelta suuntaan B-T merkittynä venttiilin kanavien avulla. Kukin avautuma vastaa tiettyä virtauspoikkipinta-alaa. Paine P1 vaikuttaa luistia 4 sulkevasti ja paine P2 vaikuttaa luistia 4 avaavasti, kun virtaus on suuntaan P-A-B-T, ts. syötettäessä tilavuusvirtaa työkanavan A kautta toimilaitteelle 21.

Ilman paineväliaineen virtausta ovat paineet P1 ja P2 suuruudeltaan samat. Tilavuusvirran kasvaessa alkaa mittakuristimen 7 yli vaikuttava paine-ero kasvaa, kun paine P2 alkaa laskea verrattuna paineeseen P1. Paineiden P1 ja P2 generoimien voimien ero kasvaa. Jotta luisti 4 saavuttaisi uuden tasapainoaseman, alkaa luisti 4 sulkeutua tilavuusvirran rajoittamiseksi (luisti 4 siirtyy kohti keskiasentoa), ts. venttiili 1 alkaa itse kompensoimaan toimintaansa. Perinteiseen esiohjattuun suuntaventtiiliin verrattuna erona on nyt se, että esiohjauksella tai esiohjausventtiilillä määrätään venttiiliin 1 avautuman sijasta haluttu paine-ero mittakuristimen 7 yli. Venttiiliin luisti 4 toimii suuntaventtiiliin perinteisten ominaisuuksien lisäksi kompensattorina.

Tilavuusvirran uudelleen kasvaessa alkaa mittakuristimen 7 yli vaikuttava paine-ero kasvaa, kun paine P2 alkaa laskea verrattuna paineeseen P1. Paineiden P1 ja P2 generoimien voimien ero kasvaa.

Toiseen suuntaan toimilaitetta ajettaessa, ts. virtauksen ollessa suuntaan P-B-A-T, paine-ero mittakuristimen 7 yli kääntyy vastakkaiseksi verrattuna em. esimerkkiin. Paineen P2 generoima voima vaikuttaa luistiin 4 ja on nyt samaan suuntaan kuin esiohjauksen 6b voima (virtaussuunta P-B). Paineen P1 generoima voima vaikuttaa luistiin 4 ja on nyt vastakkaiseen suuntaan suhteessa esiohjauksen 6b voimaan. Toimilaitteen 21 tilavuusvirtaa vastaanotetaan työkanavassa A ja tilavuusvirran kasvaessa alkaa mittakuristimen 7 yli vaikuttava paine-ero kasvaa, jolloin paine P2 alkaa kasvaa verrattuna paineeseen P1. Paineiden P1 ja P2 generoimien voimien ero kasvaa. Jotta luisti 4 saavuttaisi uuden tasapainoaseman, alkaa 4 luisti sulkeutua tilavuusvirran rajoittamiseksi (luisti 4 siirtyy kohti keskiasentoa), ts. venttiili 1 alkaa itse kompensoimaan toimintaansa. Yhdellä työkanavan A mittakuristimella 7 on siten mahdollista aikaansaada kompensointi myös silloin, kun kyseessä on toimilaitteelta työkanavaan palautuva tilavuusvirta.

Kuvassa 1 venttiili 1 käsittää myös esiohjausventtiilit 2 ja 3, mutta suunta-venttiili voi niiden sijaan käsittää pelkästään ohjauskanavat, esim. ohjauskanavat X ja Y, joihin kytketään esiohjauksien 6a ja 6b tarvitsemat paineet.

- 5 Venttiili 1 voi kuulua ohjauspiiriin, jossa on erilliset esiohjausventtiilit, joiden toiminta vastaa esiohjausventtiilien 2 ja 3 toimintaa. Tämän lisäksi on mahdollista, että esiohjaavan paineen sijaan luistiin 4 vaikuttaa mekaaninen ohjausvoima, joka vastaa esiohjausepaineen generoimaa voimaa. Voima aikaansaadaan esimerkin sähkövirran avulla ohjattavan solenoidin avulla.

10

Kuvassa 2 on esitetty erään esimerkin mukainen suuntaventtiili ja sen luisti tarkemmin. Venttiilissä 22 on toteutettuna kuvaa 1 vastaavat toiminnot, joten on käytetty osittain samoja viitenumeroita kuin venttiilillä 1. Suuntaventtiiliin on kytkettävissä esiohjausepaineet, jotka siirtävät venttiiliin 22 luistin 4 kuvan 1 mukaisiin asentoihin, joissa painekanava P kytketään johonkin työkanavaan, tässä esimerkissä joko työkanavaan A tai työkanavaan B.

15

- Venttiili 22 käsittää suuntaventtiilin rungossa liikkuvan luistin 4, joka on sylinterimäinen ja joka pääsee liikkumaan haluttuun kytkentäasentoon. Rungossa on poraus, jossa luisti 4 liikkuu. Vaihtoehtoisesti luisti voi olla erillisen hylsyn sisällä, joka on sijoitettu runkoon. Rungon ja luistin 4 välinen tarkka sovitus tiivistää venttiiliin 22. Porauksen yhteydessä on ensimmäinen kammio 1a, joka on yhteydessä painekanavaan P, toinen kammio 1b, joka on yhteydessä ensimmäiseen työkanavaan A, kolmas kammio 1c, joka on yhteydessä toiseen työkanavaan B, ja neljäs kammio 1d, joka on yhteydessä tankkikanavaan T. Kuten kuvan 2 esimerkissä, venttiili 22 voi käsittää myös viidennen kammion 1e, joka on yhteydessä tankkikanavaan T tai sellaiseen kammioon (kammio 1d), joka on yhteydessä tankkikanavaan T. Toinen ja kolmas kammio 1b ja 1c sijaitsevat ensimmäisen kammion 1a vastakkaisilla puolilla. Neljäs ja viides kammio 1d ja 1e sijaitsevat uloimpina. Kammiot ovat esimerkiksi rengasmaisia uurteita, jotka ympäröivät luistia 4 ja sijaitsevat rungossa olevan porauksen ympärillä. Kammiot voidaan osittain korvata esim. luistiin 4 tai hylsyyn työstettyjen muotojen tai kavennuksien avulla. Eri kanavat on toteutettu esimerkiksi porauksien avulla.

35

Luistissa 4 on kaksi kavennusta 4a ja 4b, joiden molemmilla puolilla on luistin 4 ohjausreunat. Kavennukset ovat tässä esimerkissä rengasmaisia uurteita, jotka on työstetty luistiin 4. Ohjausreunat ovat seuraavia kytkentöjä varten, kun tarkastellaan luistia 4 vasemmalta oikealle: virtaussuunta A-T, virtaus-
 5 suunta P-A, virtaussuunta P-B, ja virtaussuunta B-T. Luistiin 4 on tässä esi-
 merkissä lisäksi tehty muotoja 4c, jotka muuttavat virtauspoikkipinta-alaa vä-
 hitellen. Kuvassa 2 luisti 4 on asennossa, jossa painekanavan P ja työkanava-
 van A välillä on yhteys, ja samalla myös työkanavan B ja tankkikanavan T
 välillä on yhteys. Venttiili 22 on siis kytkentäasennossa, joka vastaa kuvan 1
 10 vasemmanpuoleista kytkentäasentoa. Yhteys painekanavan P ja työkanavan
 B välillä on suljettu, ja samoin myös yhteys työkanavan A ja tankkikanavan T
 välillä on suljettu. Luistin 4 muoto ja kavennukset on sovitettu niin, että halu-
 tut yhteydet on joko avattu tai suljettu venttiilin 22 eri kytkentäasunnoissa.
 Kavennuksien ja kammioden leveydet on valittu niin, että eri tilanteissa syn-
 15 tyy haluttu virtauspoikkipinta-ala.

Venttiilissä 22 on lisäksi ensimmäinen esiohjauskammio 6a esiohjauspainetta varten. Esiohjauksen generoima voima siirtää luistia 4 niin, että virtaus on suuntaan P-A-B-T. Venttiilissä 22 on lisäksi toinen esiohjauskammio 6b esi-
 20 ohjauspainetta varten. Esiohjauksen generoima voima siirtää luistia 4 niin, että virtaus on suuntaan P-B-A-T. Kukin esiohjauspaine generoi voiman, joka toimii vastavoimana luistia 4 palauttavalle ja keskittävälle jouselle 20. Venttiili-
 lin 22 keskiasennossa kaikki kanavat ovat suljettuina, kuten kuvassa 1. Esi-
 ohjauskammiot 6a ja 6b sijaitsevat luistin 4 samassa päässä ja lisäksi käy-
 25 tössä on vain yksi keskittävä jousi 20, joka sijaitsee luistin 4 vastakkaisessa
 päässä. Venttiiliin 22 siis järjestetty erillinen esiohjausmäntä 23, jolla luodaan
 luistiin 4 vaikuttava mekaaninen voima. Esiohjauskammiot 6a ja 6b sijaitsevat
 männän vastakkaisilla puolilla.

30 Erillisen esiohjausmännän 23 sijaan voidaan käyttää myös esimerkiksi luistiin
 työstettyä rengaspinta-alaa, esim. kaulusmainen kavennus, johon esiohjaus-
 paine vaikuttaa. Eräässä rakenteen vaihtoehdossa esiohjauspaine vaikuttaa
 suoraan luistin päähän. Erään toisen esimerkin mukaisesti tarvittavat esioh-
 jauskammiot ovat luistin 4 vastakkaisissa päissä (vrt. esiohjaukset 6a ja 6b
 35 kuvassa 1) kuten myös ne kaksi joustaa (vrt. jouset 5a ja 5b kuvassa 1), jotka
 keskittävät luistia 4. Erään toisen esimerkin mukaisesti yhden tai useamman

eri esiohjauksen paineen sijasta on käytössä mekaanisen voiman tuottava elin, kuten edellä on selostettu.

- 5 Venttiilin 22 runkoon on sijoitettu myös mittakuristin 7, joka on esim. erillinen, vaihdettava osa, tai muodostettu koneistamalla venttiilin runkoon. Luistin 4 ja mittakuristimen 7 välissä kulkeva osuus työkanavasta A on yhdistetty kanavan 9 kautta ensimmäiseen kompensointikammioon 16, jossa paine P1 generoi luistiin 4 vaikuttavan voiman. Kyseinen voima on vastakkainen suhteessa siihen voimaan, joka generoituu ensimmäisen esiohjaukammion 6a paineesta.
- 10 Luistin 4 ja mittakuristimen 7 jälkeen sijaitseva osuus työkanavasta A on yhdistetty kanavan 8 kautta toiseen kompensointikammioon 17, jossa paine P2 generoi luistiin 4 vaikuttavan voiman. Kyseinen voima samansuuntainen suhteessa siihen voimaan, joka generoituu ensimmäisen esiohjaukammion 6a paineesta.
- 15 Kuvien 2 ja 3 esittämä suuntaventtiili toimii seuraavasti. Kun ensimmäiseen esiohjaukammioon 6a on nostettu haluttu esiohjausepaine, aukeaa luisti 4 virtaussuuntaan P-A-B-T ja siirtyy samalla tasapainoasemaan, joka riippuu jousesta 20 ja esiohjausepaineen generoimasta voimasta. Paine P1 ennen mittakuristinta 7 on tässä tapauksessa (virtaussuunta P-A) luistia 4 sulkeva ja
- 20 paine P2 mittakuristimen 7 jälkeen on luistia 4 avaava. Kuvassa 2 esitetyssä tilanteessa paine-ero mittakuristimen 7 yli on toistaiseksi pienempi kuin se paine, mikä on valitulla esiohjausepaineella (esiohjaukammio 6a).
- 25 Venttiiliin 22 on kytketty osa 19, johon sijoittuu esiohjausemäntä 23, ja osa 18, johon sijoittuu jousi 20 ja kompensointikammio 17. Em. komponentit voidaan sijoittaa tarvittaessa myös samaan runkoon.
- 30 Kuvassa 3 on esitetty tilanne, jossa tilavuusvirta kasvaa suunnassa P-A, jolloin myös paine-ero mittakuristimen 7 yli kasvaa. Tällöin paine P2 alkaa laskea verrattuna paineeseen P1, jolloin luisti 4 alkaa sulkeutua, ts. luisti 4 kuristaa virtausta kunnes tasapainoasema saavutetaan. Kyseisessä tasapainotilanteessa esiohjauksen generoima voima on yhtä suuri kuin jousen 20 aiheuttaman voiman ja mittakuristimen 7 paine-eron (paineet P1 ja P2) generoiman voiman summa. Paine-kanavan P ja työkanavan A välinen tilavuusvirta pienenee, joten saavutetaan haluttu kompensointi.
- 35

Kuvassa 4 on esitetty hydraulikan piirrosmerkintöjen avulla ja periaatteellisella tasolla eräs toinen suuntaventtiili, jossa esitetyn ratkaisun mukaista kompensointia sovelletaan.

5

Kuvan 4 venttiilissä 10 on toteutettuna kuvaa 1 vastaavia toimintoja, joten on käytetty osittain samoja viitenumeroita. Venttiilin 10 molempiin työkanaviin A ja B on sijoitettu mittakuristimet 11 ja 12. Työkanavassa A oleva mittakuristin 11 toimii vastaavalla tavalla kuin kuvan 1 mittakuristin 7. Työkanavassa B
10 oleva mittakuristin 12 ja sen paine-ero toimii vastaavalla tavalla kuin työkanavan A mittakuristin 11, mutta tilanteessa, jossa kyseessä on virtaus-suunta P-B ja esiohjauksen 6b avulla luisti on siirretty asentoon, jossa paine-kanava P on yhteydessä työkanavaan B. Mittakuristimen 12 paine-eron generoima voima on vastakkainen esiohjauksen generoimalle voimalle. Sopi-
15 vimmin on niin, että paluuvirtaus toimilaitteelta on järjestetty muuta kautta kuin työkanavan A kautta tankkikanavaan T. Tilavuusvirran kasvaessa luisti 13 alkaa kompensoinnin seurauksena sulkeutua, mutta nyt se liikkuu eri suuntaan kuin kuvan 4 tilanteessa, koska tarkoituksena on kuristaa virtausta suunnassa P-B.

20

Vastaavasti on myös niin, että venttiilissä 10 paluuvirtaus toimilaitteelta on järjestetty muuta kautta kuin työkanavan B kautta tankkikanavaan T, kun paine-kanava P on yhteydessä työkanavaan A (vasen kytkentäasento kuvassa 5). Näin vältetään paluuvirtauksen tarpeettomat häviöt mittakuristimessa.

25

Kuvan 4 esimerkissä kanavat, jotka kytkevät mittakuristimen 11 tai 12 eri puolilla sijaitsevat paineet haluttuihin kohteisiin, on ainakin osittain sijoitettuina luistiin 13 tehtyihin porauksiin (ks. esimerkiksi kanavat 14 ja 15). Esimerkiksi, painetta P1 vastaavaa painetta johdetaan eteenpäin hyödyntäen
30 luistiin 13 tehtyjä kanavia, jotka ovat yhteydessä esimerkiksi vastaaviin kompensointikammioihin kuin kuvan 2 venttiilissä 22. Venttiilin 10 eri kytkentä-assennoissa voidaan haluttuja kanavia sulkea tai avata. Luistiin 13 sijoittuvat kanavat voidaan sulkea, kun ne asettuvat tiiviisti rungossa olevan porauksen seinämää vasten. Venttiilin 10 keskiasennossa on lisäksi halutut kammiot
35 yhdistettynä tankkikanavaan T.

Kuvan 4 venttiilin 10 toteutuksessa voidaan soveltaa kuvan 2 venttiilin 22 rakennetta ja osia. Vaihtoehtoisten rakenteiden osalta, esim. esiohjausmännän tai solenoidin osalta, voidaan soveltaa periaatteita, joihin on viitattu jo kuvan 2 venttiilin 22 yhteydessä.

5

Kuvassa 4 sylinteri lyhentyy, kun virtaus on suuntaan P-B. Sylinterin linjat voidaan myös kytkeä ristiin niin, että sylinteri pitenee, kun virtaus on suuntaan P-B.

10 Venttiilin 10 avulla on mahdollista ohjata toimilaitetta niin, että se on kuvan 1 mukaisesti kytkettynä molempiin työkanaviin A ja B, jolloin molemmat mittakuristimet 11 ja 12 ovat käytössä samanaikaisesti. Tästä ei häviöitä eikä toiminnallisuutta ajatellen ole suurta hyötyä.

15 Venttiili 10 käsittää myös esiohjausventtiilit, mutta suuntaventtiili voi niiden sijaan käsittää pelkästään ohjauskanavat, esim. ohjauskanavat X ja Y, joihin kytketään esiohjauksien tarvitsemat paineet. Venttiili 10 voi kuulua ohjauspiiriin, jossa on erilliset esiohjausventtiilit, joiden toiminta vastaa kuvan 1 esiohjausventtiilien 2 ja 3 toimintaa. Tämän lisäksi on mahdollista, että esiohjaavan paineen sijaan luistiin 13 vaikuttaa mekaaninen ohjausvoima, joka vastaa esiohjauspaineen generoimaa voimaa. Voima aikaansaadaan esimerkin sähkövirran avulla ohjattavan solenoidin avulla.

25 Kuvassa 5 on esitetty hydraulikan piirrosmerkintöjen avulla ja periaatteellisella tasolla eräs kolmas suuntaventtiili, jossa esitetyn ratkaisun mukaista kompensointia sovelletaan.

30 Kuvan 5 venttiilissä on toteutettuna kuvaa 1 vastaavia toimintoja, joten on käytetty osittain samoja viitenumeroita. Venttiilin 24 työkanavaan A on sijoitettu mittakuristin 7, joka toimii vastaavalla tavalla kuin kuvan 1 mittakuristin. Mittakuristimen 7 paine-eron generoima voima on vastakkainen esiohjauksen generoimalle voimalle. Esiohjauspaine avaa venttiilin (vasen kytkentäasento kuvassa 5). Tilavuusvirran kasvaessa suunnassa P-A alkaa luisti 26 sulkeutua kompensoinnin suorittamiseksi ja tilavuusvirran rajoittamiseksi. Kuten
35 muissakin kuvien venttiileissä, niin venttiilin 24 tilavuusvirran pienentyessä suunnassa P-A ja paine-eron pienentyessä alkaa luisti uudestaan avautua.

Venttiili 24 on ns. 4/2- suuntaventtiili. Venttiili 24 käsittää luistin 26, joka on järjestetty venttiiliin 24 ensimmäisessä asennossa (oikea kytkentäasento kuvassa 5) sulkemaan painekanavan P ja yhdistämään tankkikanavan T molempiin työkanaviin A ja B. Kun venttiiliä 24 ei ohjata esiohjauksen avulla, asettuu luisti 26 itsestään em. asentoon palauttavan voiman avulla, esim. jousen 5b avulla. Luistia 26 poikkeutetaan em. asennosta käyttäen voimaa, jonka esiohjaus generoi. Venttiiliin 24 esiohjaus suoritetaan esiohjauspiirin paineväliaineen avulla. Esiohjausventtiiliä 2 käyttämällä esiohjauksen 6a paine johdetaan venttiiliin luistille 26 niin, että esiohjauspaineen generoima voima siirtää luistin 26 asentoon, jossa painekanava P on yhteydessä työkanavaan A ja työkanava B on yhteydessä tankkikanavaan T (vasen kytkentäasento kuvassa 5). Työkanaviin A ja B on kytketty esimerkiksi moottori tai sylinteri, jolloin esitetyllä venttiilillä 1 voidaan käyttää toimilaitetta tai vaihtaa se vapaakierrolle.

Kuvassa 6 on esitetty erään esimerkin mukainen suuntaventtiili ja sen luisti tarkemmin. Venttiilissä 25 on toteutettuna kuvaa 5 vastaavat toiminnot, joten on käytetty osittain samoja viitenumeroita kuin venttiilillä 24. Vastaavia osia on myös kuvan 2 venttiilissä 22. Kuvassa 6 venttiili on asennossa, joka vastaa kuvan 5 oikean puoleista kytkentäasentoa. Kuvassa 7 venttiili on asennossa, joka vastaa kuvan 5 vasemman puoleista kytkentäasentoa.

Venttiili 25 käsittää suuntaventtiiliin rungossa liikkuvan luistin 26, joka on sylinterimäinen ja joka pääsee liikkumaan haluttuun kytkentäasentoon. Rungossa on hylsy, jonka sisällä luisti 26 liikkuu. Venttiilissä on ensimmäinen kammio 1a, joka on yhteydessä painekanavaan P, toinen kammio 1b, joka on yhteydessä ensimmäiseen työkanavaan A, kolmas kammio 1c, joka on yhteydessä toiseen työkanavaan B, ja neljäs kammio 1d, joka on yhteydessä tankkikanavaan T. Ensimmäinen ja neljäs kammio 1a ja 1d sijaitsevat kolmannen kammion 1c vastakkaisilla puolilla. Kammiot ovat esimerkiksi rengasmaisia uurteita, työstettyjä muotoja tai kavennuksia. Eri kanavat on toteutettu esimerkiksi porauksien avulla. Luistiin, holkkiin tai runkoon sijoitetut kanavat kytkivät esimerkiksi tankkikanavan T työkanavaan B, joka puolestaan on yhteydessä työkanavaan A (oikea kytkentäasento kuvassa 5).

Toinen kammio 1b on sijoitettu luistin 26 vasempaan pätyyn niin, että kammion 1b paine generoi luistiin 26 vaikuttavan voiman, joka on vastakkainen esiohjauspaineelle, joka vaikuttaa luistiin 26 oikeaan pätyyn. Virtaus suunnassa B-T tapahtuu luistissa 26 olevan ohjausreunan yli, mutta virtaus suunnassa P-A tapahtuu kammioista 1a luistin 26 lävitse ja edelleen luistin 26 sisällä kammioon 1b, johon virtaus tapahtuu luistin 26 pään läpi.

Venttiilissä 25 on lisäksi esiohjauskammio 6a esiohjauspainetta varten. Esiohjauksen generoima voima siirtää luistia 26 niin, että virtaus on suuntaan P-A-B-T (kuva 7). Esiohjauspaine generoi voiman, joka toimii vastavoimana luistia 26 siirtävälle jouselle 5b. Esiohjauskammio 6a ja kammio 1b sijaitsevat luistin 26 vastakkaisissa päissä ja lisäksi käytössä on vain yksi jousi 5b, joka generoi esiohjaukselle vastakkaisen voiman. Venttiiliin 25 on järjestetty erillinen ohjausmäntä 27, jolla luodaan luistiin 26 vaikuttava mekaaninen voima paineen P2 avulla. Esimerkiksi, ohjausmännän 27 yhteydessä on kammio, joka on kytketty pysyvästi vuotokanavaan DR, tai vaihtoehtoisesti tankkanavaan T.

Venttiilin 25 runkoon on sijoitettu myös mittakuristin 7. Luistin 26 ja mittakuristimen 7 välissä kulkeva osuus työkanavasta A on yhdistetty suoraan kompensointikammioon, jollaisena toimii nyt kammio 1b, jossa paine P1 generoi luistiin 26 vaikuttavan voiman. Kyseinen voima on vastakkainen suhteessa siihen voimaan, joka generoituu esiohjauskammion 6a paineesta. Kuvan 2 mukaista erillistä kanavaa 9 ja erillistä kompensointikammiota 16 ei kuvan 6 venttiilissä tarvita, koska työkanavan A paine vaikuttaa suoraan luistiin 26 ja sen pintoihin. Mittakuristimen 7 ja luistin 26 välinen osuus työkanavasta A toimii siten kanavaa 9 (kuva 2) vastaavassa tehtävässä.

Luistin 26 ja mittakuristimen 7 jälkeen sijaitseva osuus työkanavasta A on yhdistetty kanavan 8 kautta kompensointikammioon 17, jossa paine P2 generoi luistiin 26 vaikuttavan voiman. Kyseinen voima on samansuuntainen suhteessa siihen voimaan, joka generoituu esiohjauskammion 6a paineesta.

Kuvan 7 esittämä suuntaventtiili toimii seuraavasti. Kun esiohjauskammioon 6a on nostettu haluttu esiohjauspaine, aukeaa luisti 26 virtaussuuntaan P-A-B-T ja siirtyy samalla tasapainoasemaan, joka riippuu jousesta 5b ja esioh-

jauspaineen generoimasta voimasta. Esiohjauspaine saadaan tässä esimerkiksi suoraan painelinjasta P, käyttäen ohjausventtiiliä, joka on esim. 3/2-venttiili. Paine P1 ennen mittakuristinta 7 on tässä tapauksessa (virtaus-suunta P-A) luistia 26 sulkeva ja paine P2 mittakuristimen 7 jälkeen on luistia

5 26 avaava. Kuvassa 7 esitetyssä tilanteessa mittakuristimen 7 paine-eron generoima voima on toistaiseksi pienempi kuin se voima, joka generoidaan valitulla esiohjauspaineella (esiohjauskammio 6a ja sen rengaspinta-ala). Mikäli tilavuusvirta kasvaa suunnassa P-A, niin myös paine-ero mittakuristimen 7 yli kasvaa. Tällöin paine P2 alkaa laskea verrattuna paineeseen P1, jolloin

10 luisti 26 alkaa sulkeutua, ts. luisti 26 kuristaa virtausta kunnes tasapainoasema saavutetaan. Kyseisessä tasapainotilanteessa esiohjauksen generoima voima on yhtä suuri kuin jousen 5b aiheuttaman voiman ja mittakuristimen 7 paine-eron (paineet P1 ja P2) generoiman voiman summa. Paine-kanavan P ja työkanavan A välinen tilavuusvirta pienenee, joten saavutetaan

15 haluttu kompensointi.

Kuvan 7 venttiilin toteutuksessa voidaan soveltaa kuvan 2 venttiilin 22 rakennetta ja osia. Vaihtoehtoisten rakenteiden osalta, esim. esiohjausmännän tai solenoidin osalta, voidaan soveltaa samoja periaatteita joihin on viitattu jo

20 kuvan 2 venttiilin 22 yhteydessä. Kuvien 6 ja 7 mukaisella rakenteella saavutetaan hyvä kompensointi ja helposti valmistettava rakenne.

Kuvassa 8 on esitetty hydraulikan piirrosmerkintöjen avulla ja periaatteellisella tasolla eräs neljäs suuntaventtiili, jossa esitetyn ratkaisun mukaista

25 kompensointia sovelletaan.

Kuvan 8 venttiilissä on toteutettuna kuvaa 5 vastaavia toimintoja, joten on käytetty osittain samoja viitenumeroita. Venttiilin 28 työkanavaan B on sijoitettu mittakuristin 7, joka toimii vastaavalla tavalla kuin kuvan 5 mittakuristin.

30 Mittakuristimen 7 paine-eron generoima voima on vastakkainen esiohjauksen generoimalle voimalle. Esiohjauspaine avaa venttiilin (vasen kytkentäasento kuvassa 8). Tilavuusvirran kasvaessa suunnassa B-T alkaa luisti 29 sulkeutua kompensoinnin suorittamiseksi ja tilavuusvirran rajoittamiseksi. Kuten muissakin kuvien venttiileissä, niin venttiilin 28 tilavuusvirran pienentyessä suunnassa B-T ja paine-eron pienentyessä alkaa luisti uudestaan avautua.

35 Paineen P1 generoima voima vaikuttaa luistiin 29 vastakkaiseen suuntaan

suhteessa esiohjauksen 6a voimaan. Paineen P2 generoima voima vaikuttaa luistiin 29 ja on samaan suuntaan kuin esiohjauksen 6a voima

5 Venttiili 28 on ns. 4/2- suuntaventtiili, jonka luistin 29 toiminta vastaa sitä, mitä on selostettu jo kuvan 5 luistin 26 yhteydessä.

10 Kuvassa 9 on esitetty hydraulikan piirrosmerkintöjen avulla ja periaatteellisella tasolla eräs viides suuntaventtiili, jossa esitetyn ratkaisun mukaista kompensointia sovelletaan.

15 Kuvan 9 venttiilissä on toteutettuna kuvaa 5 vastaavia toimintoja, joten on käytetty osittain samoja viitenumeroita. Venttiilin 30 tankkikanavaan T on sijoitettu mittakuristin 7, joka toimii vastaavalla tavalla kuin kuvan 5 mittakuristin. Mittakuristimen 7 paine-eron generoima voima on vastakkainen esiohjauksen generoimalle voimalle. Esiohjausepaine avaa venttiilin (vasen kytkentäasento kuvassa 9). Tilavuusvirran kasvaessa suunnassa B-T alkaa luisti 31 sulkeutua kompensoinnin suorittamiseksi ja tilavuusvirran rajoittamiseksi. Kuten muissakin kuvien venttiileissä, niin venttiilin 30 tilavuusvirran pienentyessä suunnassa B-T ja paine-eron pienentyessä alkaa luisti uudelleen avautua. Paineen P1 generoima voima vaikuttaa luistiin 31 vastakkaiseen suuntaan suhteessa esiohjauksen 6a voimaan. Paineen P2 generoima voima vaikuttaa luistiin 31 ja on samaan suuntaan kuin esiohjauksen 6a voima.

25 Venttiili 30 on ns. 4/2- suuntaventtiili, jonka luistin 31 toiminta vastaa sitä, mitä on selostettu jo kuvan 5 luistin 26 yhteydessä. Eräänä vaihtoehtona on, että luistin 31 vasen kytkentäasento toteuttaa virtauksen suunnassa A-T ja suunnassa P-B.

30 Kuvassa 10 on esitetty hydraulikan piirrosmerkintöjen avulla ja periaatteellisella tasolla eräs kuudes suuntaventtiili, jossa esitetyn ratkaisun mukaista kompensointia sovelletaan.

35 Kuvan 10 venttiilissä on toteutettuna kuvaa 5 vastaavia toimintoja, joten on käytetty osittain samoja viitenumeroita. Venttiilin 32 painekanavaan P on sijoitettu mittakuristin 7, joka toimii vastaavalla tavalla kuin kuvan 5 mittakuris-

tin. Mittakuristimen 7 paine-eron generoima voima on vastakkainen esiohjauksen generoimalle voimalle. Esiohjausepaine avaa venttiilin (vasen kytkentäasento kuvassa 10). Tilavuusvirran kasvaessa suunnassa P-A alkaa luisti 33 sulkeutua kompensoinnin suorittamiseksi ja tilavuusvirran rajoittamiseksi. Kuten muissakin kuvien venttiileissä, niin venttiilin 32 tilavuusvirran pienentyessä suunnassa P-A ja paine-eron pienentyessä alkaa luisti uudelleen avautua. Paineen P1 generoima voima vaikuttaa luistiin 33 vastakkaiseen suuntaan suhteessa esiohjauksen 6a voimaan. Paineen P2 generoima voima vaikuttaa luistiin 33 ja on samaan suuntaan kuin esiohjauksen 6a voima

Venttiili 32 on ns. 4/2- suuntaventtiili, jonka luistin 33 toiminta vastaa sitä, mitä on selostettu jo kuvan 5 luistin 26 yhteydessä. Eräänä vaihtoehtona on, että luistin 33 vasen kytkentäasento toteuttaa virtauksen suunnassa A-T ja suunnassa P-B.

Kuvien 1, 4 ja 5, sekä kuvien 8, 9 ja 10, eri kytkentäasennossa, erityisesti kytkentäasennossa, joissa painekanava P on suljettuna, voidaan luistiin ja venttiiliin toteuttaa myös muita yhteyksiä. Erityisesti tankkikanavaan T voidaan yhdistää useita työkanavia samanaikaisesti, kuvan 5 luistin 26 oikeanpuoleisen kytkentäasennon mukaisesti.

Edellä on esitetty esimerkkejä 4/3- tai 4/2-venttiileistä, joissa kompensoivaa mittakuristinta voidaan soveltaa. Vielä erään esimerkin mukaisesti mittakuristinta voidaan soveltaa silloin, kun suuntaventtiilinä on 3/3- tai 3/2-venttiili, jossa on esimerkiksi painekanava P, työkanava A ja tankkikanava T. Tällöin rakenne vastaa esim. kuvan 5, 9 tai 10 periaatteita tai kuvan 6 mukaista rakennetta, josta puuttuu työkanava B tai se ei ole käytössä. Työkanava A on joko yhdistettynä painekanavaan P, jolloin toimilaitteelta saapuva paluuvirtaus ei virtaa suuntaventtiilin kautta, tai yhdistettynä tankkikanavaan T. Kuten muissakin venttiiliesimerkeissä, niin esiohjausepaineen, palauttavan voiman ja paine-eron synnyttämien voimien yhteistoiminta ohjaa venttiilin toimintaa tilavuusvirran kompensoimiseksi, kun virtaus on painekanavasta johonkin työkanavaan, tai jostakin työkanavasta tankkikanavaan.

Palauttavana voimana, joka pyrkii ylläpitämään luistin tiettyä asentoa tai palauttamaan luisti tiettyyn asentoon edellä esitetyissä esimerkeissä, voi jousen sijaan toimia myös pelkästään mittakuristimen paine-eron generoima voima, joka vaikuttaa venttiiliin luistiin.

5

Edellä esitettyjen esimerkkien mukaisesti kompensoivaa mittakuristinta voidaan soveltaa suuntaventtiileissä, joissa mittakuristin on painekanavassa ja lisäksi siinä on kaksi työkanavaa (1. vaihtoehto), tai yksi työkanava ja tankkikanava (2. vaihtoehto), tai kaksi työkanavaa ja tankkikanava (3. vaihtoehto).

10 Esiohjauksen avulla virtausta ohjataan painekanavasta johonkin työkanavaan.

Edellä esitettyjen esimerkkien mukaisesti kompensoivaa mittakuristinta voidaan soveltaa suuntaventtiileissä, joissa mittakuristin on tankkikanavassa ja lisäksi siinä on kaksi työkanavaa (1. vaihtoehto), tai yksi työkanava ja painekanava (2. vaihtoehto). Esiohjauksen avulla virtausta ohjataan jostakin työkanavasta tankkikanavaan.

15

Edellä esitettyjen esimerkkien mukaisesti kompensoivaa mittakuristinta voidaan soveltaa suuntaventtiileissä, joissa mittakuristin on työkanavassa ja lisäksi siinä on ainakin painekanava ja tankkikanava (1. vaihtoehto), ja tarvittaessa niiden lisäksi toinen työkanava (2. vaihtoehto). Esiohjauksen avulla virtausta ohjataan jostakin painekanavasta työkanavaan.

20

25 Em. suuntaventtiilien luistin se kytkentäasento, joka valitaan em. esiohjauksen avulla, toteuttaa kuvatun kytkennän ja tarvittaessa muitakin kytkentöjä riippuen siitä, mitä kanavia on käytössä ja mihin paineväliainetta halutaan ohjata. Kompensointia varten luisti avaa paineväliaineen virtauksen, joka kulkee mittakuristimen kautta.

30

Keksintöä ei ole rajoitettu vain edellä esitettyihin esimerkkeihin, vaan sitä voidaan muunnella oheisten patenttivaatimuksien puitteissa, jotka esittelevät ja kattavat keksinnön eri suoritusmuotoja.

Patenttivaatimukset:

1. Suuntaventtiili toimilaitteen ohjaamiseksi paineväliaineen välityksellä, joka suuntaventtiili käsittää ainakin:

- 5 - painekanavan (P) paineväliainetta varten;
- ensimmäisen työkanavan (A), paineväliaineen syöttämiseksi toimilaitteelle;
- joko tankkikanavan (T) palautuvaa paineväliainetta varten tai toisen työkanavan (B) paineväliaineen vastaanottamiseksi toimilaitteelta, tai ne molemmat;
- 10 - luistin (4), joka on sovitettu liikkumaan aksiaalisesti suuntaventtiilin rungon sisällä;
- luistin (4) ensimmäisen asennon, johon luisti pyrkii asettumaan;
- tunnettu** siitä, että:
- 15 - suuntaventtiili käsittää suuntaventtiilitoimintojen lisäksi mittakuristimen (7), joka on sijoitettuna painekanavaan (P), tai ensimmäiseen työkanavaan (A), tai toiseen työkanavaan (B), tai tankkikanavaan (T), ja jonka ylitse vaikuttaa paine-ero, joka on riippuvainen mittakuristimen läpi virtaavasta paineväliaineesta;
- 20 - luisti (4) käsittää lisäksi toisen asennon, johon luisti on siirrettävissä esiohjaavan voiman avulla ja jossa luisti on sovitettu avaamaan paineväliaineen virtaus, joka kulkee mittakuristimen (7) kautta; ja
- suuntaventtiili on, luistin (4) ollessa ainakin toisessa asennossa,
- 25 sovitettu generoimaan mainittuun paine-eroon verrannollinen kompensoiva voima, joka liikuttaa luistia (4) virtauksen kompensoimiseksi.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen suuntaventtiili, **tunnettu** siitä, että, ainakin luistin (4) toisessa asennossa:

- 30 - mittakuristimen jälkeen vallitseva paine (P2) on sovitettu generoimaan voima, joka pyrkii avaamaan luistia (4) toiseen asentoon; ja
- ennen mittakuristinta vallitseva paine (P1) on sovitettu generoimaan voima, joka pyrkii sulkemaan luistia (4) ensimmäiseen asentoon.
- 35

3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen suuntaventtiili, **tunnettu** siitä, että luistin (4) ollessa toisessa asennossa ja kun mainittu paine-ero sekä tilavuusvirta kasvavat, kompensoiva voima sulkee luistia (4) ja pyrkii rajaamaan paineväliaineen virtausta.

5

4. Jonkin patenttivaatimuksen 1 – 3 mukainen suuntaventtiili, **tunnettu** siitä, että suuntaventtiili käsittää lisäksi ainakin:

- ensimmäisen esiohjauksen, joka on sovitettu generoimaan mainittu esiohjaava voima; ja
- 10 - jolloin ensimmäinen esiohjaus käsittää erillisen männän (23), joka välittää mekaanista voimaa luistiin (4), tai esiohjauskammion (6a), jossa vallitseva paine vaikuttaa joko suoraan luistiin (4) tai mainittuun mäntään (23).

15 5. Jonkin patenttivaatimuksen 1 – 4 mukainen suuntaventtiili, **tunnettu** siitä, että suuntaventtiili käsittää lisäksi:

- yhden tai useamman jousen (5a, 5b, 20), joka on sovitettu ylläpitämään palauttavaa voimaa, joka pyrkii siirtämään luistia (4) ensimmäiseen asentoon; tai mainittu paine-ero on sovitettu ylläpitämään
- 20 palauttavaa voimaa, joka pyrkii siirtämään luistia (4) ensimmäiseen asentoon.

6. Jonkin patenttivaatimuksen 1 – 5 mukainen suuntaventtiili, **tunnettu** siitä, että:

- 25 - mittakuristimen jälkeen vallitseva paine (P2) on johdettu ensimmäiseen kammioon (17), jossa kyseinen paine generoi luistiin (4) vaikuttavan voiman; ja
- mittakuristinta ennen vallitseva paine (P1) on johdettu toiseen kammioon (1b, 16), jossa kyseinen paine generoi luistiin (4) vaikuttavan vastakkaisen voiman.
- 30

7. Patenttivaatimuksen 6 mukainen suuntaventtiili, **tunnettu** siitä, että mainittu kammiot (16, 17) on sovitettu luistin (4) vastakkaisiin päihin.

35 8. Patenttivaatimuksen 6 tai 7 mukainen suuntaventtiili, **tunnettu** siitä, että:

- toinen kammio (1b) on sovitettuna luistin (4) päähän, jolloin toisessa kammiossa vallitseva paine vaikuttaa suoraan luistiin (4); ja
- ensimmäinen työkanava (A) on yhteydessä toiseen kammioon (1b), jolloin paineväliaineen virtaus paineKANAVASTA (P) ensimmäiseen työkanavaan (A) tapahtuu luistin (4) sivusta luistin sisälle ja luistin pään läpi toiseen kammioon (1b).

9. Jonkin patenttivaatimuksen 1 – 8 mukainen suuntaventtiili, **tunnettu** siitä, että mittakuristin on sovitettuna venttiilin (1) runkoon ja se erillinen vaihdettava osa, tai mittakuristin on valmistettu koneistamalla venttiilin (1) runkoon.

10. Jonkin patenttivaatimuksen 1 – 9 mukainen suuntaventtiili, **tunnettu** siitä, että:

- ensimmäinen ja toinen työkanava (A, B) ovat kytkettyinä toimilaitteeseen;
- luisti on sovitettu ensimmäisessä asennossa sulkemaan paineKANAVA (P) ja avaamaan ensimmäisen ja toisen työKANAVAN (A, B) yhteys tankkikanavaan (T); ja
- luisti on sovitettu toisessa asennossa avaamaan sekä paineKANAVAN (P) yhteys ensimmäiseen työKANAVAAN (A) että toisen työKANAVAN (B) yhteys tankkikanavaan (T).

11. Jonkin patenttivaatimuksen 6 – 8 mukainen suuntaventtiili, **tunnettu** siitä, että suuntaventtiili käsittää lisäksi ainakin kanavan (8), jonka välityksellä mittakuristimen jälkeen vallitseva paine (P2) on johdettu ensimmäiseen kammioon (17).

12. Patenttivaatimuksen 11 mukainen suuntaventtiili, **tunnettu** siitä, että suuntaventtiili käsittää lisäksi toisen kanavan (9), jonka välityksellä mittakuristinta ennen vallitseva paine (P1) on johdettu toiseen kammioon (16); tai ensimmäinen työkanava (A) on sovitettu johtamaan mittakuristinta ennen vallitseva paine (P1) toiseen kammioon (1b).

13. Jonkin patenttivaatimuksen 1 – 12 mukainen suuntaventtiili, **tunnettu** siitä, että luisti on sovitettu ensimmäisessä asennossa sulkemaan ainakin paineKANAVA (P), tai avaamaan paineKANAVAN (P) yhteys tankkikanavaan (T).

14. Jonkin patenttivaatimuksen 1 – 13 mukainen suuntaventtiili, **tunnettu** siitä, että luisti on sovitettu toisessa asennossa avaamaan painekanavan (P) yhteys ensimmäiseen tai toiseen työkanavaan (A, B); ja/tai luisti on sovitettu
5 toisessa asennossa avaamaan ensimmäisen tai toisen työkanavan (A, B) yhteys tankkikanavaan (T).

Patentkrav:

1. Riktningsventil för styrning av ett ställdon medelst tryckmedium, vilken riktningsventil omfattar åtminstone:

- 5 - en tryckkanal (P) för tryckmedium;
- en första arbetskanal (A) för inmatning av tryckmedium i ställdonet;
- antingen en tankkanal (T) för återgående tryckmediet eller en andra arbetskanal (B) för att motta tryckmediet från ställdonet, eller båda;
- 10 - en slid (4) som är anpassad att röra sig axiellt inom riktningsventilens stomme;
- ett första läge av sliden (4), i vilket läge sliden tenderar att ställa sig;

kännetecknad av att:

- vid sidan av riktningsventilfunktioner omfattar riktningsventilen en mät-drossel (7) som är placerad i tryckkanalen (P) eller i den första arbets-
- 15 kanalen (A) eller i den andra arbetskanalen (B) eller i tankkanalen (T), och en tryckskillnad påverkar över mätdrosseln, vilken tryckskillnad är beroende på tryckmediet som strömmar genom mätdrosseln;
- sliden (4) omfattar även ett andra läge, till vilket sliden kan förflyttas med en förstyrande kraft och i vilket sliden är anpassad att öppna
- 20 tryckmediets strömning som går via mätdrosseln (7); och
- riktningsventilen är, när sliden (4) befinner sig minst i det andra läget, anpassad att generera en med sagda tryckskillnad proportionell kom-penserande kraft som förflyttar sliden (4) för att kompensera ström-
- ningen.

2. Riktningsventil enligt patentkrav 1, **kännetecknad** av att åtminstone i slidens (4) andra läge:

- efter mätdrosseln rådande trycket (P2) är anpassat att generera en kraft som försöker öppna sliden (4) i det andra läget; och
- 30 - före mätdrosseln rådande trycket (P1) är anpassat att generera en kraft som försöker stänga sliden (4) i det första läget.

3. Riktningsventil enligt patentkrav 1 eller 2, **kännetecknad** av att när sliden (4) befinner sig i det andra läget och när sagda tryckskillnad och volymströmning växer, den kompenserande kraften stänger sliden (4) och försöker begränsa tryckmediets strömning.

4. Riktningsventil enligt något av patentkraven 1–3, **kännetecknad** av att riktningsventilen ytterligare omfattar åtminstone:
- en första förstyrning som är anpassad att generera sagda förstyrande kraft; och
- 5 - varvid den första förstyrningen omfattar en separat kolv (23) som transmittar mekanisk kraft till sliden (4), eller en förstyrningskammare (6a), i vilken rådande tryck påverkar antingen direkt sliden (4) eller sagda kolv (23).
- 10 5. Riktningsventil enligt något av patentkraven 1–4, **kännetecknad** av att riktningsventilen ytterligare omfattar:
- en eller flera fjädrar (5a, 5b, 20) som är anpassade att uppehålla en återställande kraft som försöker förflytta sliden (4) i det första läget; eller sagda tryckskillnad är anpassad att uppehålla den återställande kraft
- 15 som försöker förflytta sliden (4) i det första läget.
6. Riktningsventil enligt något av patentkraven 1–5, **kännetecknad** av, att:
- efter mätdrosseln rådande trycket (P2) har letts till en första kammare (17), i vilken sagda tryck genererar en till sliden (4) påverkande kraft; och
- 20 - före mätdrosseln rådande trycket (P1) har letts till en andra kammare (1b, 16), i vilken sagda trycket genererar en till sliden (4) påverkande motsatt kraft.
- 25 7. Riktningsventil enligt patentkrav 6, **kännetecknad** av att sagda kammare (16, 17) är anpassade i slidens (4) motsatta ändar.
8. Riktningsventil enligt patentkrav 6 eller 7, **kännetecknad** av att:
- den andra kammaren (1b) är anpassad till slidens (4) ända, varvid i den andra kammaren rådande trycket påverkar sliden (4) direkt; och
- 30 - den första arbetskanalen (A) är kopplad till den andra kammaren (1b), varvid tryckmediets strömning från tryckkanalen (P) till den första arbetskanalen (A) sker från slidens (4) sida inom sliden och via slidens ända till den andra kammaren (1b).
- 35 9. Riktningsventil enligt något av patentkraven 1–8, **kännetecknad** av att mätdrosseln är anpassad i ventilens (1) stomme och är en separat och utbytbar del, eller mätdrosseln är tillverkad genom mekanisering i ventilens (1) stomme.

10. Riktningsventil enligt något av patentkraven 1–9, **kännetecknad** av att:

- den första arbetskanalen och den andra arbetskanalen (A, B) är koppelade till ställdonet;
- 5 - sliden är i sitt första läge anpassad att blockera tryckkanalen (P) och att öppna förbindelsen av den första och andra arbetskanalen (A, B) till tankkanalen (T); och
- sliden är i sitt andra läge anpassad att både öppna tryckkanalens (P) förbindelse till den första arbetskanalen (A) och den andra arbets-
- 10 kanalens (B) förbindelse till tankkanalen (T).

11. Riktningsventil enligt något av patentkraven 6–8, **kännetecknad** av att riktningsventilen även omfattar åtminstone en kanal (8), genom vilken efter mät-

15

12. Riktningsventil enligt patentkrav 11, **kännetecknad** av att riktningsventilen även omfattar en andra kanal (9), genom vilken före mätdrosseln rådande trycket (P1) har letts till den andra kammaren (16); eller den första arbetskanalen (A) är anpassad att leda före mätdrosseln rådande trycket (P1) till den andra kammaren

20

13. Riktningsventil enligt något av patentkraven 1–12, **kännetecknad** av att sliden är i det första läget anpassad att blockera åtminstone tryckkanalen (P), eller att öppna tryckkanalens (P) förbindelse till tankkanalen (T).

25

14. Riktningsventil enligt något av patentkraven 1–13, **kännetecknad** av att sliden är i sitt andra läge anpassad att öppna tryckkanalens (P) förbindelse till den första eller den andra arbetskanalen (A, B); och/eller sliden är i det andra läget anpassad att öppna förbindelsen av den första eller andra arbetskanalen (A, B) till tank-

30

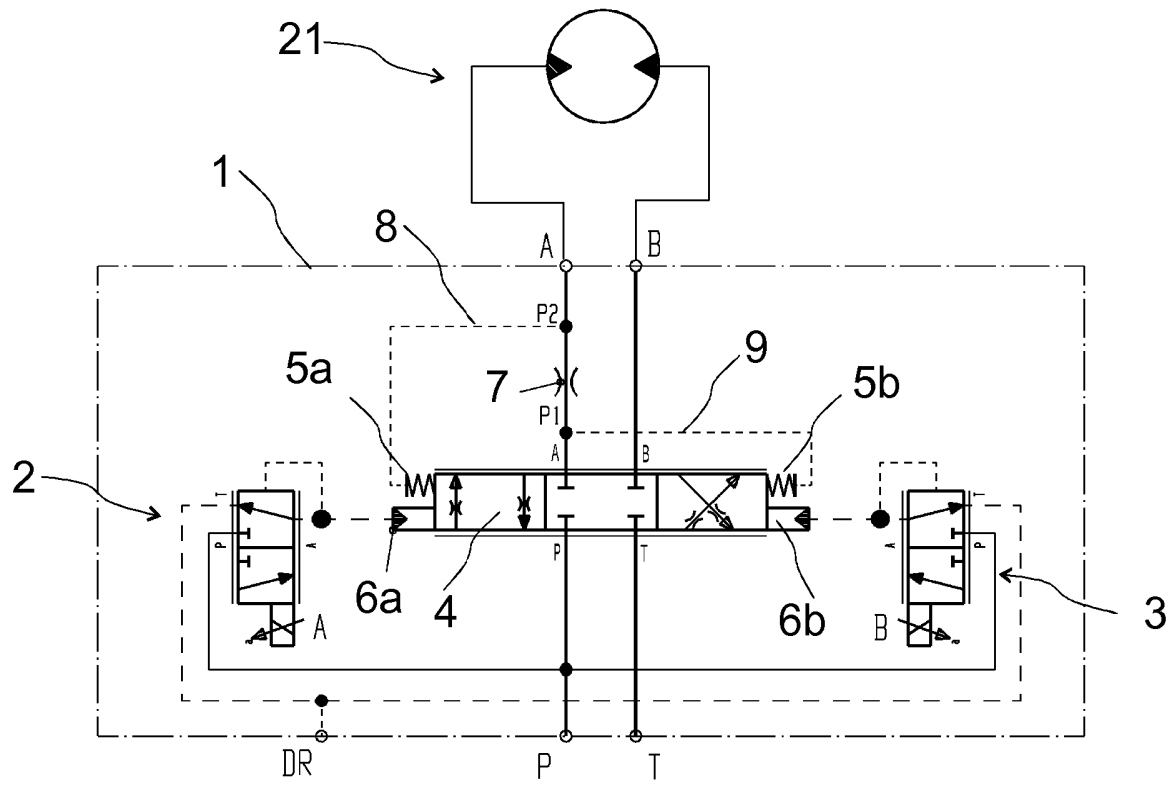


Fig.1

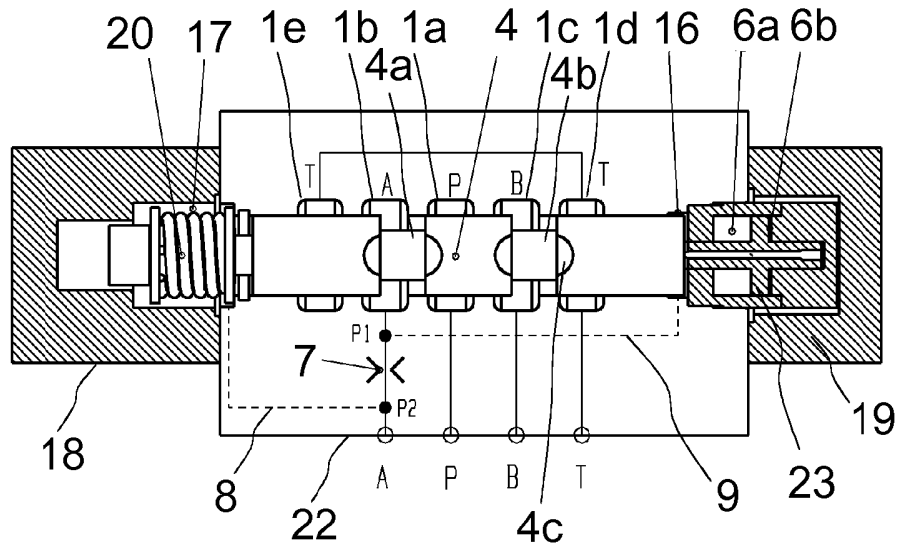


Fig.2

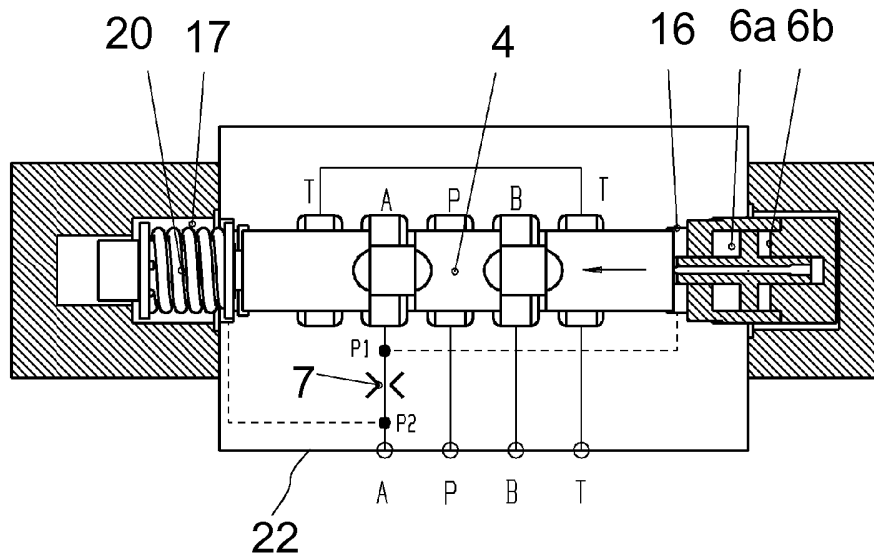


Fig.3

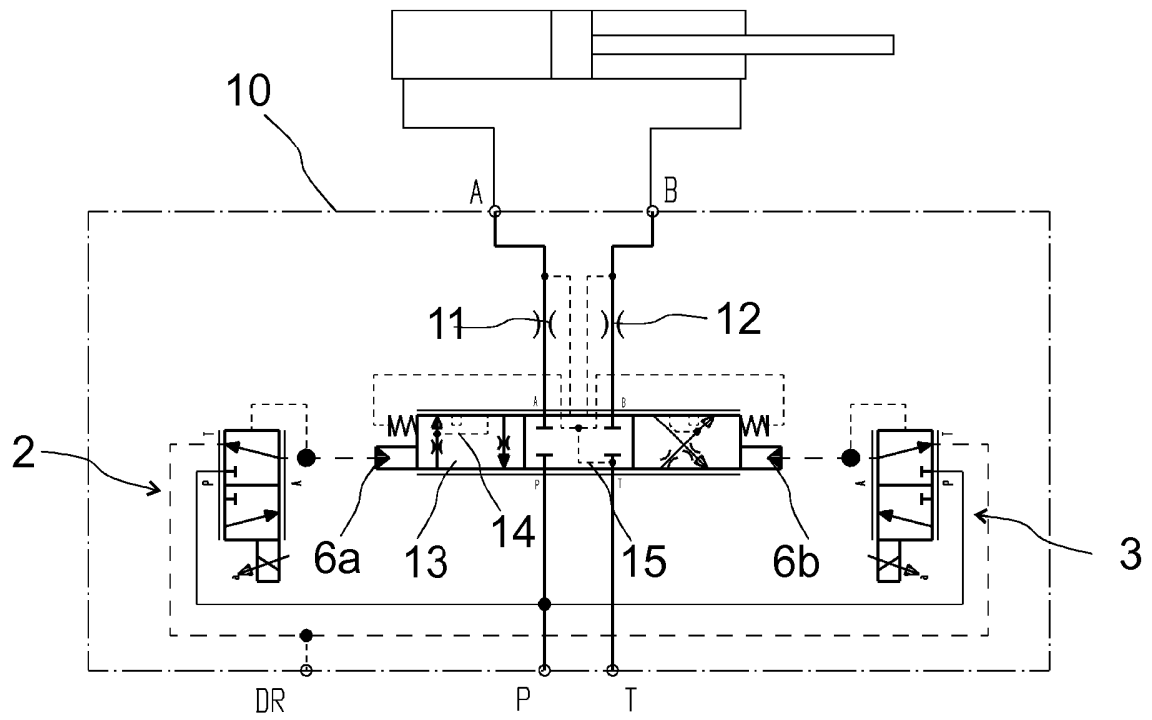


Fig.4



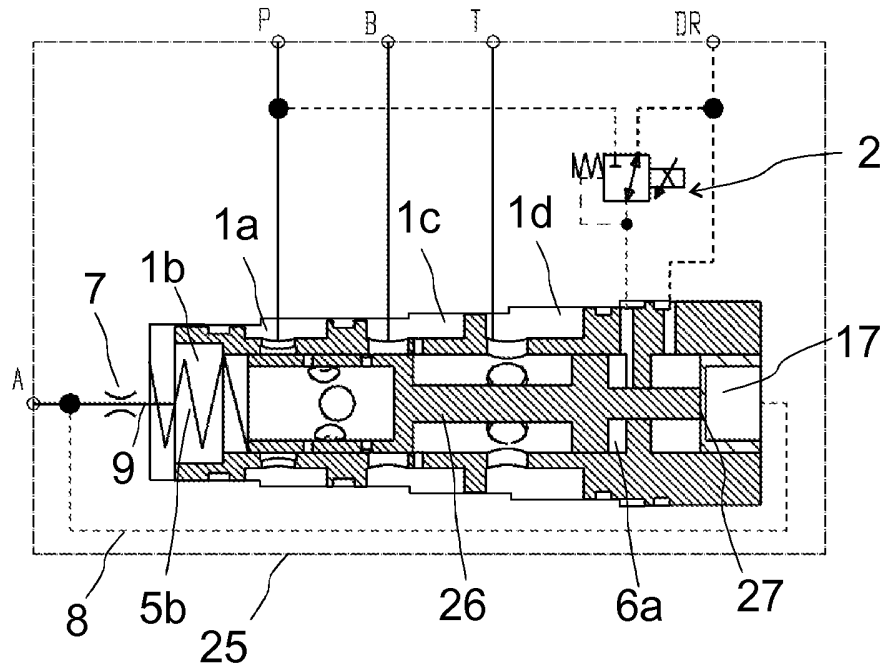


Fig. 6

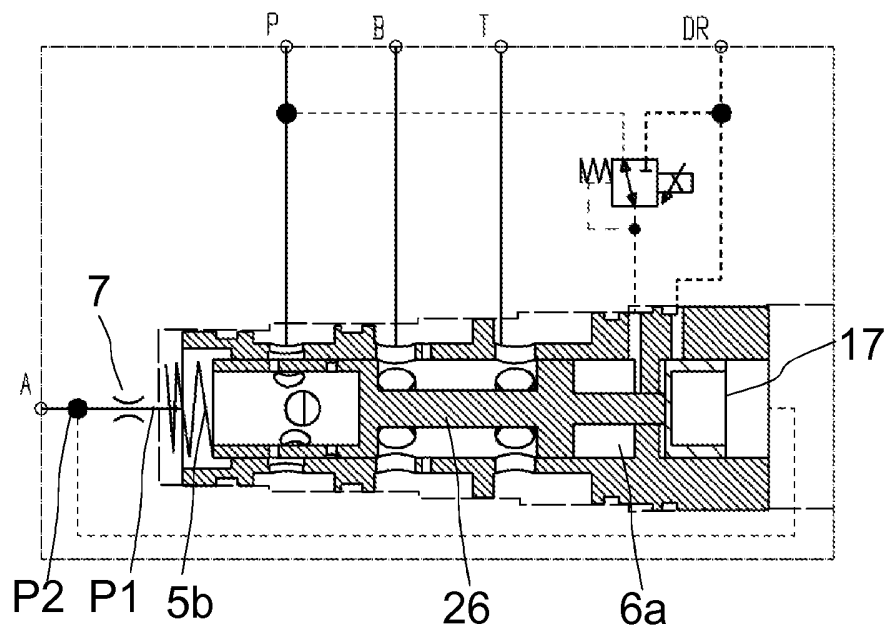


Fig. 7

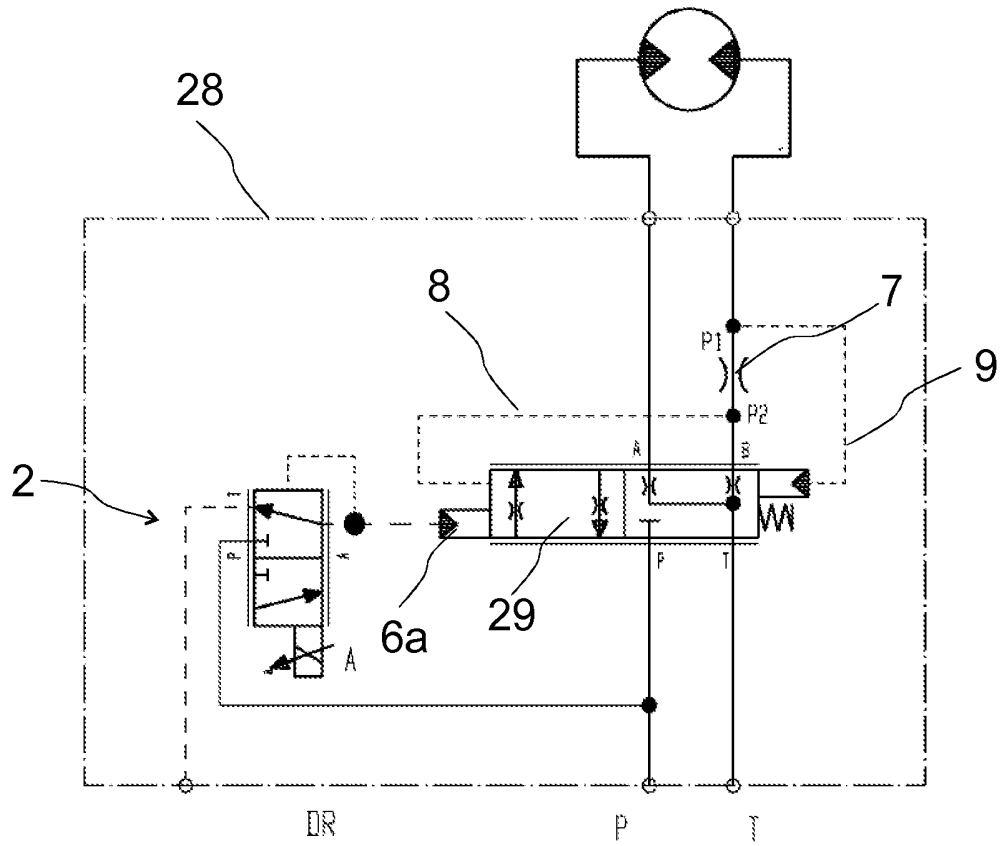


Fig.8

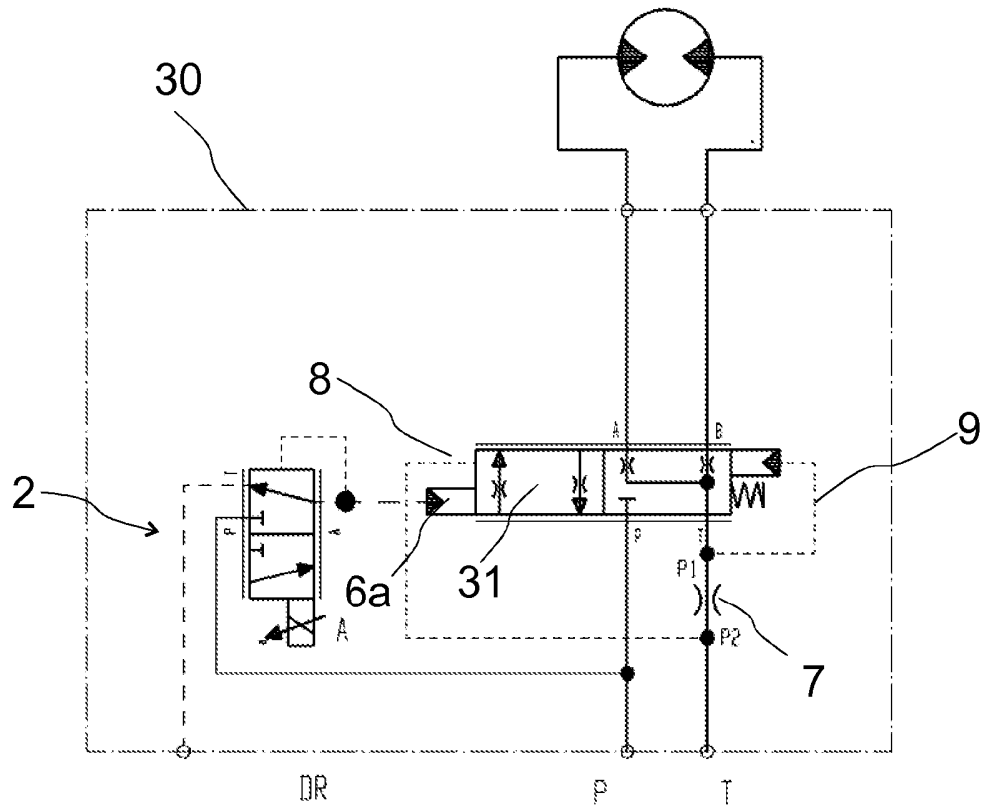


Fig.9

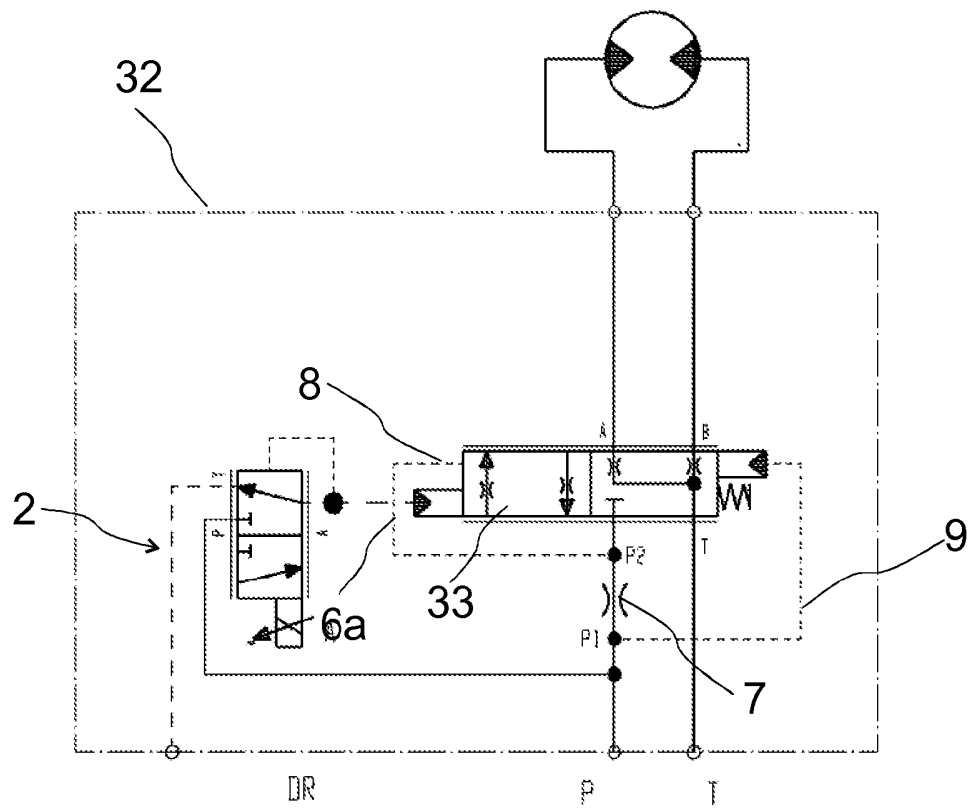


Fig.10