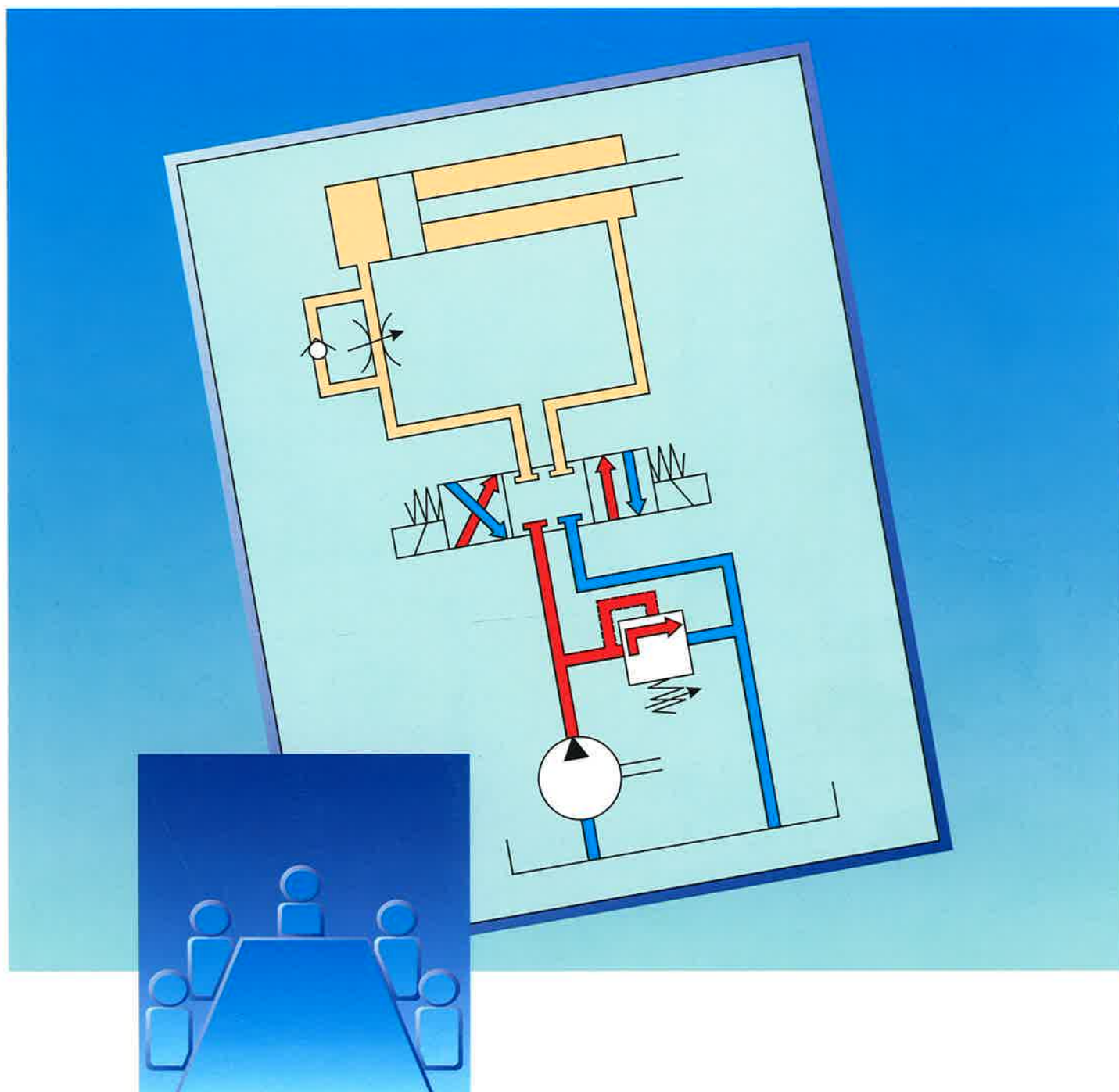


Hydraulikk i teori og praksis



Yrkesopplæring ans



BOSCH
Automasjon

Hydraulikk I teori og praksis

Yrkesopplæring ans 1999

© Originalversjon: Hydraulik in Theorie und Praxis von Bosch
© Yrkesopplæringsans, Oslo 1999
1. utgave, 1. opplag

1. utgave, 2. opplag © Gyldendal Norsk Forlag AS 2003
3. opplag 2007

Oversatt fra engelsk til norsk ved Jørgen Nestun

Originalarbeid/Grafisk tilrettelegging: Idékonsulenten
Omslagsutforming: Bjørn Range, P&O deSign
Illustrasjoner: Bosch

Printed in Norway by Lobo Media AS, Oslo 2007

ISBN-10: 82-585-1381-8
ISBN-13: 978-82-585-1381-7

Det må ikke kopieres fra denne bok i strid med åndsverkloven eller avtaler om kopiering inngått med KOPINOR, Interesseorgan for rettighetshavere til åndsverk. Kopiering i strid med lov eller avtale kan medføre erstatningsansvar og inndragning, og kan straffes med bøter eller fengsel.

Forord

Hydraulikk er blitt en helt nødvendig del av den moderne teknikken i transport og styringsfunksjoner. Hydraulikk er suveren med hensyn til styring av lineære og roterende bevegelser, både når det gjelder meget store krefter, presisjon i bevegelsesforløpet og hastighet. På dette feltet er Bosch spesielt aktiv, fra grunnleggende forskning og videre gjennom utviklingsfasen helt fram til den aktuelle produksjonen av hydrauliske komponenter og systemer. Bosch støtter seg til sin erfaring gjennom flere tiår på dette området. Det er denne erfaringen som danner grunnlag for løsningene av de svært ulike problemene som knytter seg til mekanisk industri og produksjon av kjøretøyer. Denne erfaringen kommer til uttrykk ved den omfattende serien av produkter som tilbys fra Bosch.

Emnevalget i denne boka dreier seg om forhold og eksempler som er hentet fra daglige praktiske anvendelser. Likevel er det også blitt plass til grunnleggende teori. Derfor er boka spesielt egnet for både ingeniører og teknikere som arbeider med de praktiske oppgavene, og for dem som er i ferd med å studere emnet. I tillegg til en mengde eksempler som gjelder anvendt teknikk, blir fysiske prinsipper gjennomgått sammen med utformingen av de enkelte utstyrsdetaljer og komplette hydrauliske systemer.

På grunn av den dyptpløyende behandling av emnene og det rikholdige utvalget av emner som behandles, blir denne boka brukt som grunnlag ved Boschs treningsseminarer, der emnene utfylles med teoretiske og praktiske øvelser.

Boka er inndelt slik at det er enkelt å finne fram i den og lett å søke etter konkrete opplysninger. Alt hydraulisk utstyr og alle hydrauliske systemer er ordnet tydelig og systematisk. Dessuten er det tatt hensyn til behov for selvstudium slik at gjennomgang av stoffet på egen hånd er så enkelt som mulig.

Det er lagt vekt på beskrivelse av komponenter og deres anvendelse. Derfor er illustrasjoner og grafiske presentasjoner gitt en framtrædende plass.

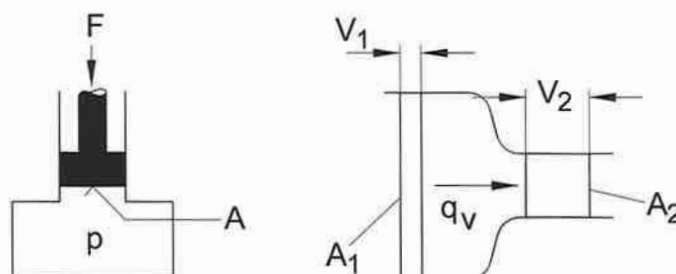
Slike emner som "patronventiler", "mobile retningsventiler" og "hydraulisk styring av løfte-redskap i traktor" behandles i særskilte kapitler.

Hensikten med denne boka er å gi en tydelig forklaring av funksjon, virkemåte og prinsipper for hydraulikk. Den bør betraktes som både en opplysningskilde og et oppslagsverk. Derfor bør den kunne bli en pålitelig instruktør og hjelper. Det må likevel innrømmes at ikke noe er så godt at det ikke kan forbedres gjennom visse endringer på enkelte områder.

Forfatterne og redaktørene av boka er derfor takknemlige for alle forslag og kommentarer.

Kapittel	Innhold	Side
0	Innledning	6
1	Sylindere	10
2	Pumper og hydrauliske motorer	25
3	Tannhjulspumper og motorer	33
4	Radialstempelpumper	41
5	Aksialstempelpumper og -motorer	64
6	Vingepumper	67
7	Retningsventiler generelt	70
8	Retningsventiler for monteringsplate	78
9	Magnetspoler for retningsventiler	87
10	Trykkventiler	93
11	Volumstrømsventiler	107
12	Tilbakeslagsventiler	117
13	Sammenstilling av hydrauliske enheter (modulsystemer)	123
14	Akkumulatorer	126
15	Oljetanker	138
16	Hydrauliske væsker	142
17	Filtre	147
18	Oppvarming og kjøling	152
19	Ledninger og koplinger	154
20	Drivaggregater og systemer	162
21	Symboler ifølge DIN - ISO 1219 eller 1219 - 1	165
22	Grunnleggende koplingsskjemaer, eksempler	173
23	Effekttap i strømningsregulerte kretser	211
24	Funksjonsdiagrammer	216
25	Idriftsettelse og vedlikehold	222
26	Måleinstrumenter for hydraulikk	230
 Tillegg		
27	Toveis patronventiler	234
28	Mobile enheter for styring av bevegelse	261
29	Hydraulisk styring av løfteredskap for traktor (SR og SRZ)	278
30	Elektrohydraulisk styring av løfteredskap for traktor (EHR-D)	283

Innledning



1 Definisjon

Ordet hydraulikk kommer fra det greske "hydro", som betyr "vann". Fra et faglig synspunkt omfatter det læren om væsker i ro og i bevegelse, altså henholdsvis hydrostatikk og hydrodynamikk. Når ordet hydraulikk benyttes innenfor mekanisk teknologi, bilindustrien og flyindustrien, tenker man på den praktiske anvendelsen av denne delen av fysikken på slike områder som kraftoverføring, kraftregulering og styresystemer.

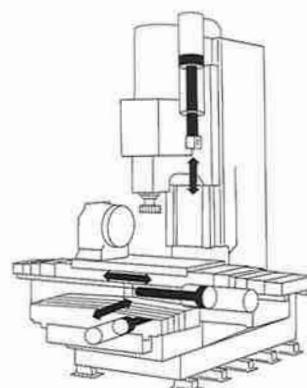
2 Bruksområder

Begrepene mobil hydraulikk og stasjonær hydraulikk (industriell hydraulikk) får stadig større betydning. Kjøretøyer med hjul eller belteframdrift blir styrt ved hjelp av mobil hydraulikk. Begrepet stasjonær hydraulikk omfatter utstyr som er fast montert på et bestemt sted, for eksempel i en fabrikk. Det finnes også ulike hydrauliske elementer og systemer. Disse skiller seg med hensyn til typen av elementgrupper innenfor de tidligere nevnte bruksområdene. Hydraulikk spiller også en vesentlig rolle i flykon-

struksjoner, noe som medfører høye teknologiske krav for denne spesielle industrien.

3 Verktøymaskiner

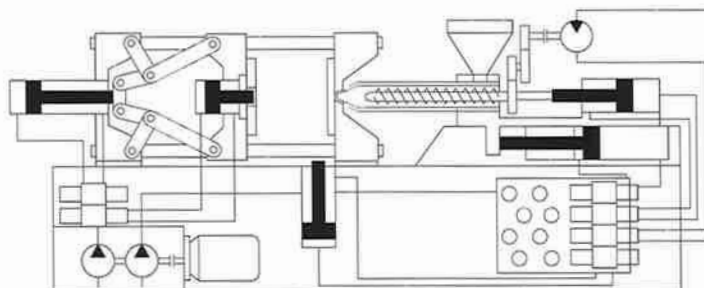
Hydraulikk blir brukt til innspenning av skjæreverktøy, ved støping, til styring av spindelhastighet ved sponfraskillende verktøymaskiner og til styring av matehastighet og bevegelse i skjæreverktøy.



4 Plastindustrien

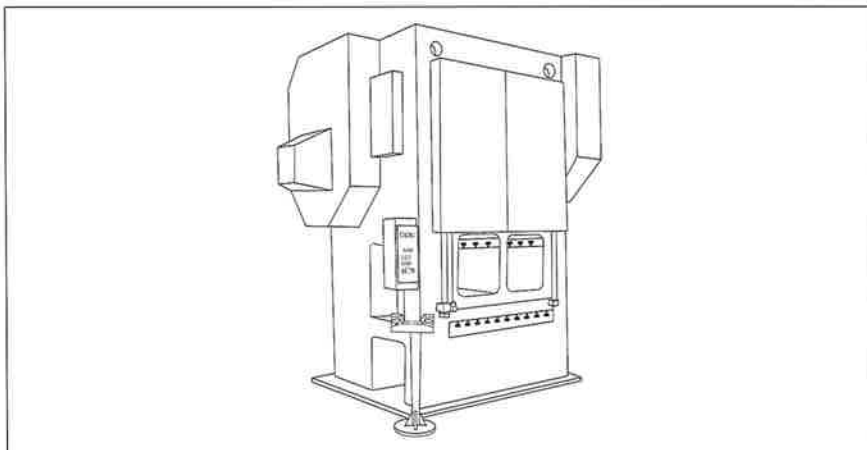
(spesielt plastekstruderende maskiner).

Denne prosessen kjennetegnes av separate produksjonsforløp med en varighet på under ett sekund. Som regel omfatter produksjonen følgende trinn: stenging av støpeformen, injisering, vedlikehold av konstant trykk og åpning av støpeformen. Slike parametere som tid, trykk og hastighet krever en høy grad av presisjon gjennom hele forløpet av hver enkelt trinn i prosessen.

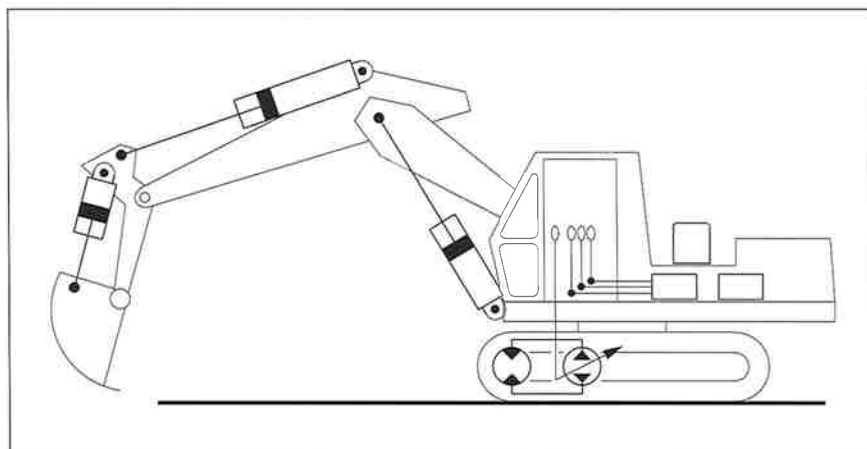


Hydrauliske presser

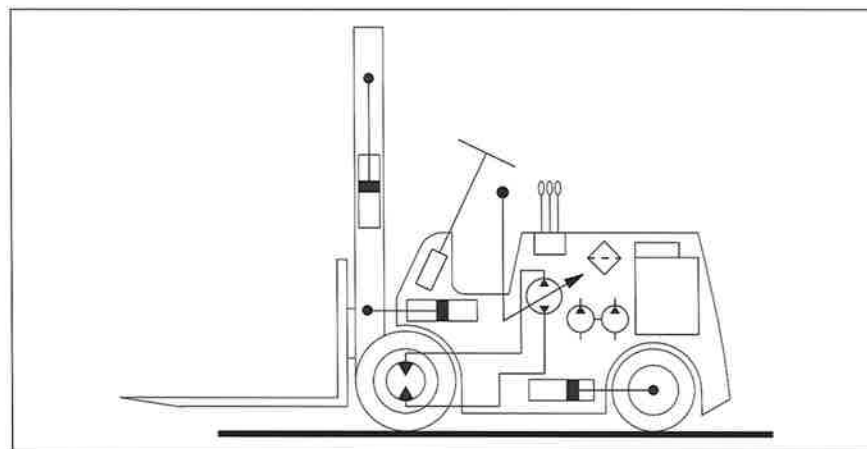
Hydraulikken gir mulighet for presisjonsstyring av store trykkrefter. Komplekse systemer og kontrollutrustning i slikt utstyr tillater en sikker og problemfri drift.

**Anleggsmaskiner**

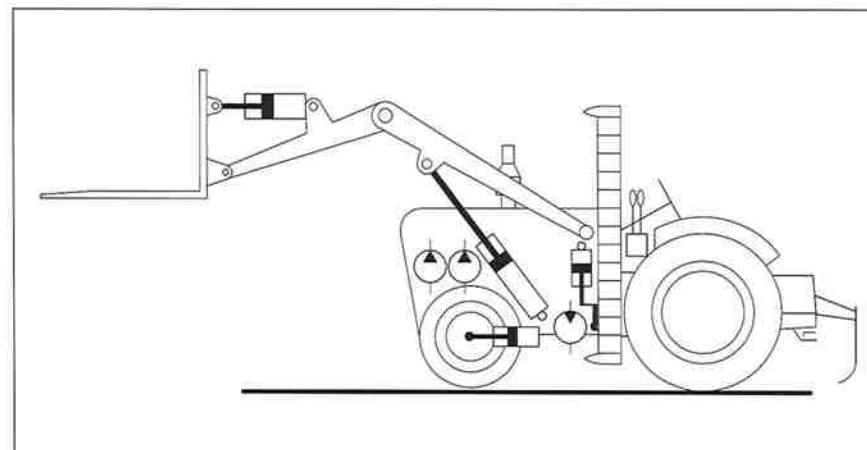
Hydraulikk benyttes til energiforsyningen ved transport av anleggsmaskiner, samtidig som den også utfører alle typer av støttefunksjoner som løfting, lossing, holdefunksjoner, skyvebevegelser osv. for maskinene og deres last.

**Løfting og transport**

Løfting og transport utføres av tungt transportutstyr. De hydrauliske systemene er en forutsetning for at de enkelte komponentene kan utføre lineære bevegelser ved løfting, tipping og plassering av en last.

**Landbruksmaskiner**

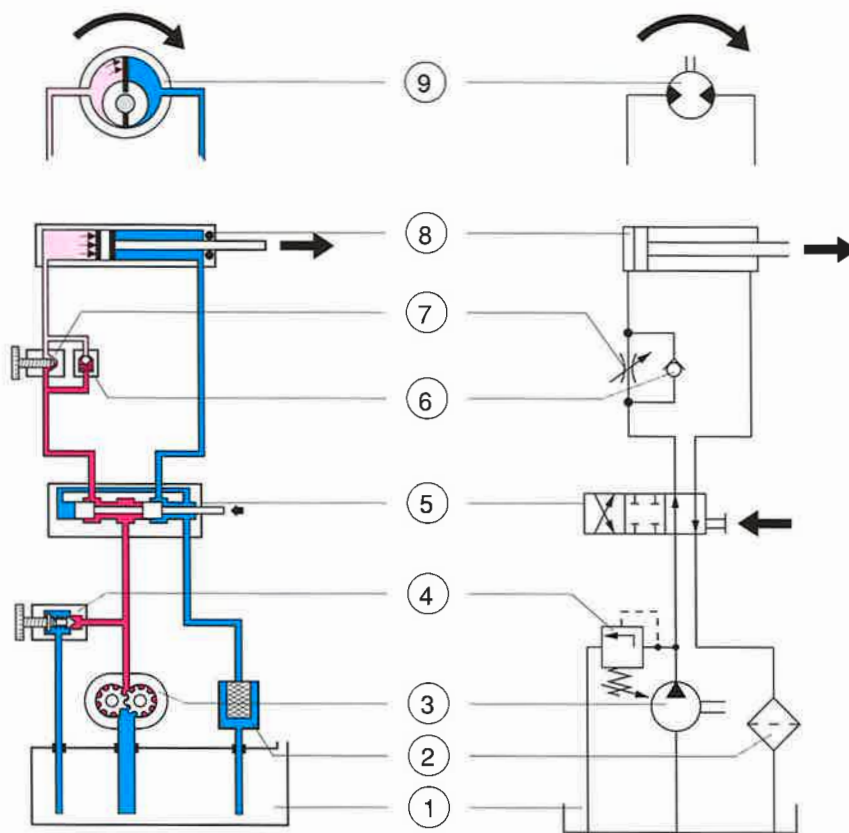
Hydrauliske systemer blir brukt i traktorer for landbruket til å kontrollere plogens posisjon, bevegelse av tilkoplede utrustning og servostyring. Dessuten brukes hydraulikk i kombinerte landbruksmaskiner og skurtreskere til servostyring av transportsystem og til kontroll av arbeidsbevegelser i de forskjellige under-systemene.



5 Strukturen i et hydraulisk system

Stort sett omfatter driften av et hydraulisk system omsetting, transmisjon og styring av energi. I hydrauliske systemer blir den mekaniske energien som utgjør energiforsyningen til systemet, først og fremst omformet til hydraulisk energi, som i sin tur, blir overført og styrt, for til slutt igjen å bli omformet til mekanisk energi. Det skjer ved hjelp av hydrauliske komponenter som er ordnet slik at de virker sammen etter en på forhånd innstilt sekvens slik at de gjennomfører den ønskede funksjonen. Figuren viser et grunnleggende hydraulisk system og de komponentene som inngår i systemet.

Snittegningen til venstre viser komponentenes funksjon, og figuren til høyre viser de tilsvarende standardsymbolene for hver komponent. En enkel heltrukket linje viser rørledningene som forbinder komponentene.



① Tank

② Filter

③ Pumpe

④ Trykkgrensingsventil

⑤ Retningsventil

⑥ Tilbakeslagsventil

⑦ Volumstrømsventil

⑧ Sylinder

⑨ Hydraulisk motor

Oljetank

Energioomsetning

Energistyring

Energioomsetning

6 Sammenlikning av ulike systemer

Hydraulikk tjener til overføring av effekt. Styrings- og reguleringsteknikk benyttes for mekanikk, elektrisitet, elektronikk og hydraulikk. I visse tilfeller kan disse systemene konkurrere med hverandre. I andre tilfeller kan de utfylle hverandre. Det er for eksempel vanlig at hydraulikk blir brukt til energitransport i et system, mens signalene overføres ved hjelp av elektrisitet (for eksempel for å drive motoren i en pumpe).

For å kunne velge rett system (eller den riktige kombinasjon av systemer) kreves det grundig kjennskap til kom-

ponentenes tekniske egenskaper, deres fordeler og svakheter. Tabellen nedenfor viser en sammenlikning av de nevnte systemene med hensyn til en del ulike kriterier.

Ved valg av det systemet som er best egnet til en bestemt oppgave, må det legges stor vekt på alle sider ved driftsforholdene. Den rette løsningen kan finnes på grunnlag av eksempler på anvendelser i ulike typer av systemer. Hvis det er flere typer av systemer som alle er velegnet, må andre kriterier vurderes før det treffes et valg. Det kan for eksempel være kostnader, transportsikkerhet, service og know-how.

Kriterium	Hydraulikk	Pneumatikk	Elektro/elektronikk	Mekanikk
Energibærer	Olje (væsker generelt)	Luft	Elektroner	Aksler, ledd, belter, kjeder, hjul osv.
Energi-overføring	Rørledninger, slanger, utboringer	Rørledninger, slanger, utboringer	Elektriske ledere (kabler osv.)	Aksler, ledd, belter, kjeder, hjul osv.
Omforming fra eller til mekanisk energi	Pumper, sylindere, hydrauliske motorer	Kompressorer, sylindere	Oscillatorer, sylindere, motorer	Generatorer, akkumulatorer, elektromotorer, magnetpoler, lineære elektromotorer
De viktigste karakteristiske størrelsene	Trykk p (30 ... 400 bar) volumstrøm q	Trykk p (ca. 6 bar) volumstrøm q	Spenning U elektrisk strøm I	Kraft, vridning, hastighet, turtall
Effekt/volum forhold	Meget bra ved høye arbeidstrykk (opptil ca. 400 bar), kompakte og rimelige komponenter Lineær motor = sylinder	Bra, men begrensninger pga. maks. arbeidstrykk på bare 6 bar	Akseptabel. Vekten per effektenhet for elektromotorer er ca. 10 ganger større enn for hydrauliske motorer. Hydrauliske styringsventiler er mer økonomiske	Bra fordi det ikke er noen omforming av energi; mindre bra ved store krav til styring
Bevegelses- presisjon. Alle systemer kan forbedres av posisjonsstyring	Meget bra fordi olje nesten ikke kan komprimeres	Mindre god fordi luft kan komprimeres	Varierer mye. På den ene siden hysteres og slipp, på den andre siden synkronmotorer og trinnmotorer	Meget bra på grunn av form, kraft (raster, tannhjuls-utveksling osv.)
Virkningsgrad	Akseptabel til bra. Litt lekkasje. Dessuten friksjon ved primær og sekundær energiomsetning og energitap ved ventilstyring/regulering		Bra fordi det er lett adgang til elektrisitet som direkte energikilde	Bra fordi det ikke er noen omforming av energi. Mekaniske tap på grunn av friksjon
Styring og regulering. Signal-behandling	Meget bra med ventiler og pumper med regulerbar fortrengning. Servoventiler for teknikker med lukket krets. Mer effektiv i kombinasjon med elektro og elektronikk.	Meget bra. Med ventiler (for små og middels store krefter)	Meget bra for små krefter. Mindre bra for store krefter pga. brytere, releer, halvledere, motorer med variabel hastighet osv.	Ikke bra. Med utveksling, vektstenger osv.
Generering av lineær bevegelse	Meget enkel løsning med sylindere	Meget enkel løsning - ved hjelp av sylindere	Mer komplisert løsning med lineære motorer	Enkel løsning med krumtapp, vektstenger osv.
Typiske bruksområder	Bearbeidingsutstyr, lineær drivkraft, presser, rotasjon (store krefter)	Håndverk, montasjeutstyr, utstyr for tilpassing	Roterende, lineær og skru-aktivering av ventiler	Energitilførsel over kort avstand

Sylindere

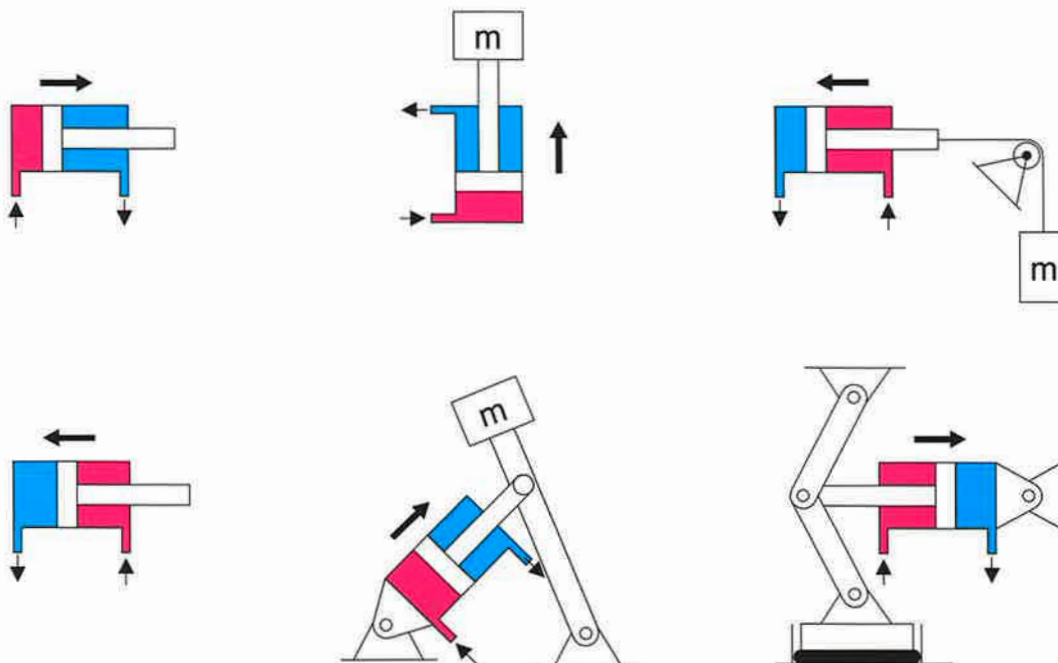


1 Beskrivelse

For folk flest er den hydrauliske sylindren den best kjente hydrauliske komponenten. Sylindren er et typisk eksempel på hvordan hydrauliske krefter blir brukt til å skape de mange ulike bevegelsene i en maskin. Også for eksperter er det sylindren som spiller en dominerende rolle, fordi det vanligvis er den som utgjør startpunktet for utformingen av et helt hydraulisk system.

Den hydrauliske motoren omformer hydraulisk energi til mekanisk energi i form av roterende bevegelse. Sylindren, derimot, omformer hydraulisk energi til mekanisk energi i form av lineær bevegelse. Dette er grunnen til at den også kalles en hydraulisk lineær motor.

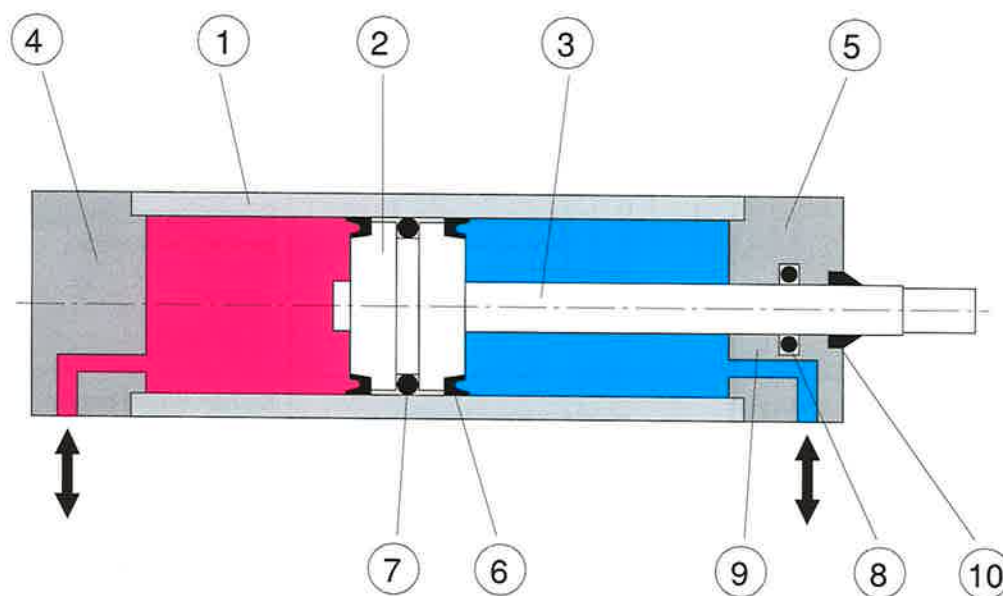
Oppgaven med å frambringe lineær bevegelse (omforming av bevegelse) utføres av den hydrauliske sylindren med et minimum av utrustning og med en utmerket virkningsgrad for effekten. Både kraft og hastighet kan lett holdes konstante under hele stempelslaget. Det er på dette området at sylindren skiller seg vesentlig ut fra rene mekaniske løsninger.



2 Utførelse og virkemåte

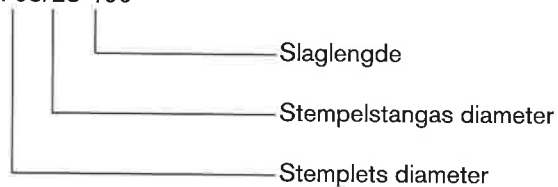
Sylinderens virkemåte kan beskrives slik: Den aktive væsken (vanligvis hydraulisk olje) ledes under trykk gjennom sylinderens porter inn mot stemplet eller sylinderens ringareal. Det trykket som virker på stemplet eller ringarealet, utløser en lineær bevegelse av stemplet og stempelstanga. Dermed overføres bevegelsen fra stempelstanga til den maskindelen som den er koplet til. For å opprettholde en hermetisk tetning rundt stempel og stempelstang, må det gjøres plass til pakningselementet når sylinderen konstrueres.

- ① Sylinderør
- ② Stempel
- ③ Stempelstang
- ④ Sylinderens endestykke
- ⑤ Sylinderens forstykke
- ⑥ Stempelpakning
- ⑦ Stempellager
- ⑧ Stempelstangens pakning
- ⑨ Stempelstangsføring
- ⑩ Stempelstangas avstryker



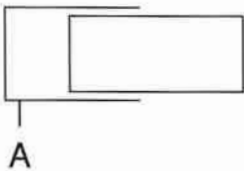
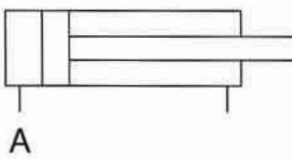
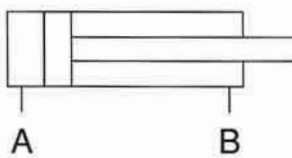
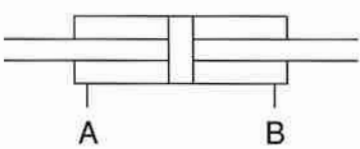
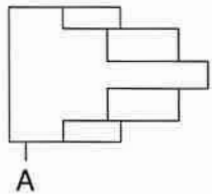
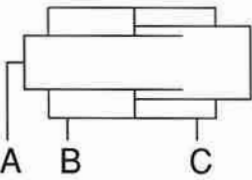
Sylinderbetegnelse:

Eksempel 63/28-400



3 Typer og grafiske symboler

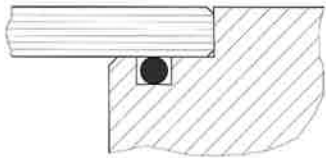
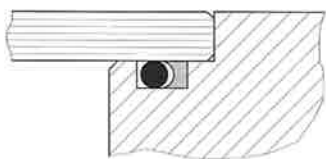
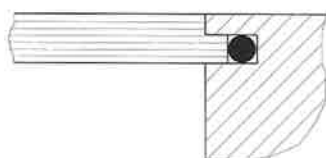
I likhet med alle de øvrige komponentene i et hydraulisk system er også sylindrene representert i koplingsskjemaet med standardiserte grafiske symboler. Men i motsetning til en del andre komponenter er sylindersymbolene nær knyttet til sylinders virkelige konstruksjon. Følgende standar sylinder-symboler er for tiden mye brukt.

Sylindertype	Symbol	Egenskaper
Enkeltvirkende ankersylinder		Kraften virker bare i den ene retningen. Eksempel: bremsesylder
Enkeltvirkende sylinder med ensidig stempelstang		Kraften virker bare i den ene retningen. Stemplets returbevegelse utløses av eksterne krefter
Dobbeltvirkende sylinder med ensidig stempelstang		Kraften virker i begge retninger. Ulike arealer på de to sidene av stemplet på grunn av stempelstanga. Det leveres forskjellige utførelser
Dobbeltvirkende sylinder med gjennomgående stempelstang		Like store arealer på de to sidene av stemplet. Eksempel: styresylinder
Teleskopsylinder		Kompakt sylindrutførelse gir stor slaglengde. Eksempel: tyngre tipperedskaper
Spesialsylinder		Det er ulike aktive arealer. Hurtig bevegelse og arbeidsbevegelse. Eksempel: presser

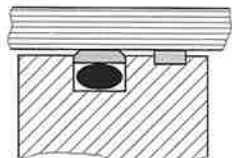
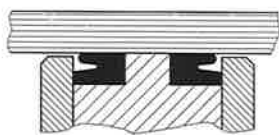
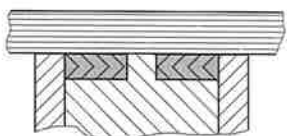
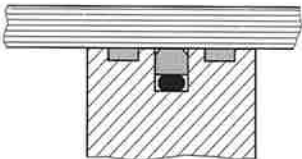
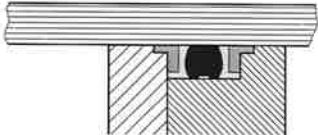
4 Pakningstyper

Det finnes ulike typer av pakninger som benyttes for forskjellige tetningsbehov i sylindere. Det er nødvendig med ulike utførelser fordi det stilles ulike krav til tetning avhengig av arbeidstrykk, slitestyrke, lav friksjon, montasjeforhold osv.

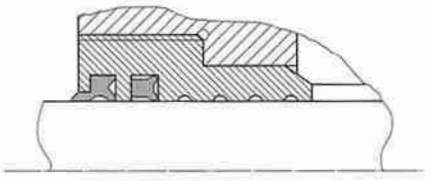
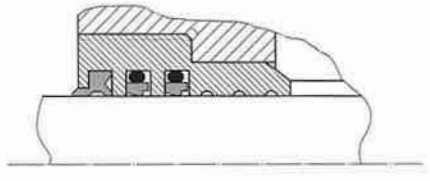
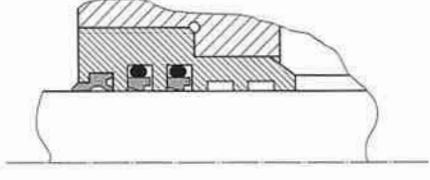
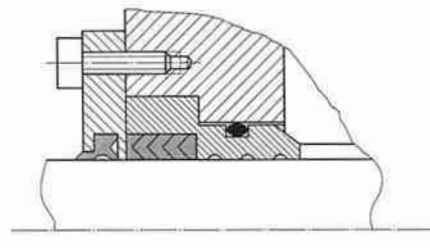
4.1 Statiske pakninger mellom sylindervegg og forstykke

O-ring	
O-ring med støttering	
Front O-ring	

4.2 Dynamiske pakninger og føring mellom stemplet og sylinderveggen

O-ring med glideringshylse	
Leppepakning	
V-pakninger, standardtype for meget store trykk	
Pakningssett, Boschs løsning for lav friksjon	
Kompaktpakning, Bosch standardtype	

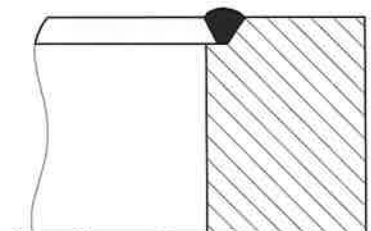
4.3 Dynamiske pakninger, føringer og avstrykere for stempelstang

Leppepakning	
Pakningssett med bronsehylse	
Pakningssett med glidering med lav friksjon (for servosylindre)	
V-formet pakning for meget store trykk og produkter for tungindustri	

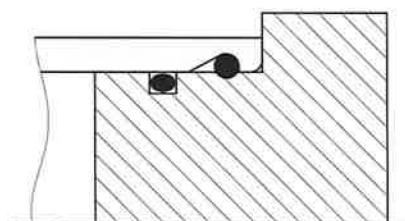
5 Forbindelser mellom sylindervegg og endelukk

Det er utviklet ulike teknikker for forbindelsen mellom sylindervegg og dens endestykker. Hvilken teknikk som bør velges, avhenger av arbeidstrykket, kostnaden og om den konstruktive løsningen er formålstjenlig.

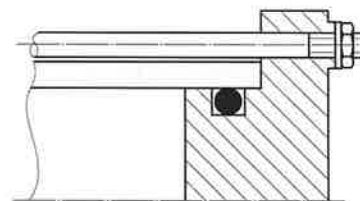
Sveiset forbindelse



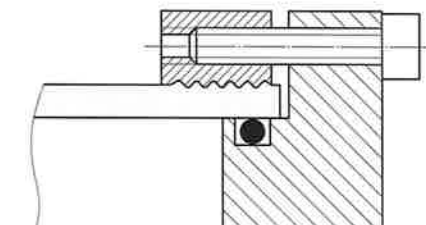
Forbindelse med trådsløye



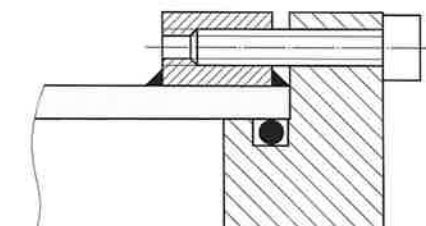
Forbindelse med strekkstag



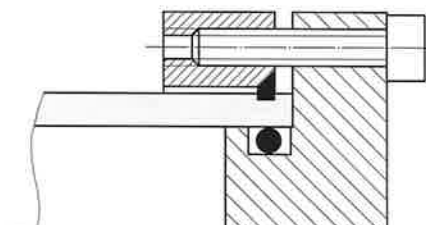
Flensforbindelse med gjenger



Flensforbindelse med sveis



Flensforbindelse med ring

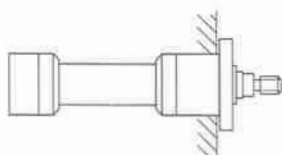


6 Montasjemetoder

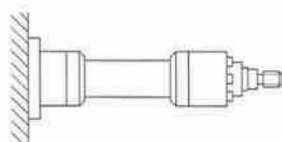
Det kan velges ulike metoder for sylindermontasje. Alt etter hva sylindren skal brukes til, skiller vi mellom montasje på forstykke, endestykke eller et modulært system for montasje på hovedsylindren. Montasjemetodene er standardisert ifølge ulike nasjonale og internasjonale normer, for eksempel ISO og DIN.

Fast montasje

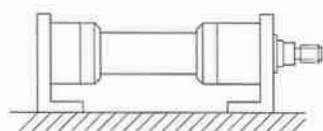
Flens i forkant (på forstykket)



Flens i bakkant (på endestykket)

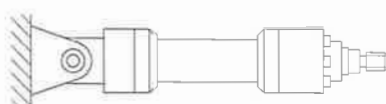


Montasje i fotbrakett

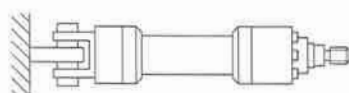


Bevegelig montasje

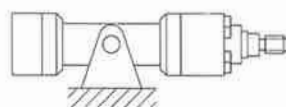
Pendelfeste eller sfærisk øye (på endestykket)



Gaffelfeste

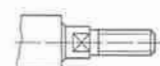


Midjefeste med svingtrapper

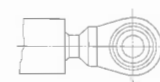


Montasje i stempelstanga

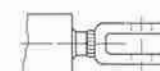
Gjenge med festemutter



Sfærisk lager



Gaffel



7 Slaglengde og demping

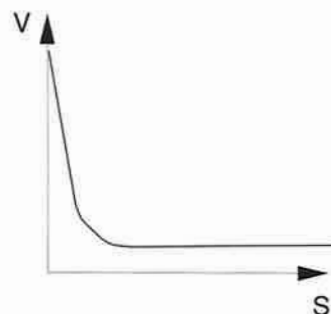
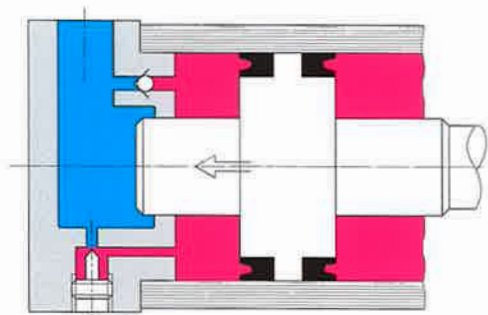
Når stemplet nærmer seg en av endestillingene, vil det oppstå store krefter på sylindrens endeflater. For å unngå uheldige virkninger av dette, kan stempelbevegelsen dempes ved endestillingene. Det skjer ved å stenge for sylindrens hovedutløpsport og lede den resterende delen av sylindroljen gjennom en annen åpning med mindre diameter. Dette vil skape større motstand i væskestrømningen og dermed redusere stemplets bevegelseshastighet. For at sylindren skal arbeide normalt ved oppstart, er det montert en tilbakeslagsventil i sylindrens for-

stykke. Denne ventilen sørger for ekstra væskestrøm til sylindren. Grunnen til at dette gjøres, er at stemplets areal reduseres noe av sylindrens dempefunksjon.

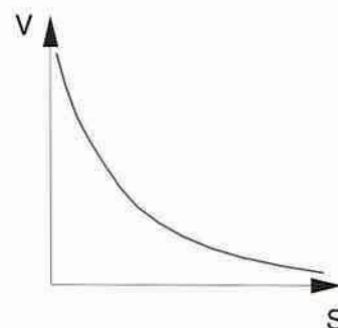
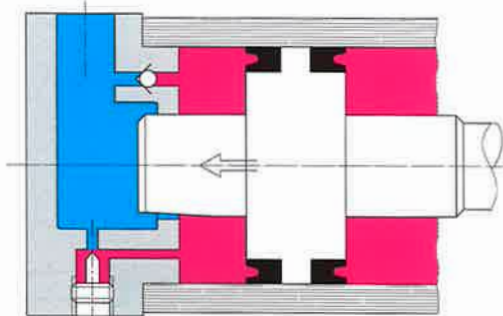
V = Hastighet

S = Dempingslengde

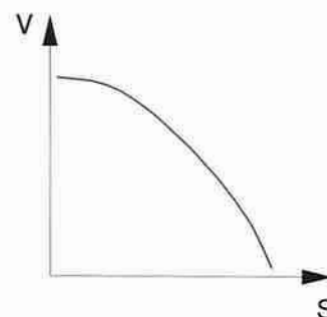
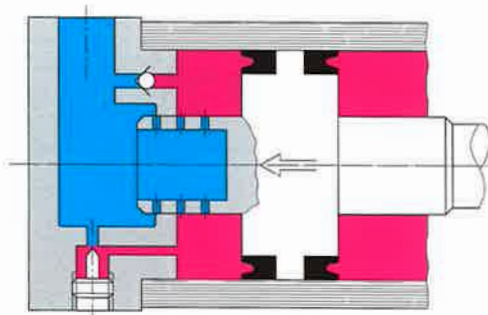
Konstant dempingsåpning



Progressivt minkende dempingsåpning

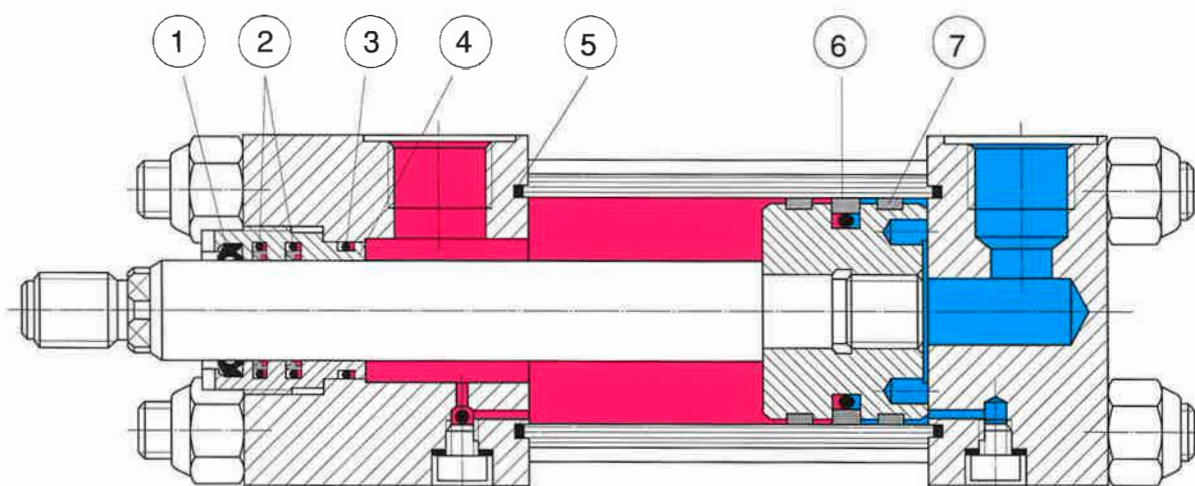


Demping med ekstra porter



8 Leveringsprogram

Type	C 80 H	C 160 CH	C 160 CH-BH	C 20 H	C 250 H
Standard	CNOMO	ISO 6020-2 DIN 24 554	ISO 6020-1 CETOP R 58	ISO 6020-1 VW 39 D 920	ISO 6022 DIN 24 333
Utløpstrykk (bar)	80	160	160	200	250
Stempeldiameter (mm)	32–160	25–200	32–160	32–160	50–320
Stempelstangdiameter (mm)	18–110	18–140	16–110	18–110	32–220
Bruksområde	Lett material- bearbeiding. Montasje. Automatisering. Håndterings- automater	Verktøysmaskiner. Innspennings- verktøy. Håndterings- automater	Gigger Generelt mekanisk utstyr Støping Tungindustri		Verktøysmaskiner Generelt meka- nisk utstyr Håndterings- automater

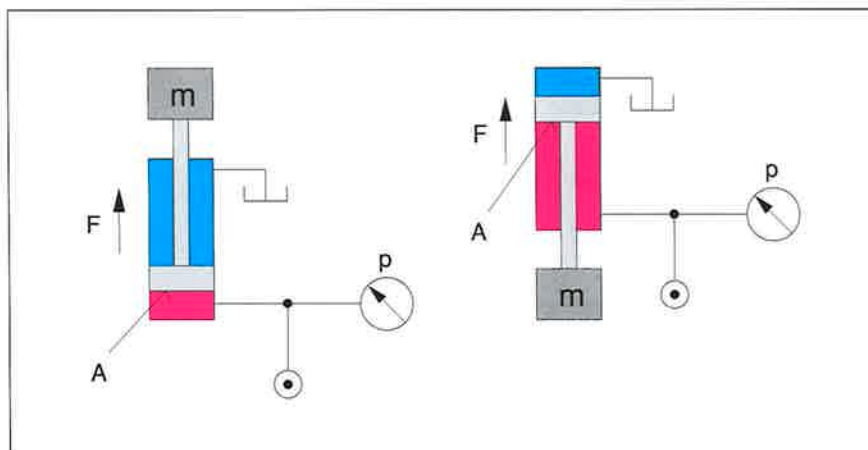
9 Sylinder C 80 H
med utskiftbare pakninger

10 Formler og diagrammer for beregning av sylindere

10.1 Trykk p, kraft F og areal A

Sammenhengen mellom disse tre størrelsene følger av Pascals lov.

$$p = \frac{F}{A}$$



Arealet beregnes på grunnlag av diameteren med formelen:

$$A = \frac{\pi}{4} \cdot d^2$$

Sylinderens friksjon bestemmes av hydraulisk og mekanisk virkningsgrad. Følgende grunnleggende formler benyttes:

$$p = \frac{F}{A \cdot \eta_{hm}} \cdot 10^4$$

$$A = \frac{d^2 \cdot \pi}{4} \cdot 10^{-2}$$

d = diameter [mm]
A = areal [cm²]
p = trykk [bar]
 η_{hm} = virkningsgrad [%]
F = kraft [kN]

Virkningsgraden η_{hm} avhenger av tetning, beskaffenheten av sylinderen og stempelstanga samt trykket i sylinderkamrene. Typiske verdier er:

p (bar)	20	120	160
η_{hm} (%)	85	90	95

Summen av samtlige krefter

Den kraften som produseres av sylinderen, må være større enn summen av alle opptredende krefter, dvs:

$$F > F_{gen} = F_G + F_a + F_R$$

F_{gen} = resulterende kraft som nå overvinnes
 F_G = tyngdekraften
 F_a = akselerasjonskraften
 F_R = friksjonskraften

Stemplets ringareal

Stemplets areal på stangsiden er redusert på grunn av stempelstanga.

$$A_R = A_K - A_S$$

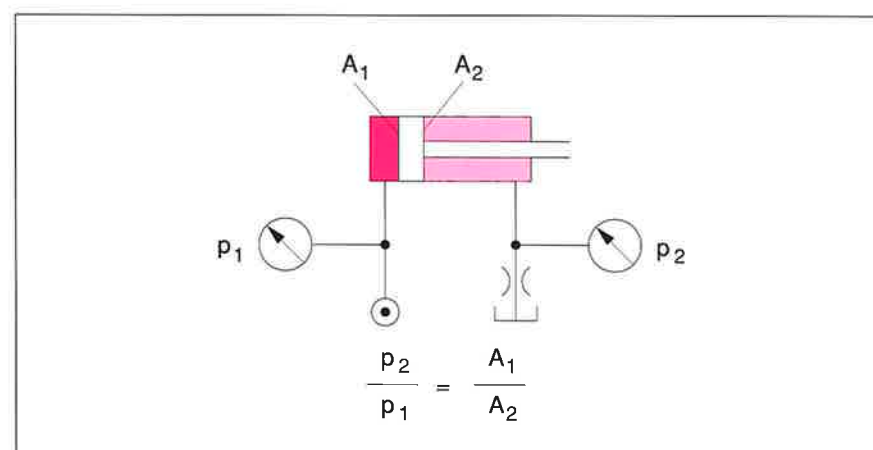
A_R = ringareal (stangsiden)
 A_K = areal av stempel
 A_S = areal av stempelstang

Merk:

Den ovennevnte formelen bør ikke brukes ukritisk som eneste kriterium for dimensjonering av stempelstanga.

Trykkforsterkning

Når sylindertoporten ved stemplets stangsiden er blokkert eller innsnevret, må det tas hensyn til dette ved beregning av trykkforsterkning.



10.2 Volumstrøm q_v , hastighet v , areal A

Sammenhengen mellom disse tre størrelsene er gitt av formelen:

$$q_v = A \cdot v$$

Følgende grunnleggende formeler brukes ved beregningen:

$$q_v = A \cdot v \cdot 10^{-1}$$

$$A = \frac{d^2 \cdot \pi}{4} \cdot 10^{-2}$$

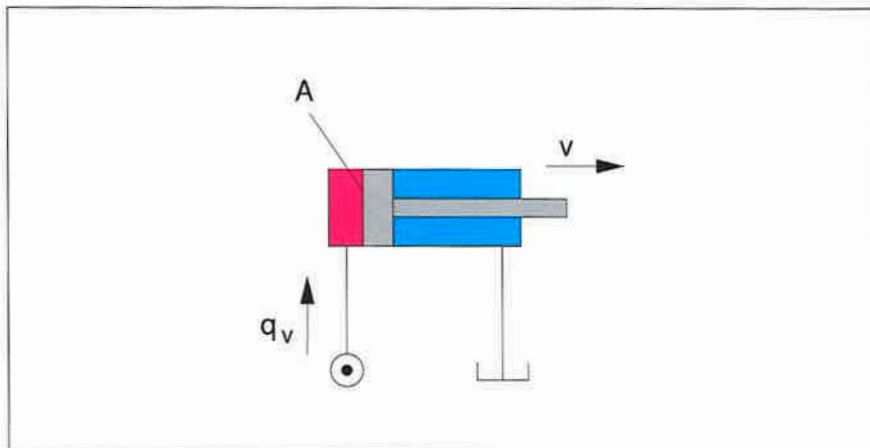
d = diameter [mm]

A = areal [cm²]

q_v = utgående volumstrøm [l/min]

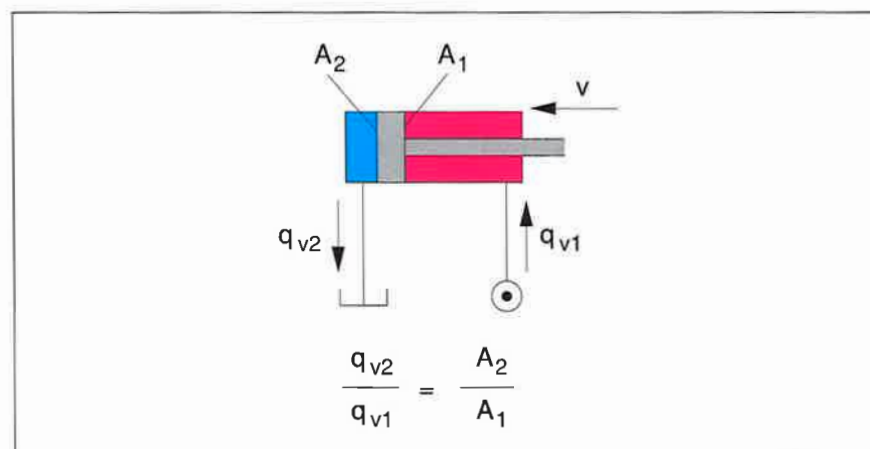
v = hastighet [m/min]

Vi kan se bort fra tap på grunn av lekkasje når det er god tetning. Da kan virkningsgraden for avgitt effekt settes lik 100 %.



Endring av volumstrøm

For sylindere med ensidig stempelstang må det tas hensyn til at det er ulike volumstrømmer til og fra sylindren, avhengig av bevegelsesretningen.



10.3 Knekkraft

Det må tas hensyn til grensen for knekkraft ved valg av innspenningsmetode for en gitt last. Tillatte verdier for slaglengden kan beregnes med Eulers formler.

Det finnes imidlertid diagrammer for å bestemme disse verdiene.

Slike diagrammer er utarbeidet spesielt for dette formålet og blir brukt i praktisk arbeid.

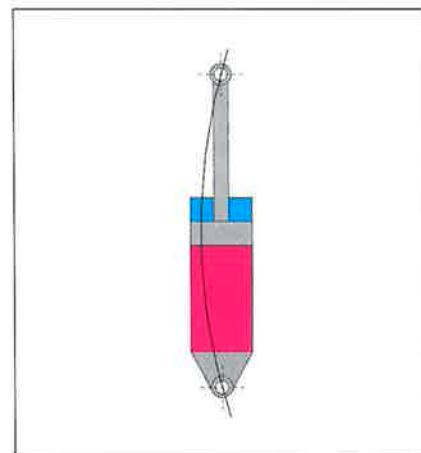
Diagram for slaglengde

Eksempel med Bosch C 80 H: Ved å gå ut fra kraften F kan vi bestemme en tillatt slaglengde med diagrammet.

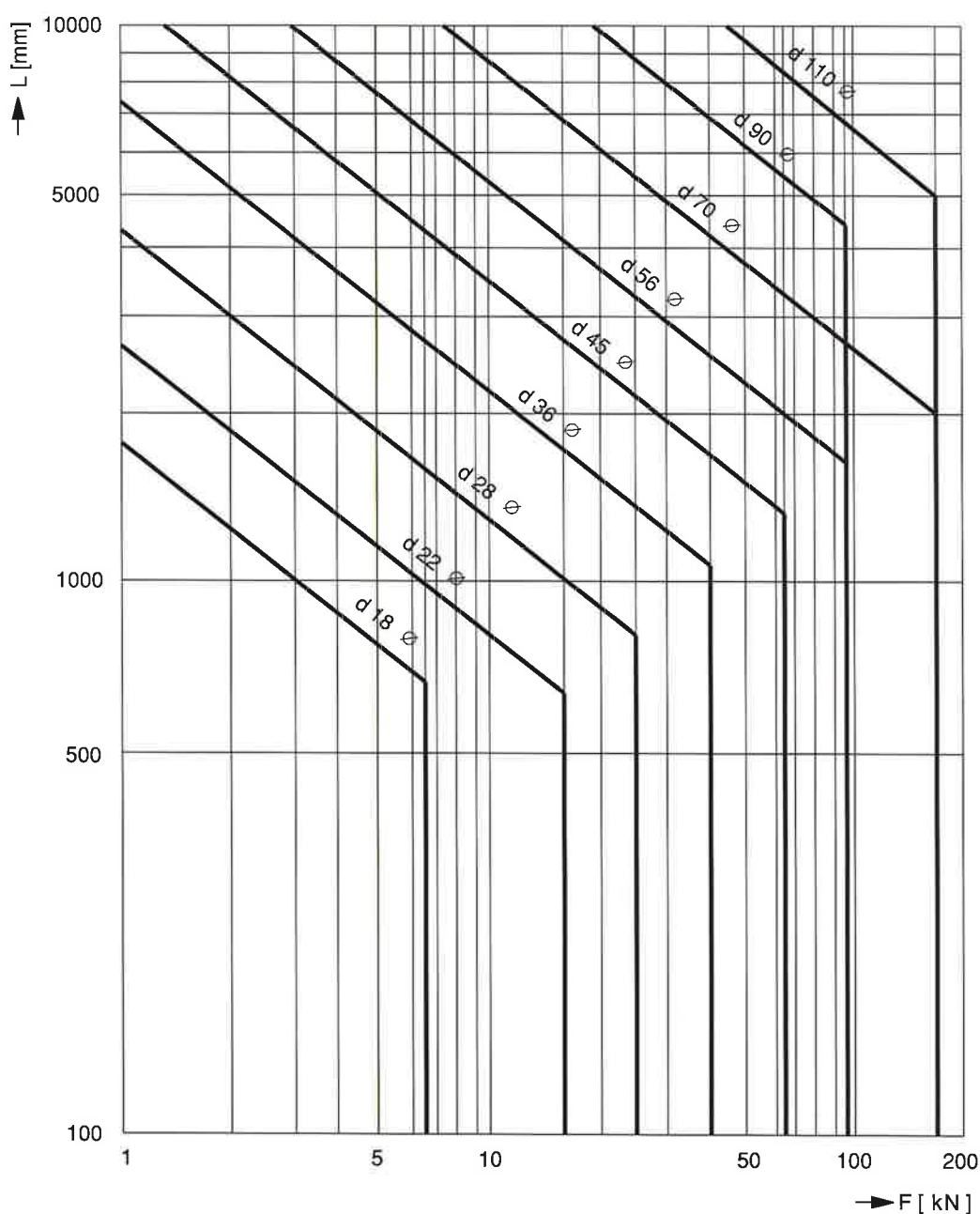
Verdien må korrigeres med en faktor K som avhenger av sylinders innfesting (se neste side).

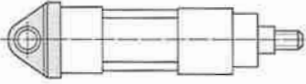
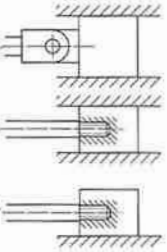
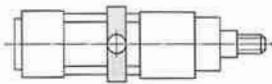
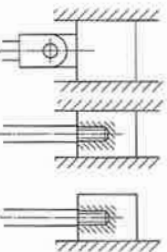
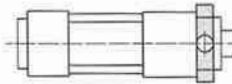
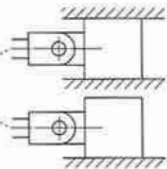
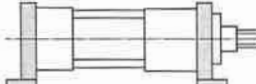
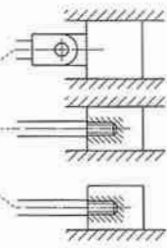
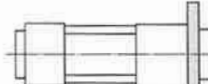
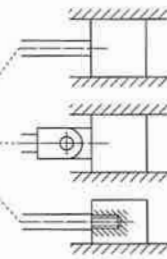
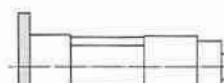
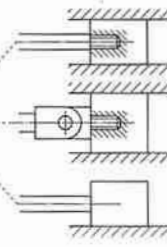
Anbefalt formel for bestemmelse av en pålitelig maksimal slaglengde er:

$$H = \frac{L}{K}$$



Knekkraft for Bosch C 80 H sylinder
 d = stempelstangas diameter

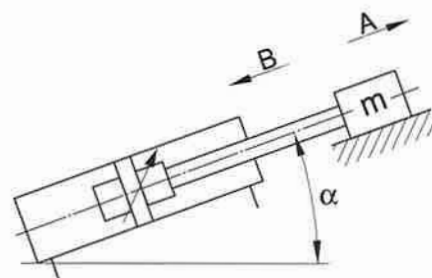
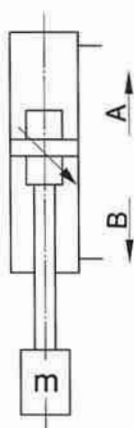
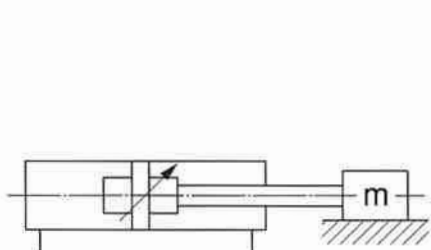


Innfesting	Lasttilkopling	Korreksjonsfaktor K
		2
		1,5
		4
		1,5
		1
		3
		1
		2
		0,7
		0,5
		2
		0,5
		0,7
		2
		1
		1,5
		4

10.4 Damping

Det må fastsettes en grense for dempingsforholdet. Denne grensen må ikke overskrides når sylinderebevegelsen stoppes og en viss masse blir retardert. Energien i den bevegelige massen må beregnes og sammenliknes med den tillatte grenseverdien. Formlene nedenfor brukes for ulike forhold:

Grenseverdiene for ulike sylindertyper er avhengige av sylindrens konstruksjon og kan vanligvis leses fra diagrammer. (Se eksemplet på neste side for type C 80 H).



$$E = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

$$\begin{matrix} \uparrow A \\ \downarrow B \end{matrix} \quad E = \frac{1}{2} m \cdot v^2 - m \cdot g \cdot l_a$$

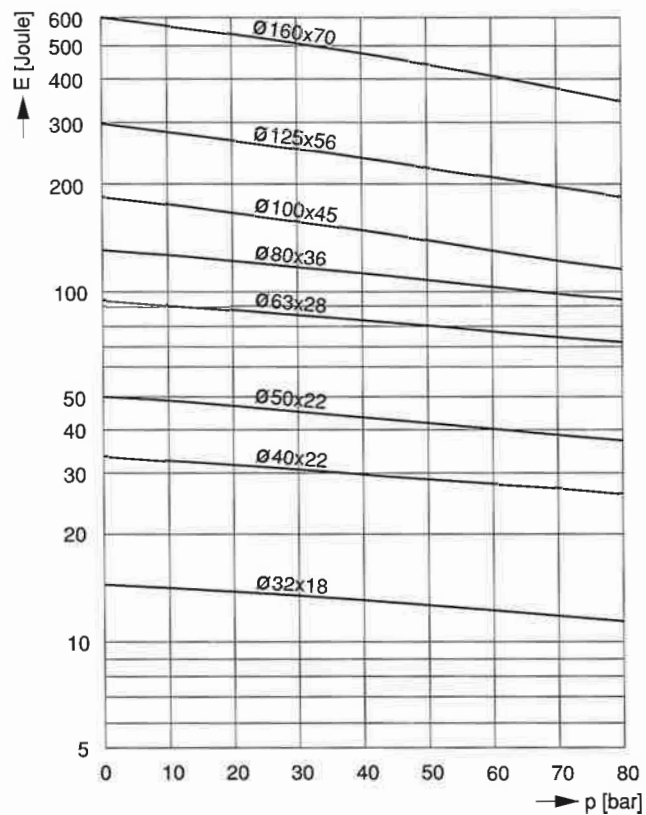
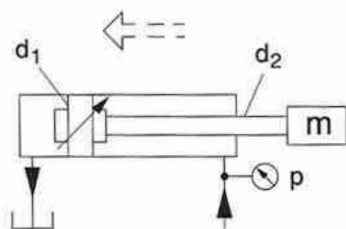
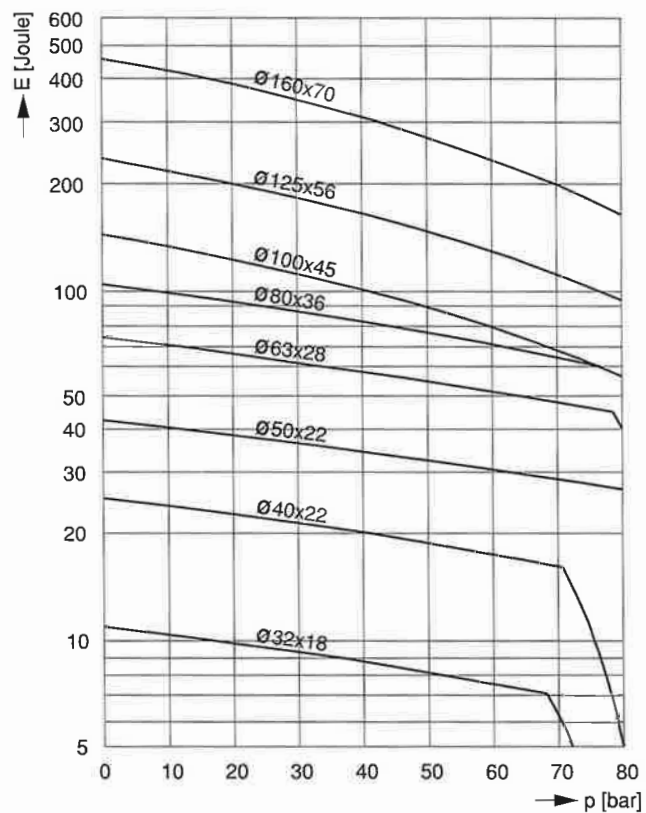
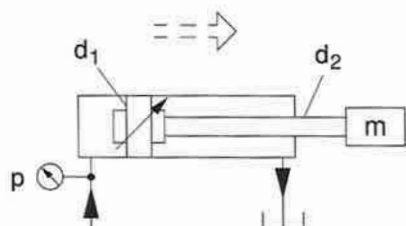
$$\begin{matrix} \uparrow A \\ \downarrow B \end{matrix} \quad E = \frac{1}{2} m \cdot v^2 + m \cdot g \cdot l_a$$

$$\begin{matrix} \nearrow A \\ \searrow B \end{matrix} \quad E = \frac{1}{2} m v^2 - m \cdot g \cdot l_a \cdot \sin \alpha$$

$$\begin{matrix} \nearrow A \\ \searrow B \end{matrix} \quad E = \frac{1}{2} m v^2 + m \cdot g \cdot l_a \cdot \sin \alpha$$

E [N · m] = [Joule]
 m [kg]
 v [m/s]
 g 9,81 [m/s²]
 l_a [m] dempelengde

**Tillatte grenseverdier for damping
av energi i Bosch sylinder C 80 H**



Pumper og hydrauliske motorer

1 Funksjon

I likhet med sylindere hører pumper og motorer til de komponentene hvor mekanisk energi omformes til hydraulisk energi (og omvendt).

1.1 Pumper

Vanligvis drar pumpe oljen inn fra en tank (innløps- eller sugeside) og driver den til pumpas utløp (trykkside). Herfra passerer oljen vanligvis fordelingsenheten (retningsventil). Derfra går den enten tilbake til tanken eller sendes til arbeidsutrustningen. På grunn av den motstanden som kommer fra arbeidsutrustningen (f.eks. et stempel i en hydraulisk sylinder når lasten heves), vil det bygge seg opp et trykk i oljen. Dette trykket stiger inntil det når et nivå der det overvinner motstanden. Det vil med andre ord si at væskestrykket i systemet ikke skapes av pumpe til å begynne med, men at det må bygges opp i forhold til motstanden mot væskestrømmen i systemet.

Begrepet "ekstern motstand" omfatter den motstanden som skal overvinnes (last og mekanisk friksjon) og væskefriksjon i ledningene, armaturer og ventiler.

1.2 Hydrauliske motorer

I hydrauliske motorer blir den hydrauliske energien som pumpe produserer, omformet til mekanisk energi i form av roterende bevegelse. Turtallet til hydrauliske motorer med konstant fortregning er avhengig av volumstrømmen. Det dreiemomentet den leverer, er derimot avhengig av arbeidstrykket.

Mange pumper, for eksempel tannhjulspumper eller aksialstempelpumper, kan også arbeide som hydrauliske motorer uten noen endring i oppbyggingen. For å gi den bedre virkningsgrad er det imidlertid vanlig å gjøre endringer i konstruksjonen.

På den annen side kan visse pumper, for eksempel radialstempelpumper, ikke brukes som hydrauliske motorer.

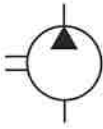
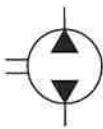
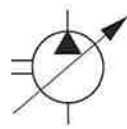
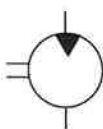
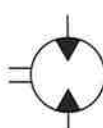
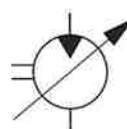
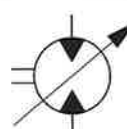
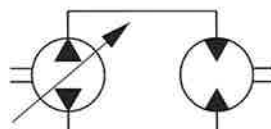
Visse utførelser av hydrauliske motorer, for eksempel Gerotormotoren, blir vanligvis bare brukt som motor.

Klassifisering:

- Hydrauliske motorer med en eller to omdreiningstreninger (reversible motorer).
- Hydrauliske motorer med fast eller variabel fortregning, som kan øke turtallet uten bruk av girboks.
- Hurtige motorer for turtall opp til 1000 - 4000 rpm.
- Langsomme motorer med hydraulisk justerbar senking av turtallet ved økt dreiemoment. Grenseverdier i området 50 - 500 rpm. Slike motorer kan også arbeide uten ytre girboks.
- Hydrostatisk drev, en kombinasjon av pumper og hydrauliske motorer som arbeider i det reversible området av fire ulike driftstilstander.

2 Grafiske symboler

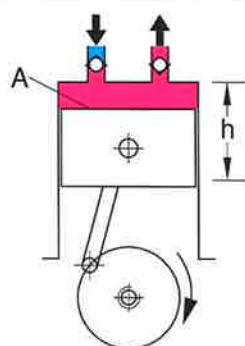
Hydrauliske pumper og motorer blir i koplingsskjemaer vist som en sirkel med antydning inngangsaksel og utgangsaksel. En trekant inne i sirkelen viser væskens flytretning. En pil på skrå over sirkelen angir at fortregningen er regulerbar.

Navn		Symbol
Hydraulisk pumpe med fast fortregning	med én flytretning	
	med to flytretninger	
Hydraulisk pumpe med regulerbar fortregning	med én flytretning	
	med to flytretninger	
Hydraulisk motor med fastfortregning	med én flytretning	
	med to flytretninger	
Hydraulisk motor med regulerbar fortregning	med én flytretning	
	med to flytretninger	
Hydrostatisk drev	reversible	

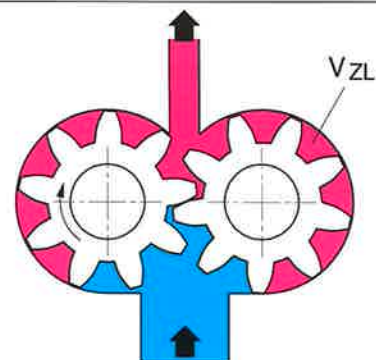
3 Karakteristiske egenskaper

3.1 Fortrengning

Dette er pumpas viktigste størrelse. Den angir hvor stort volum som fortregnes per omdreining (i cm^3/omdr). Hvis vi sammenlikner med stempelmaskiner, svarer fortreningsvolumet til slagvolumet. For pumper og motorer med variabel fortregning vil størrelsen av det fortrente volumet også variere.



$$V = A \cdot h$$



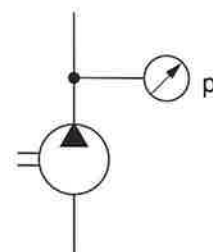
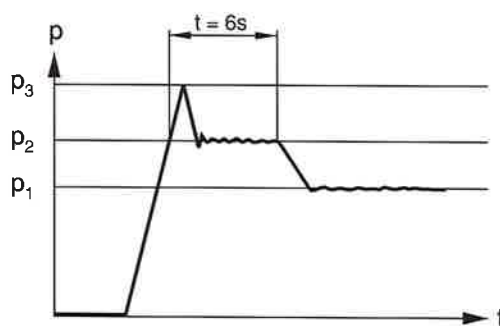
$$V \approx V_{ZL} \cdot Z \cdot 2$$

3.2 Arbeidstrykk

Det må skilles mellom:

- Konstant trykk p_1
- Maksimaltrykk p_2
- Spisstrykk p_3

Det anbefales å holde arbeidstrykket i nærheten av grensen p_2 under drift. Drift med trykk i nærheten av p_3 må være kortvarig. En typisk verdi kan være lik responstiden for en hydraulisk sikkerhetsventil.



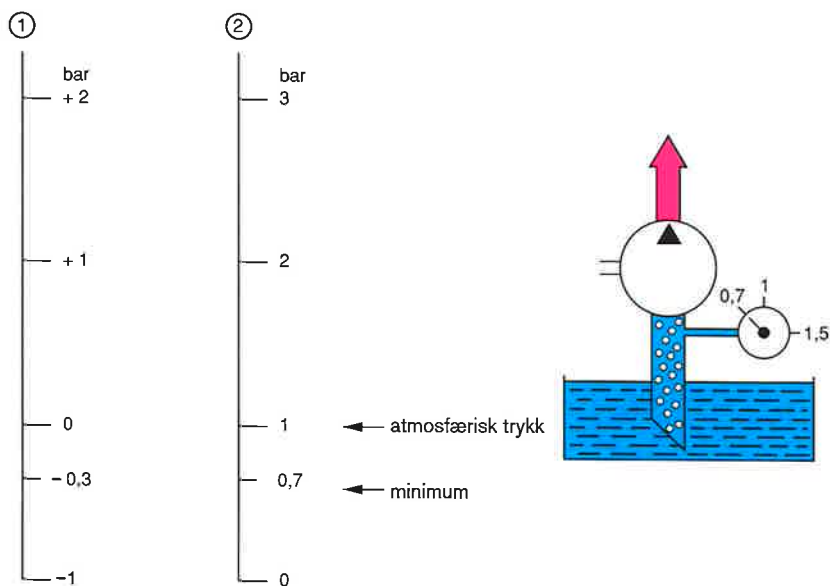
3.3 Vakuum i sugeledningen

Når pumpa plasseres over tankens oljenivå, vil det dannes et vakuum på pumpas sugeside. Størrelsen av dette vakuomet avhenger av sugehøyde og oljens spesifikke vekt. Det er også andre årsaker til at det dannes vakuum, for eksempel tap i sugeledningen (rørledninger, armaturer, bøyninger, sugefilter osv). Vakuum måles i **relative** ① eller **absolutte** ② verdier. Den laveste verdien som kan anbefales, avhengig av pumpas konstruksjon, er ca. 0,8–0,7 bar absolutt trykk.

3.4 Kavitasjon

Når trykket i sugeledningen faller under den tillatte grense, oppstår det et fenomen som kalles kavitasjon. Dette skaper økt støy under drift og kan skade pumpa.

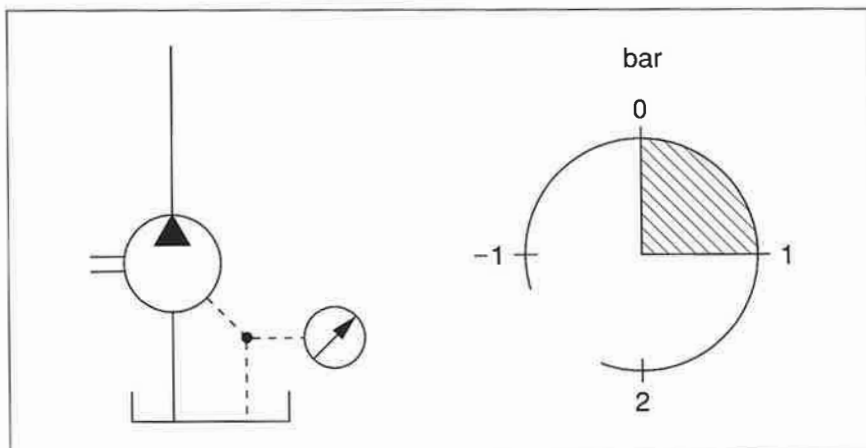
Kavitasjon skyldes luft som er oppløst i oljen. Ved undertrykk blir denne luften frigjort som bobler. Når luften passerer pumpa, blir boblene igjen oppløst i oljen, enten på trykksiden eller ved høye temperaturer.



3.5 Trykk i pumpe-/motorhuset

Pumper og motorer er utstyrt med en ekstra port for å trykkavlaste akselpakningen og drenere interne lekkasjer til oljetanken.

Det maksimale innløpsstrykket er ca. 2 bar absolutt og 1 bar manometertrykk.



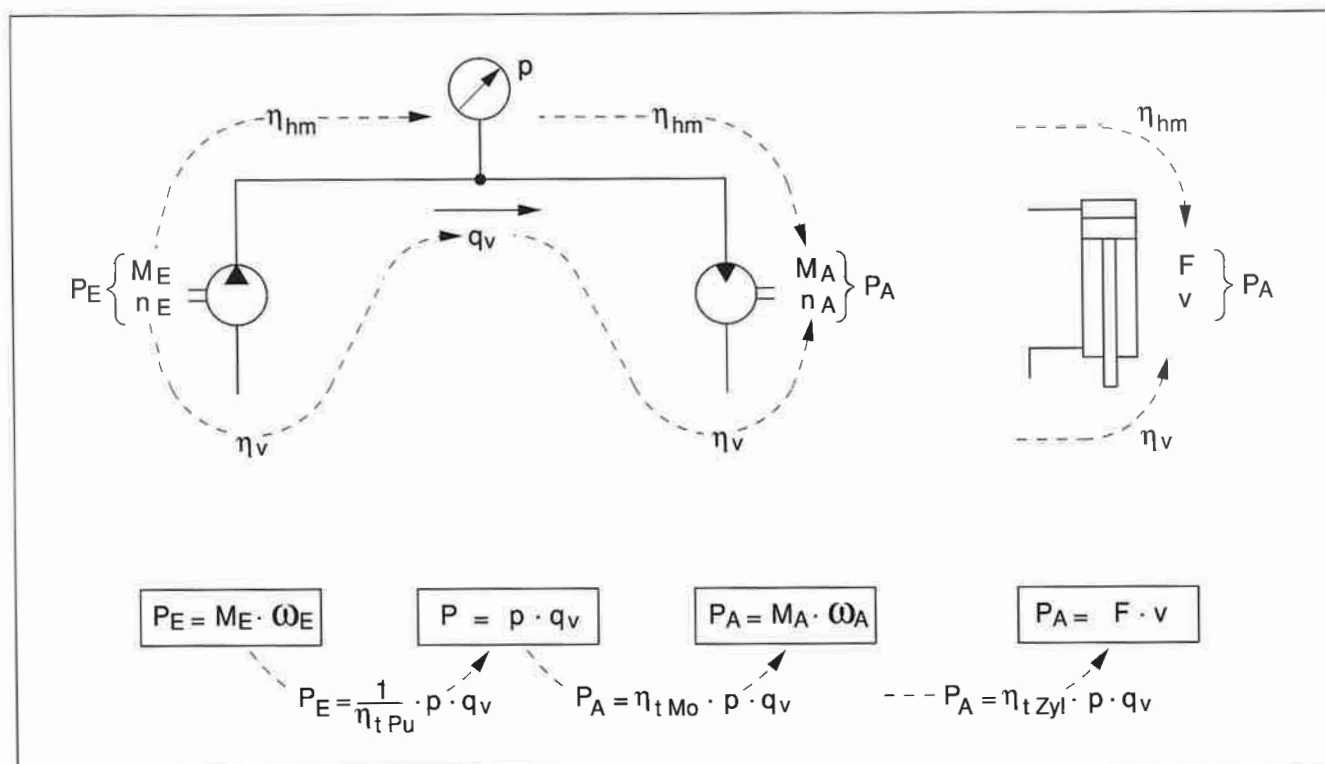
3.6 Virkningsgrad

Den energiomsetningen som skjer i pumper, hydrauliske motorer og sylindere, resulterer i visse energitap. Disse tapene må tas med i betraktning når virkningsgraden beregnes.

Total virkningsgrad er sterkt avhengig av konstruksjonen, nøyaktighet ved fabrikasjon, maskinens alder og en del andre driftsparametere. Den kan forbedres ved riktig valg av driftsparametere. Ved praktiske beregninger av hydraulisk utstyr må disse parameterne tas i betraktning.

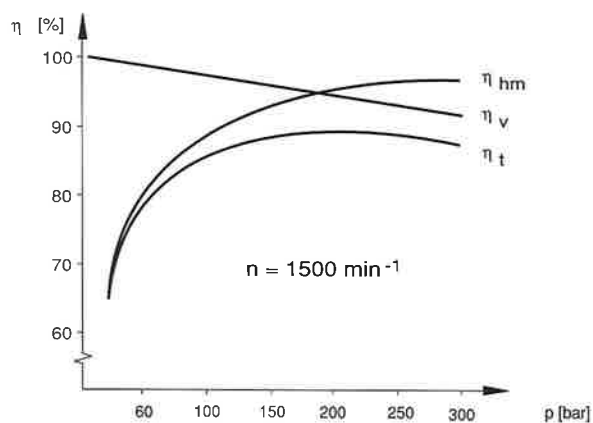
Det er vanlig å regne med tre typer av virkningsgrader. Disse blir beskrevet i nedenstående tabell.

	Kriterier	Tas i betraktning ved beregning av...
Volumetrisk virkningsgrad η_v	... intern og ekstern lekkasje i pumper og motorer	... turtall (hhv. hastighet v) som funksjon av strømningskapasitet og omvendt
Hydraulisk mekanisk virkningsgrad η_{hm}	... tap fra friksjon i pumpe, motor og sylinder	... dreiemoment M (hhv. kraft F) som funksjon av trykk p og omvendt
Total virkningsgrad $\eta_t = \eta_t \cdot \eta_{hm}$	... samlet tap ved effektoverføring i pumper, motorer og sylindere	... forholdet mellom mekanisk og hydraulisk effekt og omvendt

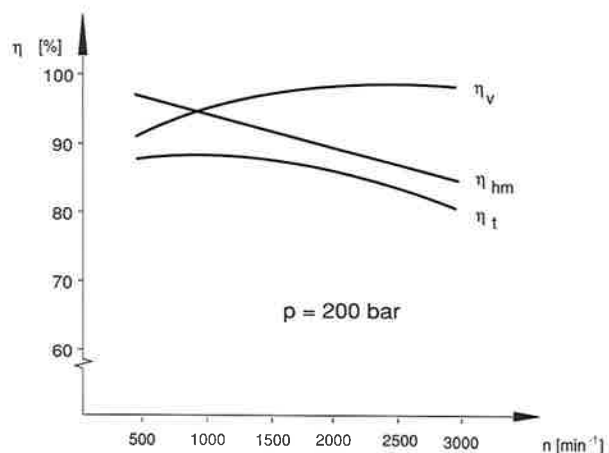


Normalt blir virkningsgraden oppgitt i form av diagrammer. Det benyttes flere typer av diagrammer for dette. Disse beskriver forholdet mellom de ulike driftsparameterne som følger:

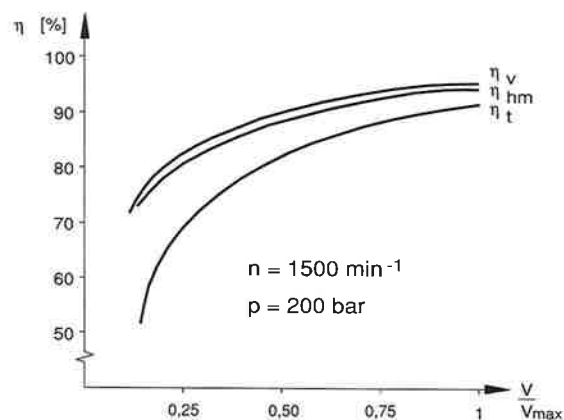
- Virkningsgrad som funksjon av arbeidstrykk p ved konstant turtall n



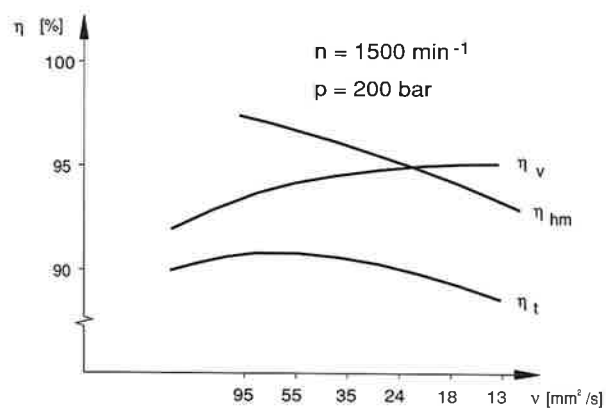
- Virkningsgrad som funksjon av turtall n ved konstant trykk



- For regulerbare pumper i form av virkningsgrad som funksjon av levert volum ved konstant trykk og konstant turtall



- Virkningsgrad som funksjon av viskositet ved konstant trykk og konstant turtall



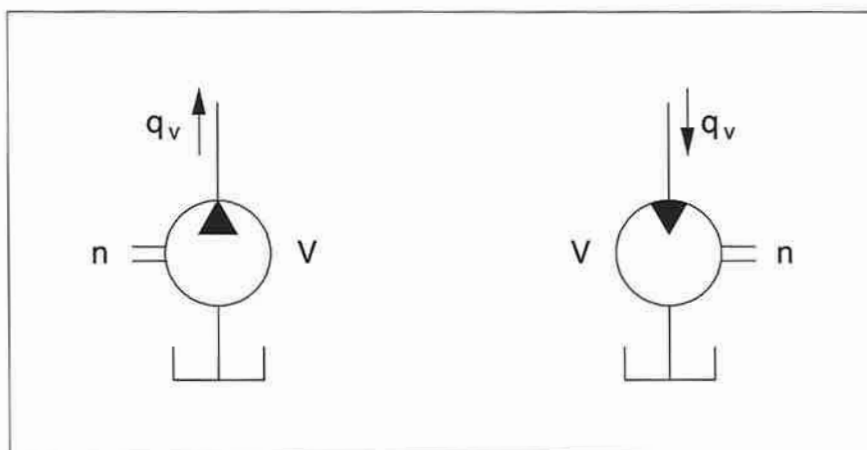
4 Formler for beregning av hydrauliske pumper og motorer

4.1 Effektiv volumstrøm q_v Turtall n Fortregning V

Formelen som angir forholdet mellom de gitte størrelsene, ser slik ut (se også avsnittet om beregning av sylindere):

$$q_v = n \cdot V$$

Effekttap beregnes på grunnlag av virkningsgrad. Det tas hensyn til denne ved beregning av henholdsvis pumper og motorer. Beregning baseres på følgende likninger:



Pumpe-volumstrøm:

$$q_v = n \cdot V \cdot \eta_v \cdot 10^{-5}$$

Hydraulisk motor-volumstrøm på innløpssiden:

$$q_v = \frac{n \cdot V}{\eta_v} \cdot 10^{-1}$$

Utløpsvolumstrøm	q_v [l/min]
Turtall	n [U/min]
Fortregning	V [cm ³ /U]
Virkningsgrad	η_v [%]

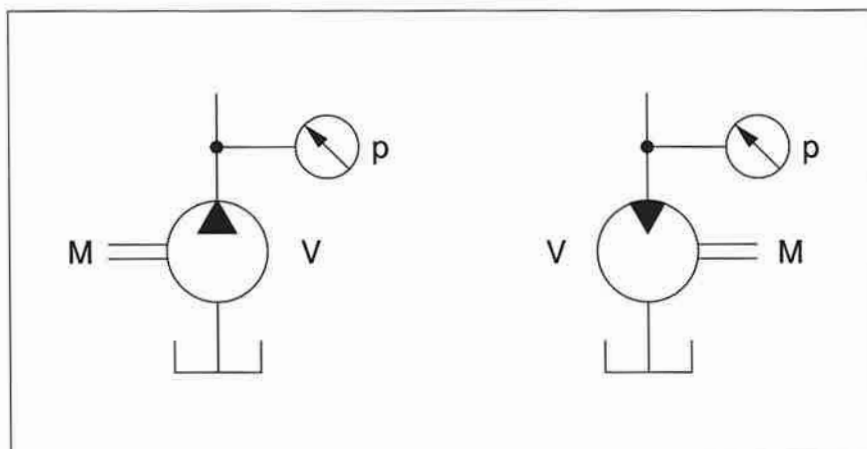
4.2. Trykk p Dreiemoment M Fortregning V

Forholdet mellom disse størrelsene er gitt av **Pascals lov**, som er angitt nedenfor (se også avsnittet om beregning av sylindre):

$$p = \frac{M}{V}$$

Friksjonstap beregnes på grunnlag av den hydromekaniske virkningsgraden η_{hm} . Det tas hensyn til denne ved beregning av både pumper og hydrauliske motorer.

Følgende formler gjelder for de nevnte formålene:



Pumpe-trykk på utløpssiden:

$$p = \frac{M \cdot \eta_{hm}}{V \cdot 1.59}$$

Hydraulisk motor-trykk på innløpssiden:

$$p = \frac{M \cdot 10^4}{V \cdot \eta_{hm} \cdot 1.59}$$

Trykk	p [bar]
Dreiemoment	M [Nm]
Fortregning	V [cm ³ /U]
Virkningsgrad	η_{hm} [%]

4.3 Effekt P

Trykk p

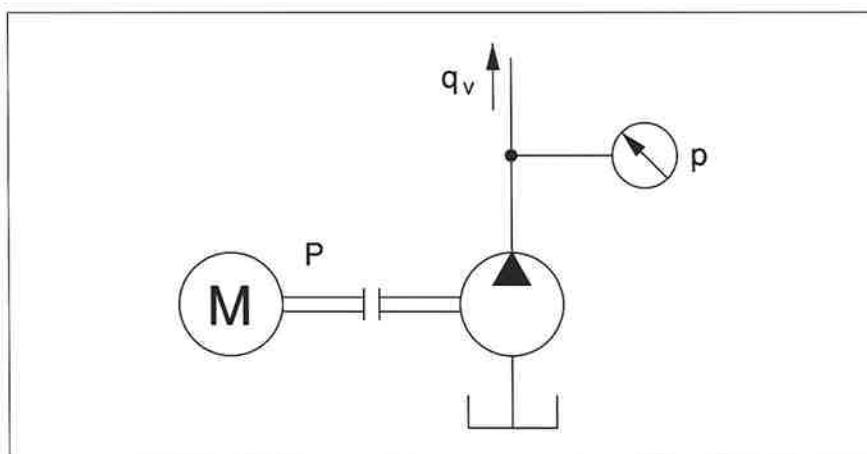
Volumstrøm på utløpssiden q_v

Sammenhengen mellom disse tre størrelsene er gitt av likningen:

$$P = p \cdot q_v$$

Lekkasje og friksjonstap, som begge beregnes på grunnlag av virkningsgraden η_t , må også tas i betraktning.

Følgende forenklede formler brukes for beregningene:



Tilført effekt til pumper

$$P = \frac{p \cdot q_v}{6 \cdot \eta_t}$$

Effekt	P [kW]
Trykk	p [bar]
Volumstrøm på trykksiden	q_v [l/min]
Virkningsgrad	η_t [%]

Tilført effekt for hydrauliske motorer

$$P = \frac{p \cdot q_v \cdot \eta_t}{6} \cdot 10^{-4}$$

Typer av effekt

Elektrisk effekt

$$P = U \cdot I$$

P = effekt	[W]
U = spenning	[V]
I = strøm	[A]
[V · A] = [W]	

Mekanisk effekt

$$P = F \cdot v$$

P = trykk	[W]
F = kraft	[N]
v = hastighet	[m/s]

$$\left[\frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{s}} \right] = [\text{W}]$$

$$P = M \cdot \omega$$

M = dreiemoment	[N · m]
ω = vinkelhastighet	[s ⁻¹]

$$\left[\frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{s}} \right] = [\text{W}]$$

Hydraulisk effekt

$$P = p \cdot q_v$$

P = effekt	[W]
p = trykk	$\left[\frac{\text{N}}{\text{m}^2} \right] = [\text{Pa}]$
q_v = volumstrøm på utløpssiden	$\left[\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right]$

$$\left[\frac{\text{N} \cdot \text{m}^3}{\text{m}^2 \cdot \text{s}} \right] = [\text{W}]$$

5 Pumpeutførelser

Ingen annen gruppe av hydrauliske komponenter har et så stort et utvalg av ulike konstruksjoner som pumper. Hver konstruksjon har sine fordeler og må velges ut fra de systemkrav som stilles.

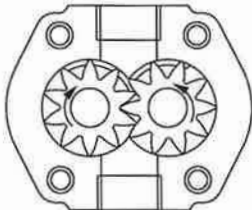
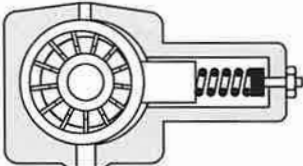
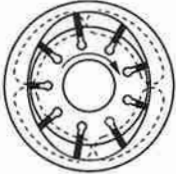
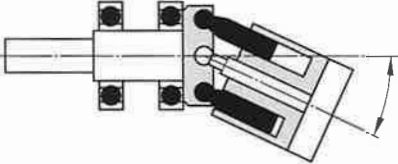
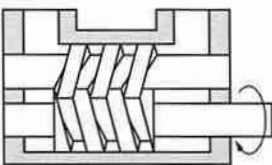
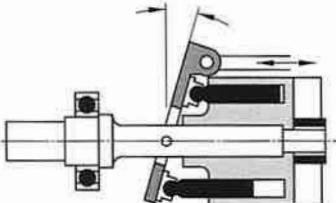
Følgende beslutningskriterier kan nevnes når det gjelder valg av faste eller regulerbare pumper:

- Pris
- Trykk
- Støy
- Slitestyrke
- Støvtetthet
- Virkningsgrad
- Følsomhet for kavitasjon / sugeevne
- Egnethet for en gitt oljetype
- Reguleringsmulighetene for regulerbare pumper
- Turtallsområde

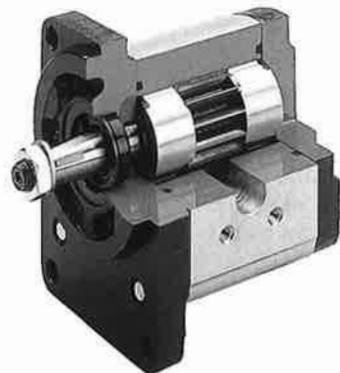
De første tre kriteriene blir i nedenstående oversikt klassifisert slik:

- 1 Lav
2 Middels
3 Høy

Praktisk talt alle pumpekonstruksjoner som benyttes i hydraulikken, er basert på fortreningsprinsippet. Dette står i kontrast til hydrodynamiske maskiner, for eksempel sentrifugalpumper og turbiner.

Pumper med fast fortregning			Pumpe med variabel fortregning					
Pris	Trykk	Støy	Pris	Trykk	Støy	Pris	Trykk	Støy
1	2	3	1	1	1	2	3	2
Pumpe med utvendig fortanning 			Vingepumpe 			Radialstempelpumpe 		
2	2	1	2	1	1		3	
Pumpe med innvendig fortanning 			Vingepumpe 			Aksialstempelpumpe (med skråblokk, Thoma) 		
2		1	3	2	1	3	3	3
Gerotor 			Skruppumpe 			Aksialstempelpumpe (med skråplate) 		

Tannhjulspumper og motorer



1 Utførelse

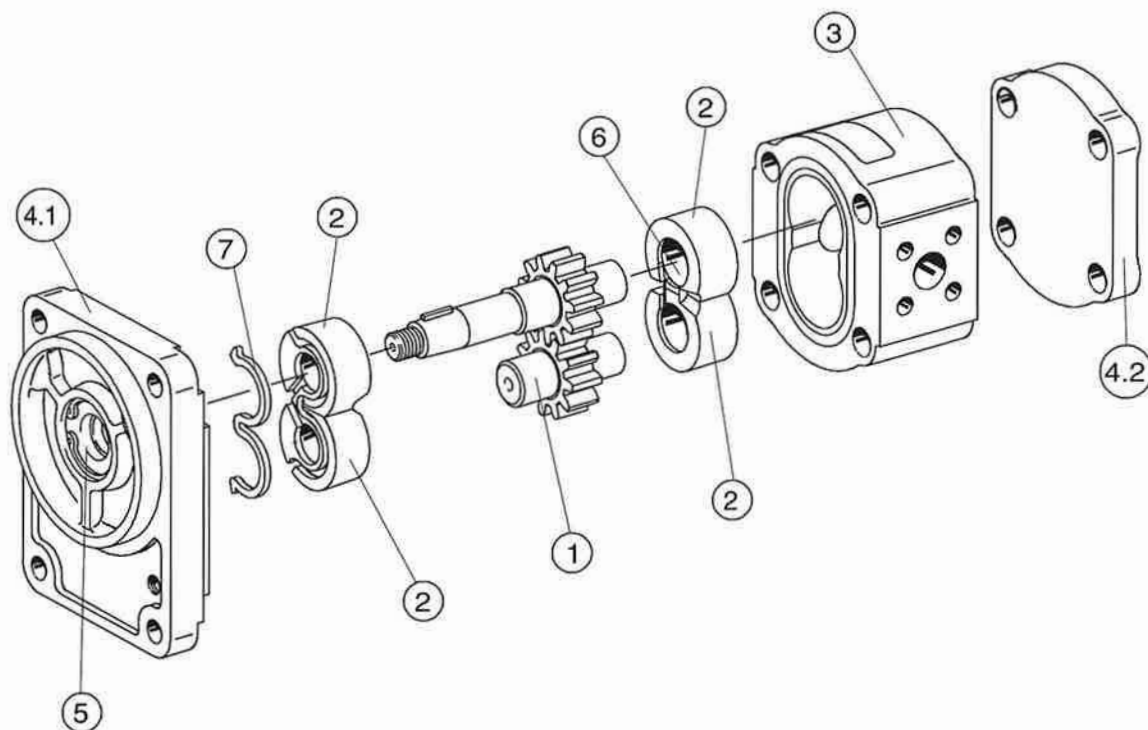
Tannhjulspumper består stort sett av to tannhjul som er i inngrep ① og befinner seg i fire lagerskåler ② med aksielle pakninger ⑦ og hus ③ med front- og endedeksel ④.1 og ④.2. Akselen er montert i et lager som sitter i frontdekslet og er tettet med en pakningsring ⑤. Lagerkreftene tas opp av såkalte DU-Teflon føringer ⑥.

De er beregnet for høye lagerkrefter og er av ekstremt god kvalitet ved lave turtall.

Materialet i pumpehuset består av valset aluminium med stor slitestyrke. Dette materialet sikrer stor slitestyrke og lang levetid som for eksempel i presstøpt aluminium.

De to dekslene er laget av grått støpejern.

Tannhjulene har 12 tenner, noe som reduserer variasjoner i utløpsstrømmen og støynivået.



2 Virkemåte (pumpe)

Oljen er stengt inne i mellomrommene mellom tennene og ledes langs innsiden av pumpehuset fra porten på sugesiden til porten på trykksiden.

Det vakuum som er nødvendig for å suge olje inn i sugekammeret, skapes når et tannhjul og det tilsvarende hulrommet går ut av inngrep. Da vil volumet på sugesiden øke slik at det dannes vakuum.

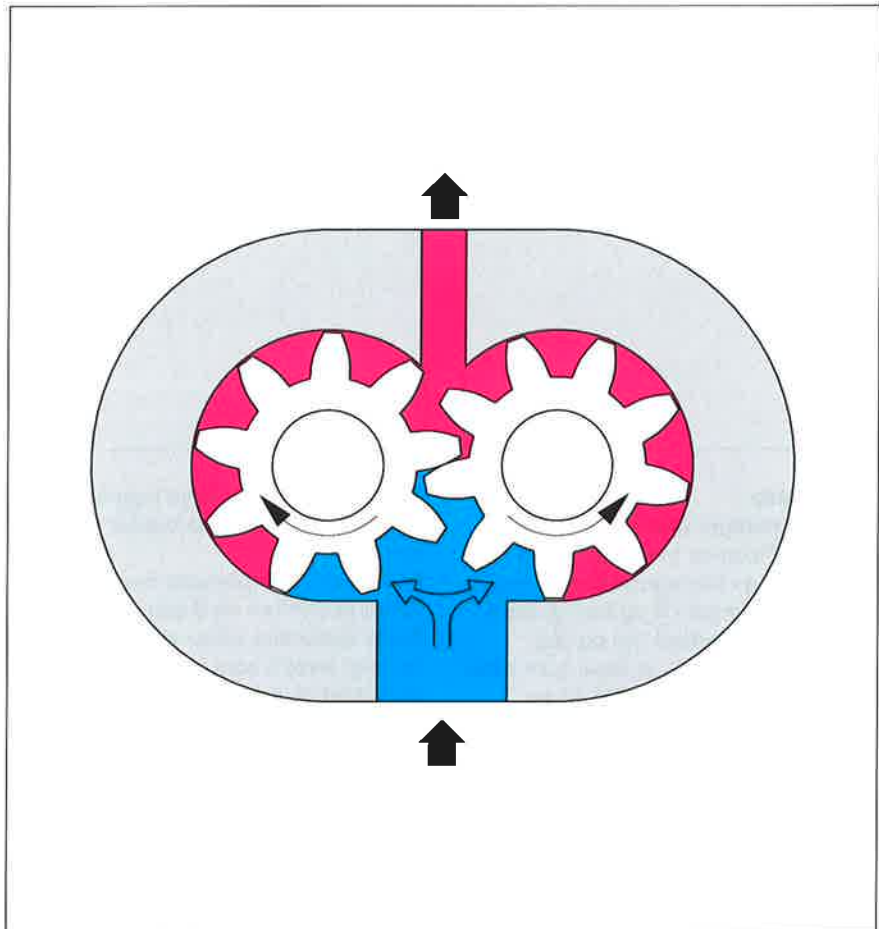
På trykksiden vil tannen igjen gå i inngrep med det tilsvarende hulrommet slik at væsken trykkes ut mot utløpsporten. Strømningen blir følgelig ujevn. Fortrengningsvolumet per omdreining er stort sett lik summen av tannlukenes volumer på begge tannhjul. En forholdsvis korrekt formel for beregning av fortrengningen ser slik ut:

$$V = b \cdot \pi \cdot a \cdot (d_k - a)$$

b = tannhjulenes bredde

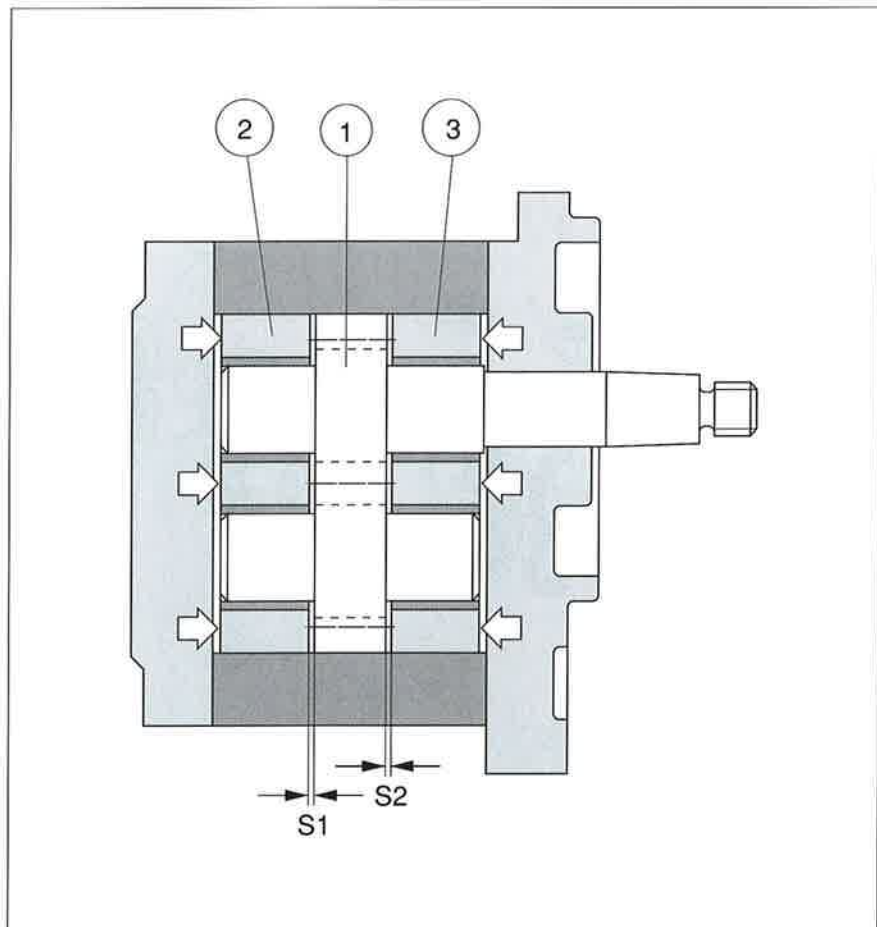
d_k = delesirkelens diameter

a = avstanden mellom tannhjulenes sentre



3 Aksiell tetning

Tetning av de aksielle gapene S1 og S2 mellom tannhjulene ① og lagerskålene ② og ③ avhenger av trykket, fordi lagerskålens yttersider utsettes for arbeidstrykket slik at det dannes trykkrefter. Dette trykket påvirker lagerskålene innenfor et begrenset område som bestemmes av en spesielt utformet pakningsring (se posisjon 7 på side 33). Derfor vil trykkreftene bare virke på områder med høyt trykk i tennenes mellomrom. Pakningsringen og støttingen er festet i spor i lagerskålene.



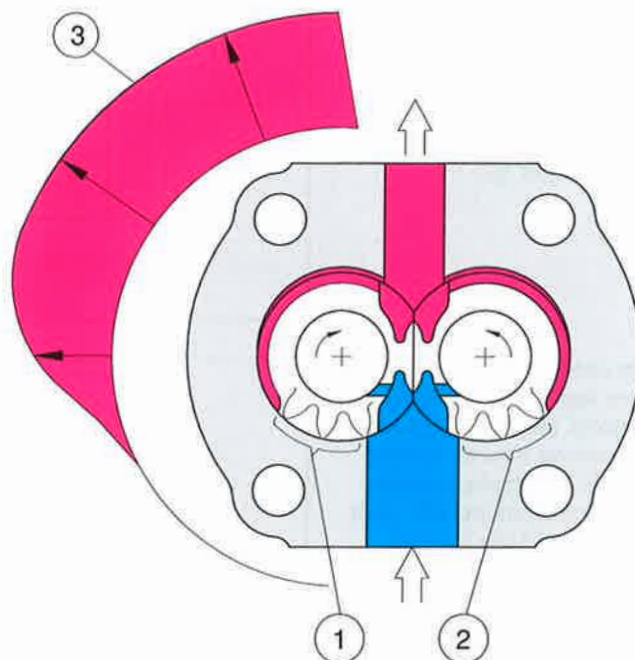
4 Radiell tetning

Tetningen langs tannhjulenes delesirkler avhenger av trykket. Det høye trykket påvirker tannhjulene langs deres delesirkel og i retning utøver krefter på dem sammen med lagerhylsene.

Kreftene virker nedover og i retning mot sugesiden. Resultatet blir at tannhjulspumpenes sugeside praktisk talt er i kontakt med husets innside og danner en tetningssone ① og ② i dette området. Under innkjøringsprosessen etter produksjonen dannes det en svært smal åpning mellom tanntoppene og innsiden av huset. Dette utgjør en tetning som også er trykkavhengig. Kurven ③ viser hvordan trykket bygges opp ved sirklenes omkrets.

Pass på når rotasjonsretningen snus

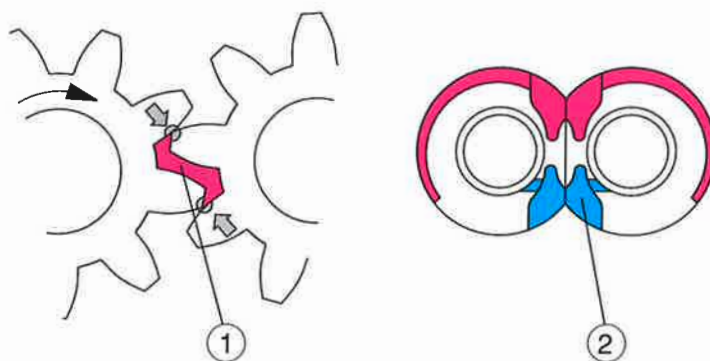
Hvis de to tannhjulene byttes og ende-dekslet snus 180°C, kan pumpa kjøres i motsatt retning. Sugeseide og trykkside er de samme som før. Dette kan bare utføres på nye pumper og krever spesielt montasjeverktøy.



5 Tetning ved tannhjulene Avledning av høytrykksolje

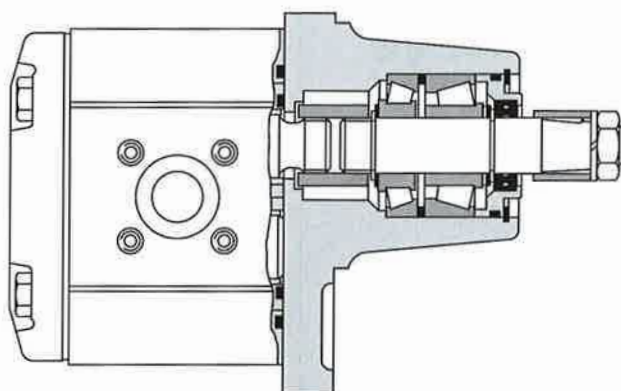
Når tennene på tannhjulene kommer i inngrep, blir oljen stengt inne mellom tennene som er i kontakt med hverandre.

Under tannhjulenes videre rotasjon vil dette innestengte volumet ① innsnevres og komprimere den oljen som befinner seg i hulrommet. For å unngå at det dannes trykktopp og derav følgende støy og skader, blir lagerhylsene utstyrt med utsparinger ② som dekomprimerer denne høytrykksoljen og leder den til henholdsvis trykkammere og sugekammeret.



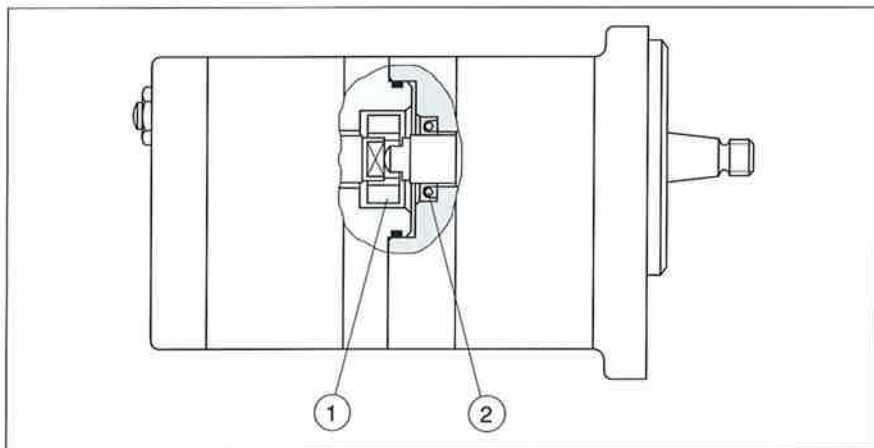
6 Frontlager

For å ta opp de store radielle krefter som oppstår når det brukes kilereimer for drivanordninger, leveres det spesielle frontlagre for montasje på pumpen. Pumpeakslen drives via en klokopling eller ved hjelp av en fortan-net koplingshylse.



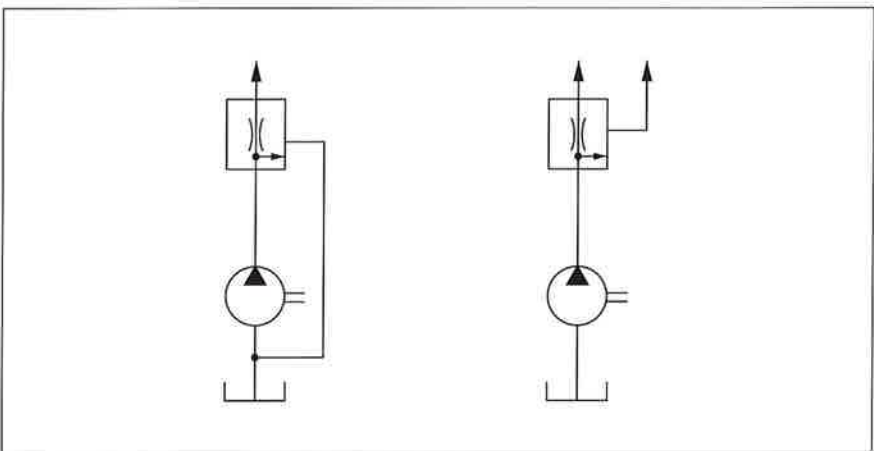
7 Multiple sammenstillinger

Tannhjulspumper kan kombineres som "stabilede" sammenstillinger. Da vil drivakselen fra den første pumpe forlenges til den andre og eventuelt til den tredje pumpe. Sammenkoplingen av akslene mellom hvert trinn skjer med en kopling ① som går i inngrep med tilsvarende klør. De enkelte pumpetrinnene tettes mot hverandre med radielle pakninger ②.



8 Innebygde ventiler

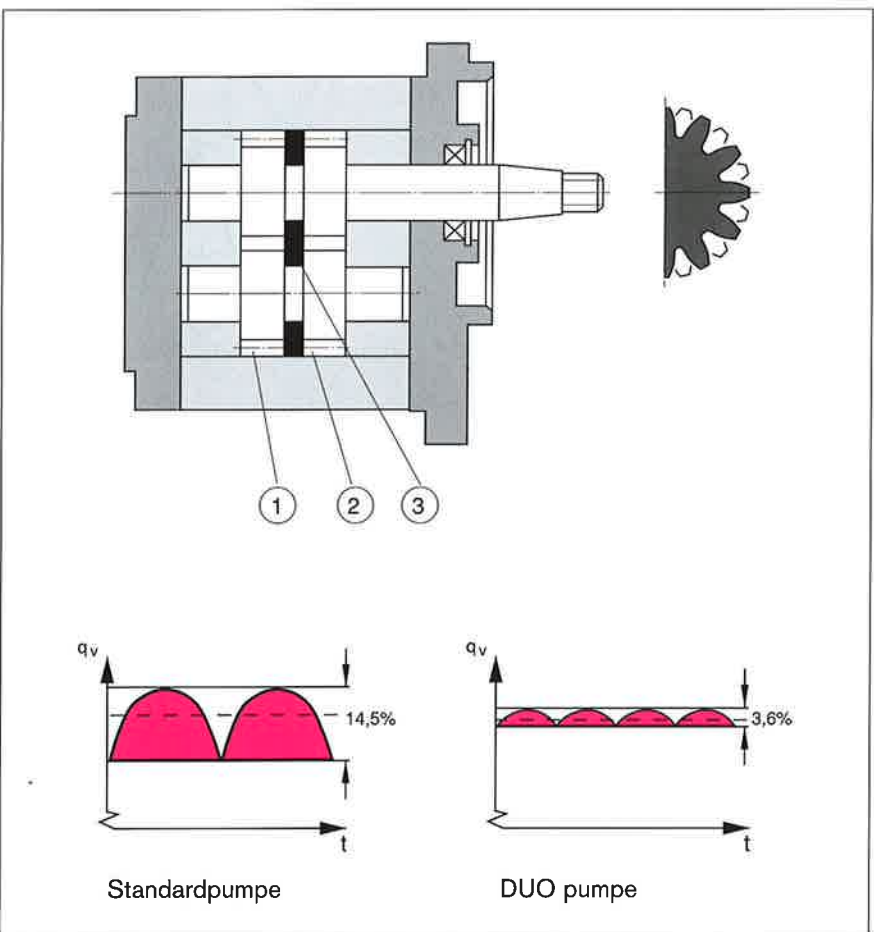
For å redusere kostnadene til røropplegg og armaturer, kan det settes inn en volumstrømsventil eller en trykkbegrensningsventil i tannhjulspumpens deksel. Det blir for eksempel ofte gjort i forbindelse med trykkolje til servo-styrte reguleringssystemer. Pumpa leverer en konstant volumstrøm uavhengig av turtalet.



9 DUO-pumpe

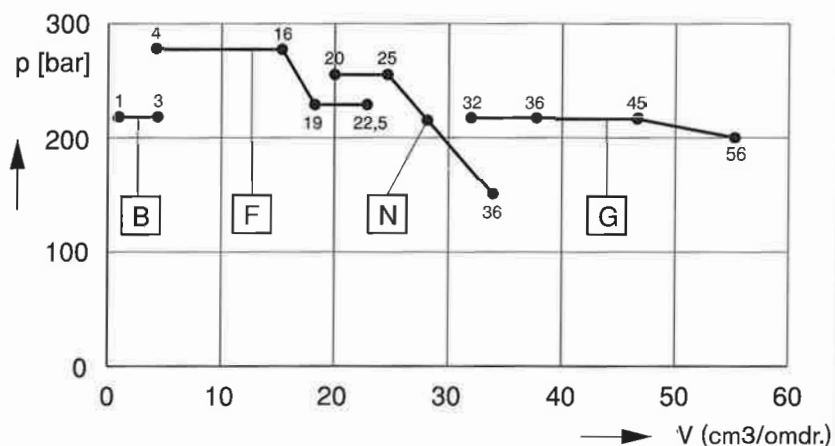
DUO-pumpa representerer en økonomisk rimelig løsning når det gjelder støybekjempelse i tannhjulspumper. Prinsippet i denne pumpe er at det brukes to par tannhjul ① og ② som er forskjøvet en halv tanndeling i forhold til hverandre. De to parene er også atskilt av en mellomplate ③. Resultatet er at vi nå har to enkeltpumper i samme hus og med felles sugeporter og trykkporter. Pulseringene i strømmen fra de to pumpene er forskjøvet med en halv periode i forhold til hverandre.

Selv om en fordobling av frekvensen er uheldig, vil pulsamplituden bli betraktelig redusert, fra 14,5 % til 3,6 %, på grunn av den parabolformede kurven. Dette medfører en vesentlig forbedring av støyforholdene.



10 Leveringsprogram

Boschs tannhjulspumper levers i utførelsene B, F, N og G. Forskjellen mellom fortrengningsvolumene for de forskjellige utførelsene kan reduseres ved valg av ulike tannbredder på hjulene.



11 Utførelser

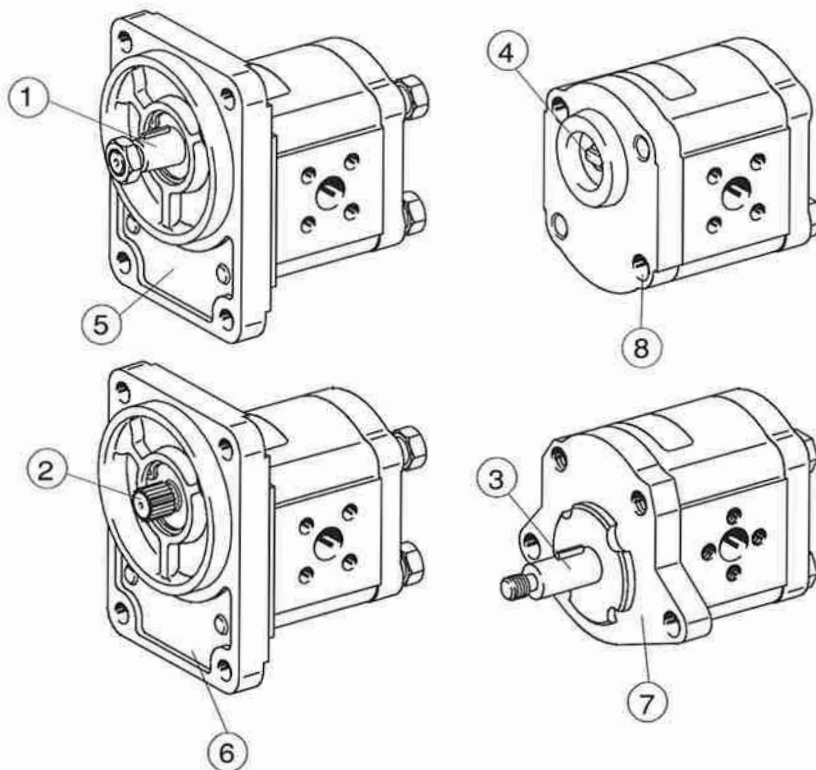
Det kan lages flere utførelser ved å kombinere ulike drivakslar og feste-flenser.

Drivakslar:

- ① Konisk 1 : 5
- ② Spline
- ③ Sylindrisk
- ④ Klokopling

Festeflenser:

- ⑤ Flens - A
- ⑥ Flens - B
- ⑦ Flens SAE
- ⑧ Flensmontasje med gjennomgående bolter



12 Tannhjulsmotorer

12.1 Motorer med rotasjon i bare én retning

Fortrengningsprinsippet som ligger til grunn for tannhjulspumper kan anvendes omvendt.

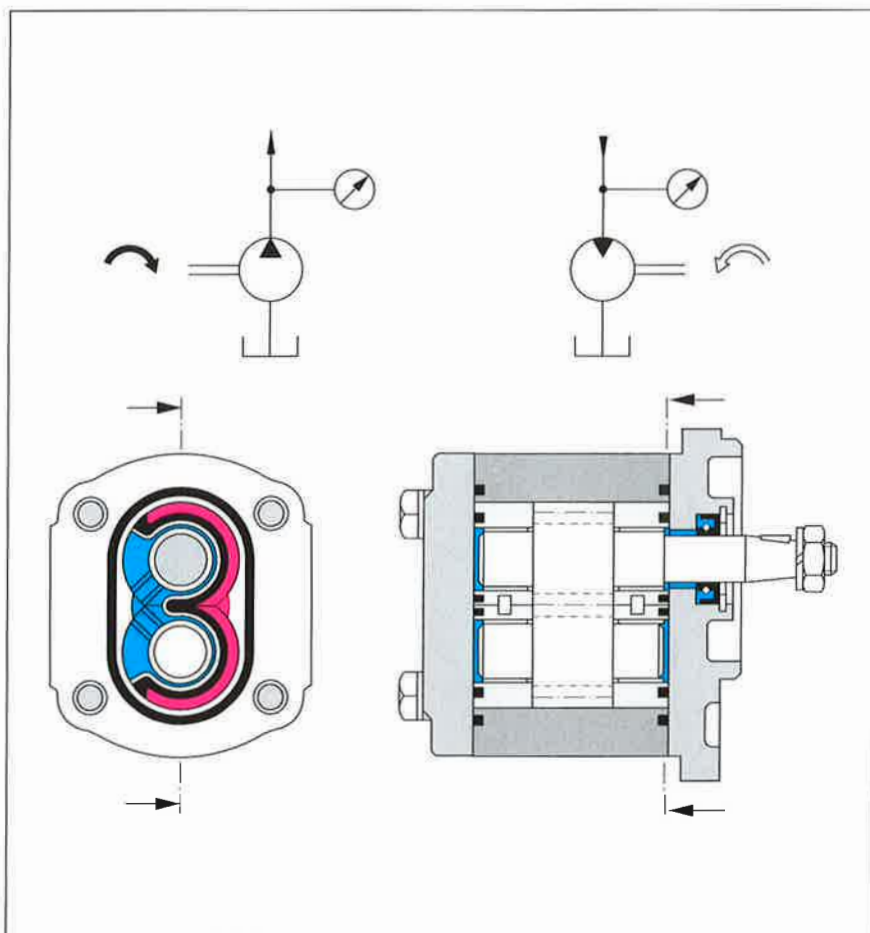
Hvis trykkolje mates inn i enheten, kan det tas ut rotasjonsbevegelse fra ett av tannhjulene i huset. I praksis er det imidlertid noen spesielle punkter å ta hensyn til, og det må gjøres visse forandringer i konstruksjonen.

Tannhjulspumper er asymmetrisk konstruert. Det vil si at lavtrykkssiden og høytrykkssiden er ulik og kan ikke byttes om. Når det arbeides i motordrift, vil høytrykkssiden alltid være den samme, slik at det ikke er mulig å endre rotasjonsretningen.

Ved drift som pumpe vil rotasjonsretningen være den motsatte av motorens rotasjonsretning.

For å oppnå en høy virkningsgrad er det nødvendig å benytte en annen metode for innkjøring av motorer.

Derfor er det ikke mulig å veksle vilkårlig mellom pumpedrift og motordrift. Lekkasjeolje blir sendt innvendig til lavtrykkssiden. Trykkbelastningen på utløpsporten begrenses av akselpakningen.



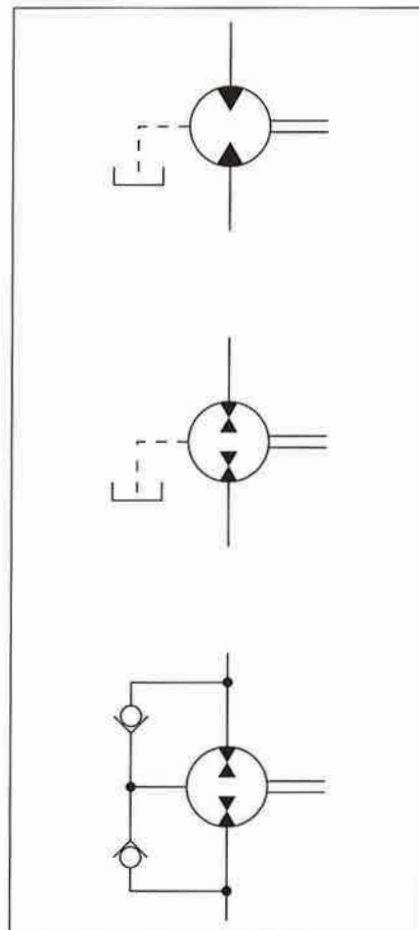
12.2 Reversible motorer

Vi skiller mellom:

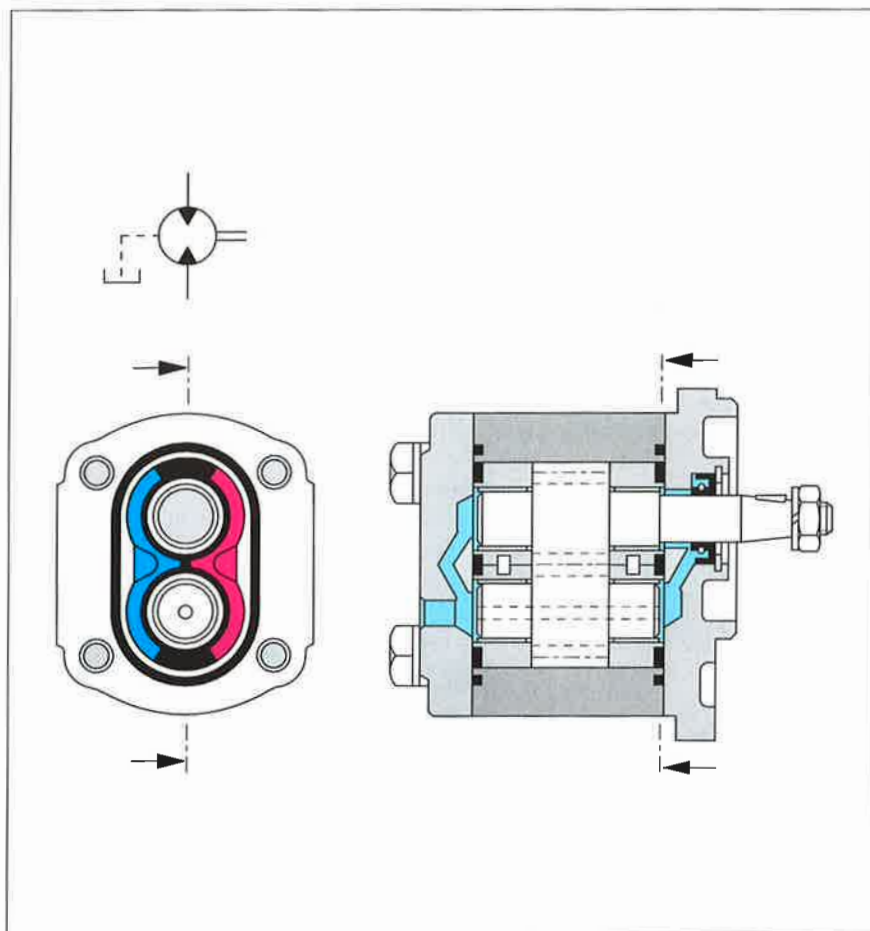
- Motorer som arbeider i annen kvadrant. Det vil si dreiemoment i to retninger.

- Motorer som arbeider i fjerde kvadrant. Det vil si dreiemoment i to retninger for begge retninger. (Hydromotoren arbeider som pumpe når lastretningen endres).

- For å unngå å ha en ekstra port for lekkasjeolje kan intern lekkasjeolje dreneres ved hjelp av tilbakeslagsventiler på begge sugesider. Returportens belastning reduseres tilsvarende.

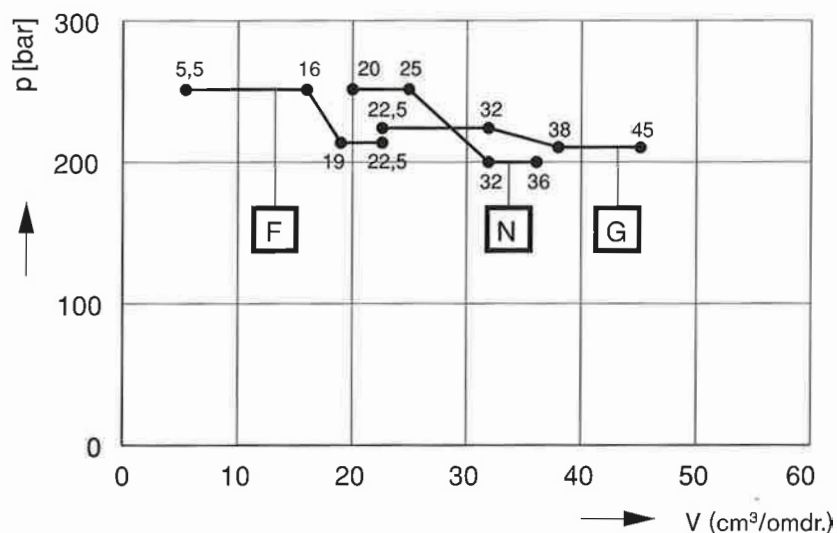


Reversible motorer er konstruert symmetrisk. Avhengig av den aktuelle retningen for høytrykket blir tannhjulene sammen med spesielt utformede lagerhylser presset mot den ene eller den andre siden av huset. Videre vil det dannes motstående tetningssoner avhengig av rotasjonsretningen. Disse virker som radielle luketettinger. Trykkområdene for de aksielle luketettingene bestemmes av symmetrisk formede pakningsringer. Lekkasjeolje fra lagerhylsene ledes ut gjennom en separat tilknytning for lekkasjeolje i endedekslet. Det fører til at endeflatene på de to tannhjulene blir sammenføyd ved hjelp av en utboring i akselen som ikke brukes til å levere effekt. På grunn av denne eksterne dreneringen av lekkasjeolje kan den aktuelle returporten belastes (seriekopling av flere motorer).



12.3 Leveringsprogram

Boschs tannhjulsmotorer leveres i utførelsene B, F, N og G. Forskjellen mellom fortrengningsvolumene for de forskjellige utførelsene kan reduseres ved valg av ulike tannbredder på girhjulene.

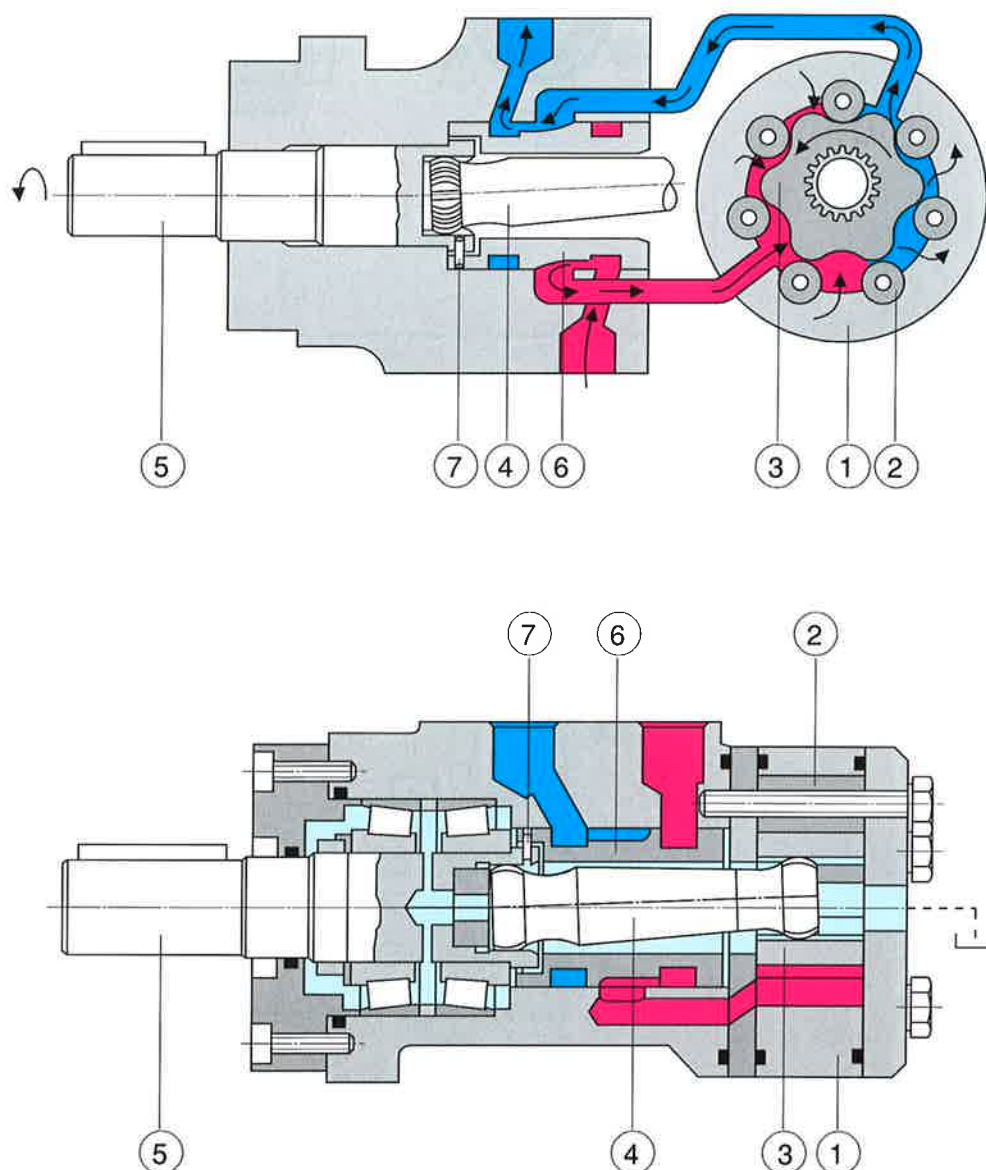


13 Gerotor-motoren

Hoveddelene i motoren er en godt festet fortrenningsring ① som inneholder sju ruller ② og et bevegelig tannhjul ③ med seks tenner. Når det tilføres trykk til noen av kamrene, vil tannhjulet bringes til å rotere om tann-toppene ved siden av de aktuelle kamrene. De to rotasjonsretningene er motsatt rettet.

På grunn av tannforholdet 7 : 6 er utvekslingsforholdet 6 : 1. Det betyr at for hver akselomdreining vil hvert kammer bli belastet og avlastet seks ganger. Derved oppnås kraftoverføring. Tannhjuls motorens roterende bevegelse overføres via akselpinnen ④ som tar opp den eksentriske bevegelsen og overfører den til drivakselen ⑤.

Sugestrømmen og returstrømmen reguleres av en styreanordning som er montert på en styresleide ⑥. Sleiden dreies av en stift ⑦ på drivakslen. Lekkasjeoljen samles opp via to tilbakeslagsventiler i motorhuset.



Radialstempelpumper

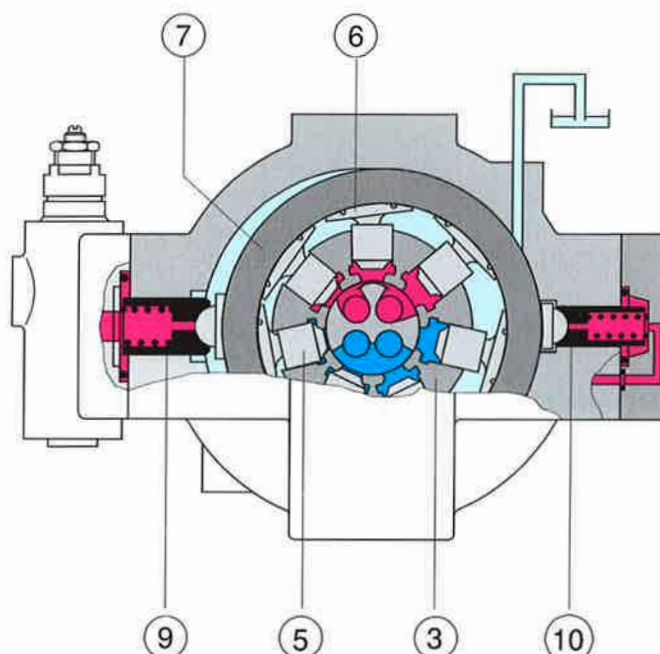
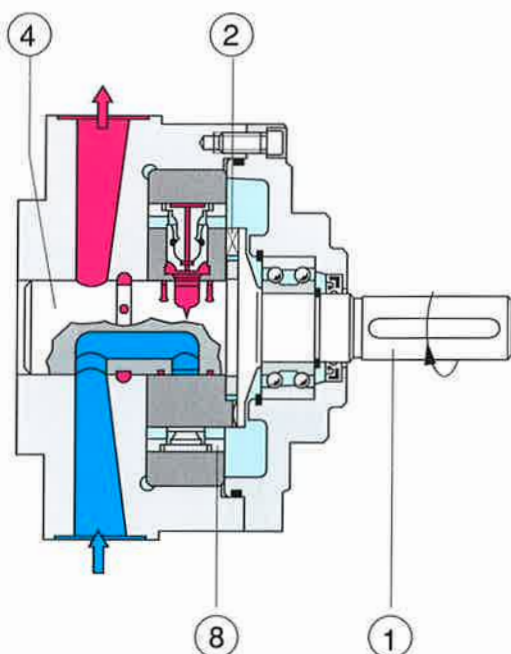


1 Drivmekanisme

1.1 Utførelse

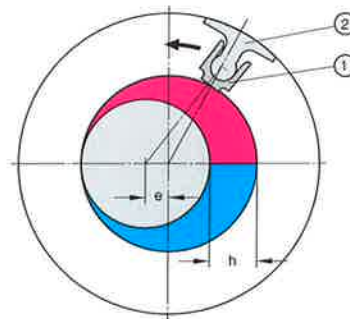
Dreiemomentet overføres av akselen ① via en krysskilekopling ② til den stjerneformede sylinderblokken ③. Sylinderblokken roterer på den sentrale styretappen ④, som er krympet inn i huset. Stemplene ⑤ er radiaalt montert i den stjerneformede sylinderblokken og holdes i kontakt med kapasitetsringen ⑦ ved hjelp av glidesko ⑥. Stemplene er forbundet med glideskoene med kuleledd. Glideskoene holdes i kapasitetsringen ⑦ av to overlappende holderinger ⑧.

Når den stjerneformede sylinderblokken roterer, vil stemplene gjennomløpe en slagbevegelse på grunn av kapasitetsringens eksentriske form. Denne eksentrisiteten bestemmes av de to styrestemplene ⑨ og ⑩ som sitter rett overfor hverandre. Trykkstrømmen fra sylinderen og sugestrømmen inn i den styres av den sentrale styretappen.



1.2 Omforming av drivverkets rotasjon til stempelbevegelse

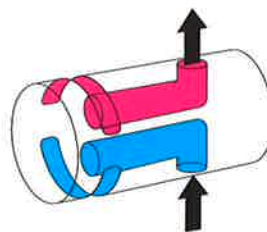
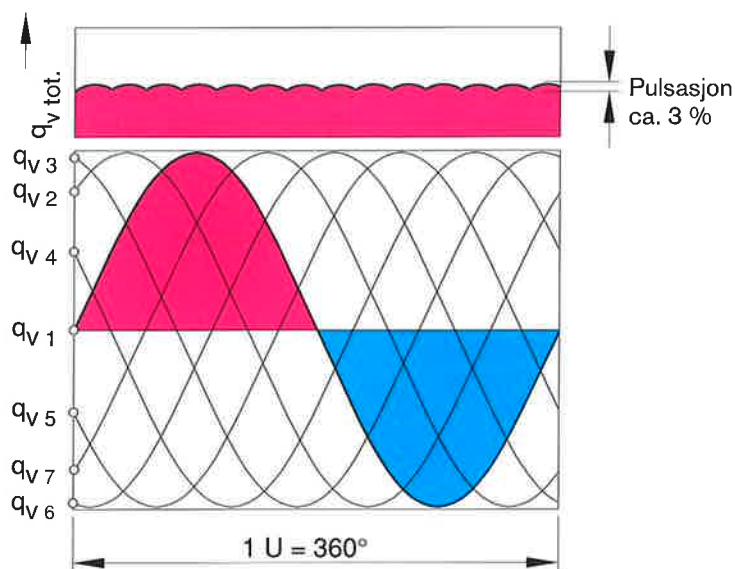
Illustrasjonen viser skjematisk hvordan drivverkets roterende bevegelse omformes til stemplets slagbevegelse. Som vist er stempelslaget dobbelt så stort som kapasitetsringens eksentrisitet. Det er også tydelig at det må være en kuleleddforbindelse mellom stemplet ① og glideskoen ②, fordi rotasjonene av stempel og glidesko skjer rundt to ulike sentrer.



1.3 Likeretning av den pulserende volumstrømmen

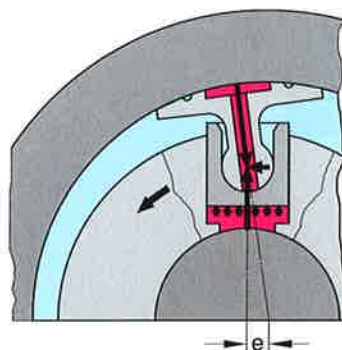
Slagbevegelsen for hvert stempel tilsvarende omtrentlig en sinusurve. Den ene halvdel av svingningen utgjøres av sugefasen, den andre halvdel utgjøres av trykfasen. Av de totalt sju stemplene er det fire på sugesiden, og tre er på trykksiden eller omvendt. De enkelte stemplenes volumstrømmer overlages slik at pulseringen bare er ca. 3 %.

Likeretningen av de enkelte volumstrømmene skjer ved hjelp av en sleidestyring på den sentrale styretappen. Det er to styrespor på tappens omkrets, og disse er forbundet med kanaler til suge- og trykktilknytningene.



1.4 Stempelstyring

Ved overgangen mellom stempel og glidesko blir stempelkraften delt opp i to komponenter ved sentrum av kuleleddet. Kuleleddet befinner seg i sentrum av stempelføringen slik at ikke stemplet vipper eller utsettes for kanttrykk.

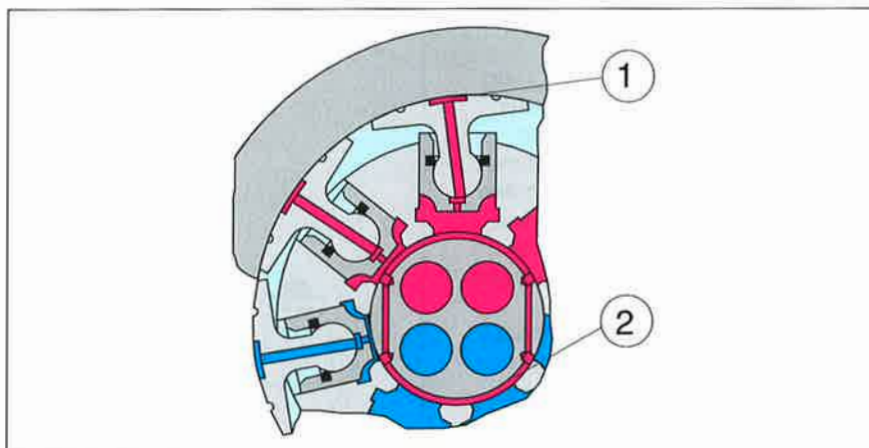


1.5 Hydrostatisk avlastning av lageret

De kreftene som skapes i de av sylinderkamrene som er under trykk, blir rettet utover mot huset gjennom ankere, glidesko og kapasitetsring. For å unngå slitasje på glideskoene og kapasitetsringen, som er i direkte kontakt med hverandre under bevegelse, blir deres opplagringspunkter hydrostatisk avlastet.

På denne måten blir det høye trykket ført gjennom en kanal i ankeret og inn i et trykkfelt ① på glideskoen. Dette trykkfeltets areal er dimensjonert slik at opptil 95 % av den kraften som virker på huset, blir hydrostatisk kompensert. Resten blir tatt opp av den hydrodynamiske smørefilmen.

Trykket i den ringformede spalten mellom styresleiden og sylinderblokken er først og fremst forårsaket av krefter som presser sylinderblokken oppover. For å unngå at trykket på sugesidens flate blir for høyt, blir høytrykket ledet

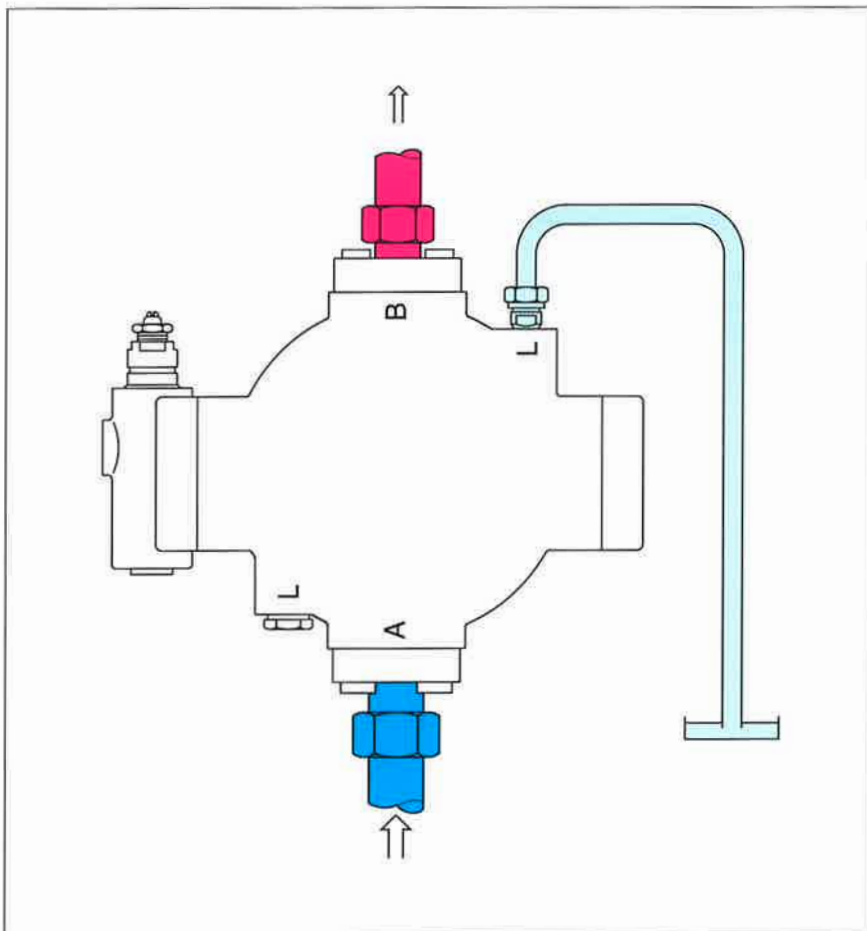


til avlastningsspor ②, der det kan motvirke det trykket som virker oppover i sylinderblokken. Trykket på ringarealene i de trinnformede sylinderboringene har også en utliknende virkning. Resultatet blir at kreftene mellom sylinderblokken og sleiden også blir hydrostatisk avlastet. Hvis filtreringen er tilstrekkelig fin, vil disse tiltakene for å avlaste lagerlastene hydrostatisk føre

til at pumpa får meget lang levetid. Kulelagrene for drivakselen blir ikke belastet med de hydrauliske kreftene.

1.6 Drenering av lekkasjeolje

Den oljen som lekker ut fra pakningsåpningene, ledes ut av huset via en separat port for lekkasjeolje. Det er alltid den øverste av to mulige porter som må benyttes for å sikre at huset er fylt med olje. Så vidt mulig bør dreneringen ledes tilbake til tanken uten trykk ($p_{maks} = 2$ bar absolutt). Huset må fylles gjennom dreneringskanalen ved oppstart første gang.



1.7 Hydraulisk justering av kapasitetsringen

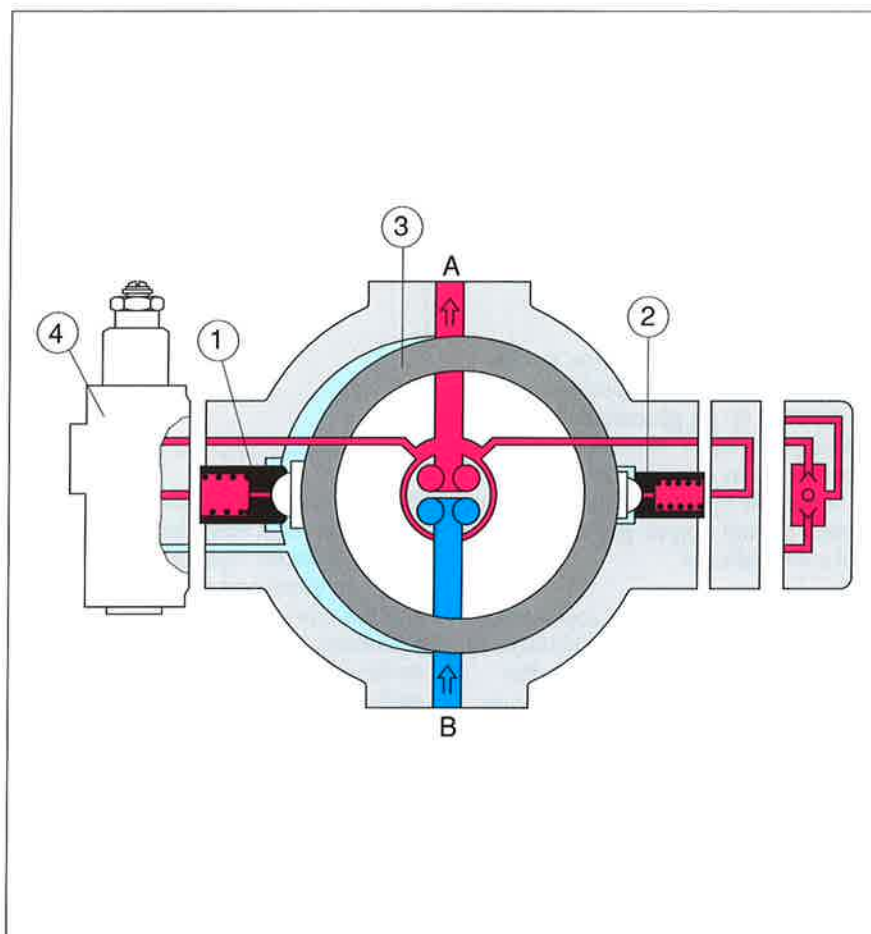
De hydrauliske styrestemplerne ① og ② tjener til å innstille eksentrisiteten for kapasitetsringen ③. Forholdet mellom de to stemplenes virksomme arealer er 2 : 1. Stemplerne er montert vertikalt på flytretningen. Det minste stemplet ② er hele tiden utsatt for høyt trykk og presser kapasitetsringen mot det store styrestemplet ①.

Avhengig av driftsfasen vil det store styrestemplet enten være sperret av styreventilen eller utsatt for trykket, eller det vil være trykkavlastet. Som et resultat av dette vil kapasitetsringen enten holdes i ro eller bevege seg i den ene eller den andre retningen. Dette leder til en rullende bevegelse langs innsiden av huset.

Ved drift som pumpe med én flytretning blir styretrykket tatt fra høytrykkskanalen i styresleiden.

Rotasjonsretningen bestemmes av stillingen til åpningen for styreolje i den påkrympede sleiden og kan ikke endres.

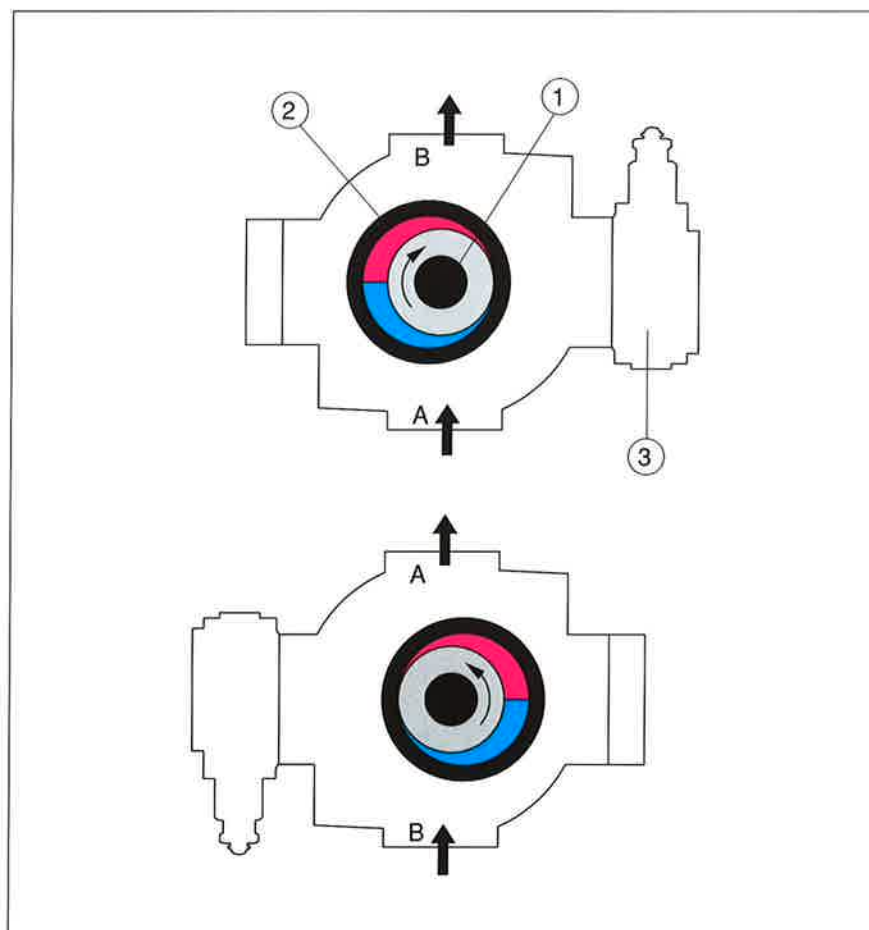
Ved drift som reversibel pumpe med valgfri flytretning blir styretrykket dirigert av en vekselventil.



1.8 Flytretning

Pumpas flytretning bestemmes av rotasjonsretningen og av kapasitetsringens justeringsområde. Den vil normalt bevege seg mellom det nøytrale sentret og styrestemplet. Reversible pumper med vekslende flytretning bruker begge justeringsområder.

- ① Sentral styresleide
- ② Kapasitetsring
- ③ Vekselventil



2 Styresystemer

Innledning

I motsetning til pumper med fast fortrenkning kan pumper med regulerbar fortrenkning bedre tilpasses ulike krav med hensyn til levert volum og trykk. Det finnes en rekke ulike styresystemer for forskjellige bruksområder. Hensikten er å forbedre virkningsgraden som er forholdet mellom utnyttet og tapt effekt i et hydraulisk system.

Disse forholdene blir nærmere behandlet i kapitlet "Effekttap i strømningsregulerte kretser" på side 211. Dette gjør det lettere å forstå styresystemer med åpen og lukket krets, som beskrives her.

Styresystemer (både med åpen og lukket krets) består vesentlig av ventiler som beskrives med vanlige symboler. Det anbefales at en på forhånd studerer kapitlene "Retningsventiler, generelt", "Trykkventiler", "Volumstrømsventiler" og "Tilbakeslagsventiler".

2.1 Trykkregulatorer

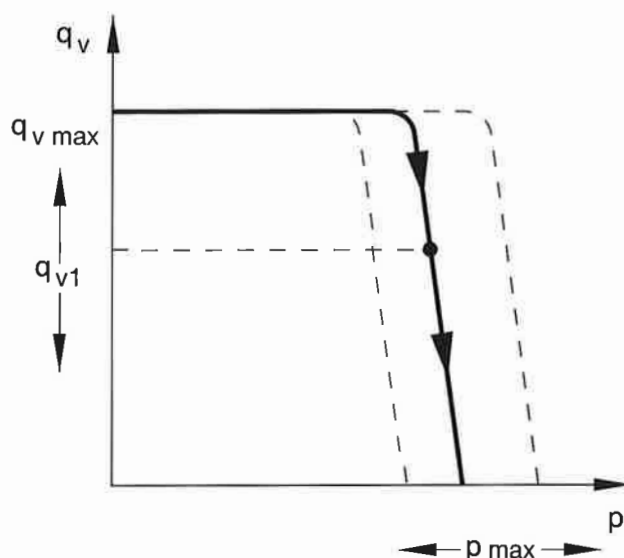
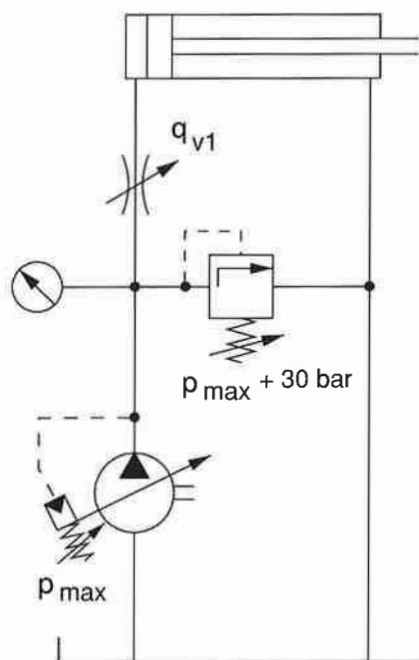
2.1.1 Virkemåte og karakteristikk

Trykkregulatorens oppgave er å tilpasse leveransen fra en regulerbar fortrenkningspumpe automatisk til hva som trengs på ett eller flere forbrukssteder. For å hindre overstrømning, må dette skje så snart det innstilte trykket er nådd. Volumstrømmen bestemmes av volumstrømsventiler.

Karakteristikken viser at pumpa først leverer maksimal volumstrøm, og at den deretter reduserer volumstrømmen når det innstilte trykket er nådd. Dette kan i ekstreme tilfeller føre til at leveransen da reduseres til null (nullslagspumpe). Innenfor reguleringsområdet kan pumpa styres til å levere en hvilken som helst volumstrøm mellom 0 og $Q_{\max}$. Hvis det ikke er behov for noe olje, vil det innstilte trykket holde seg konstant, og pumpa trenger bare å erstatte lekkasjetap i systemet.

Karakteristikken for reguleringsområdet er en tilnærmet rett linje.

Jo brattere kurven er, det vil si at jo mer den nærmer seg vertikal retning, desto mer følsomt vil pumpa reagere. Det er montert en ekstra trykkbegrensningsventil som gir bedre kontroll med innstillingen av trykkregulatoren.



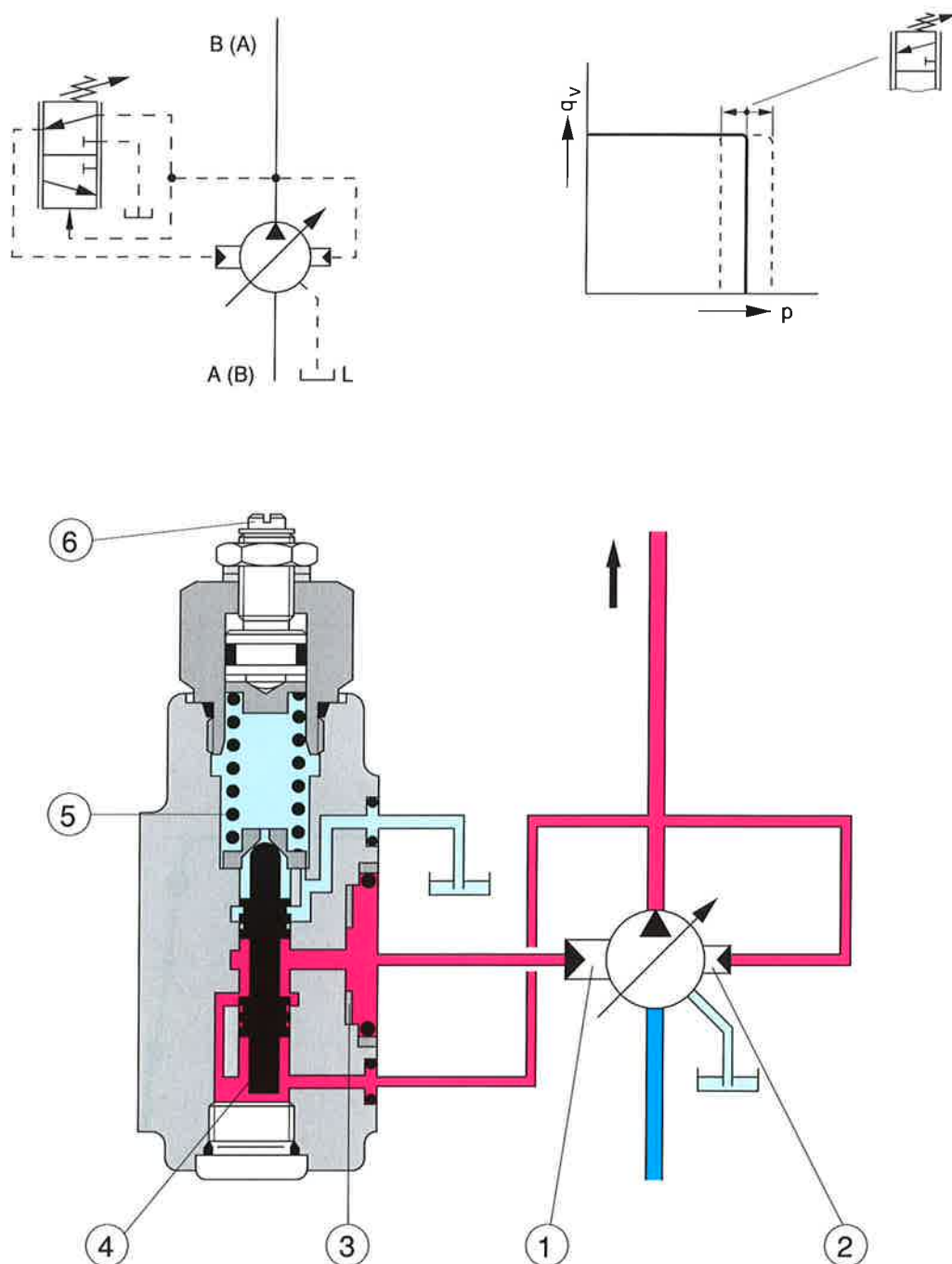
2.1.2 Mekanisk styrt trykregulator

Den styreventilen som er tilordnet styrestemplet ①, kan betraktes som en treveis retningsventil med trykkavhengig hydraulisk innstilling. Det høye trykket blir alltid tilført det lille styrestemplet ②. Det føres til det store styrestemplet ① gjennom den åpne styreventilen. På grunn av forholdet 2:1 mellom stempelarealene skyves kapasitetsringen til sin endelige stilling mot stempel ② og leverer maksimal volumstrøm.

Høytrykksoljen når også fram til den nedre flaten av styreventilens sleide ④. Når trykket kommer opp til det trykket som er innstilt med fjæra ⑤ på den andre siden av sleiden, vil sleiden bevege seg oppover og avlaste forbindelsen som fører høytrykk til styrestemplet ①.

Kapasitetsringen beveger seg da til midtstillingen under påvirkning av trykket som fortsatt virker på styrestemplet ②. Volumstrømmen reduseres slik at den tilsvarer behovet. Sluttstillingen, som svarer til null strømning, bestemmes av endeposisjonen for styrestem-

pel ① på styreventilhuset. Det leveres shims ③ til fininnstilling. Stengetrykket kan innstilles ved hjelp av en stillskrue ⑥ som påvirker spenningen i fjæra.



2.1.3 Forstyrt hydraulisk trykkregulator

Med denne forstyrte trykkregulatoren er driftsegenskapene forbedret ved hjelp av fjernstyring. Det er også mulig å benytte elektrisk styring via proporsjonalventiler.

Konstruksjonen for denne ventilen skiller seg i det vesentligste fra den som ble beskrevet i avsnitt 2.1.2 på følgende områder: For det første er ventilsleiden (4) utstyrt med en struping (7). For det andre er ventilmfjæra (5) svakere. For det tredje er det en ekstra styreport i fjærkammeret, og denne

porten er forbundet til en forstyrt trykkavlastningsventil (8).

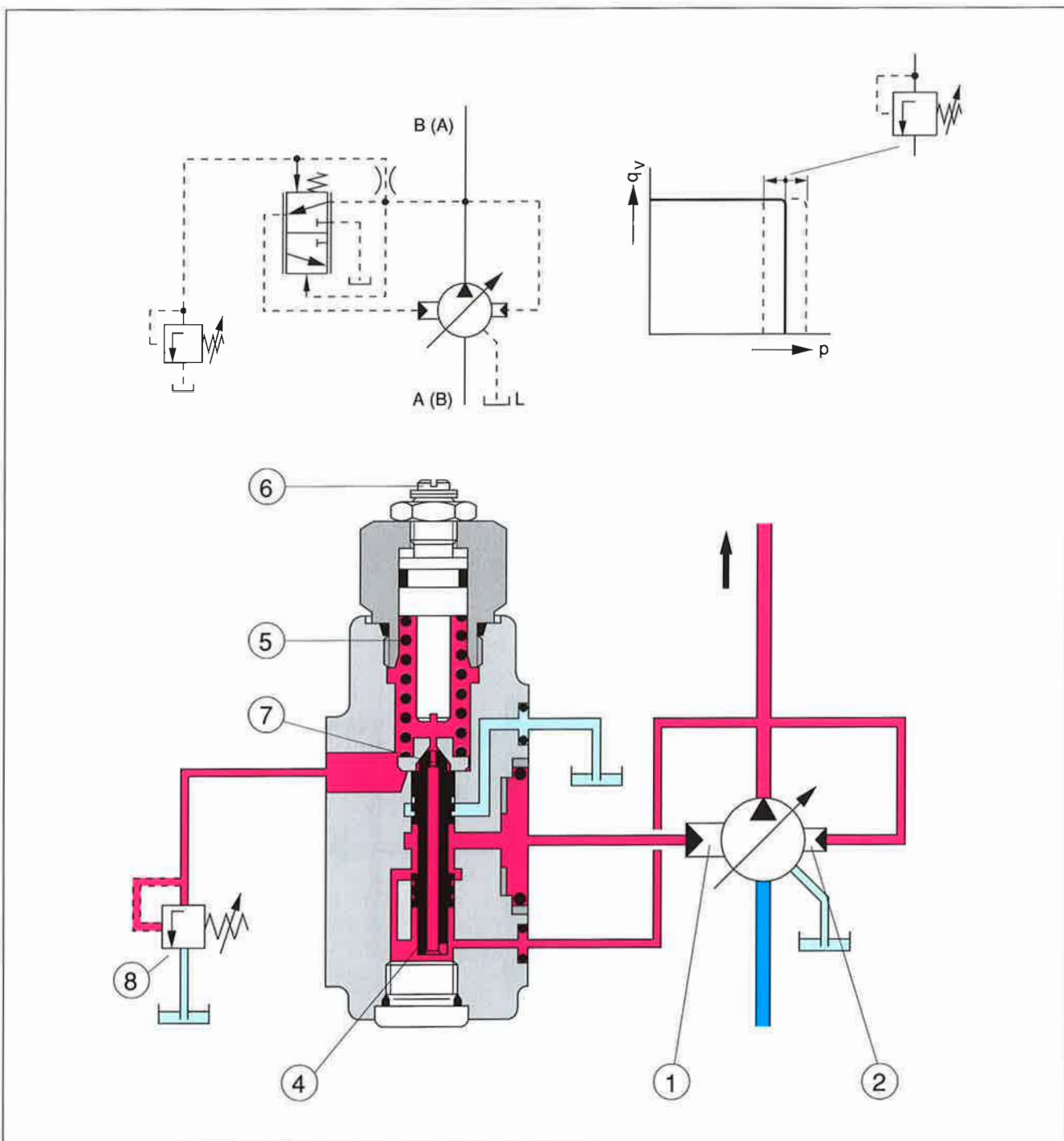
Så lenge den forstyrte ventilen ikke reagerer, er ventilsleiden i trykklikevekt, og fjæra holder den i utgangsstillingen. Kapasitetsringen er helt i ytterstillingen, og pumpa leverer maksimal volumstrøm.

Så snart åpningstrykket når fram til den forstyrte ventilen, vil det flyte en liten mengde "styreolje" gjennom strupingen i ventilsleiden. Som et resultat av trykkfallet vil styreventilens sleide bevege seg mot lukkefjæra.

På samme måte som for direktestyrte trykkregulatorer vil styrestemplet (1) nå bli trykkavlastet. Kapasitetsringen går til den nøytrale midtstillingen, og volumstrømmen reduseres.

Innstillingen av utløsningstrykket skjer bare ved den forstyrte ventilen.

Justerskruen (6) på pumpas styreventil er låst og må ikke røres.



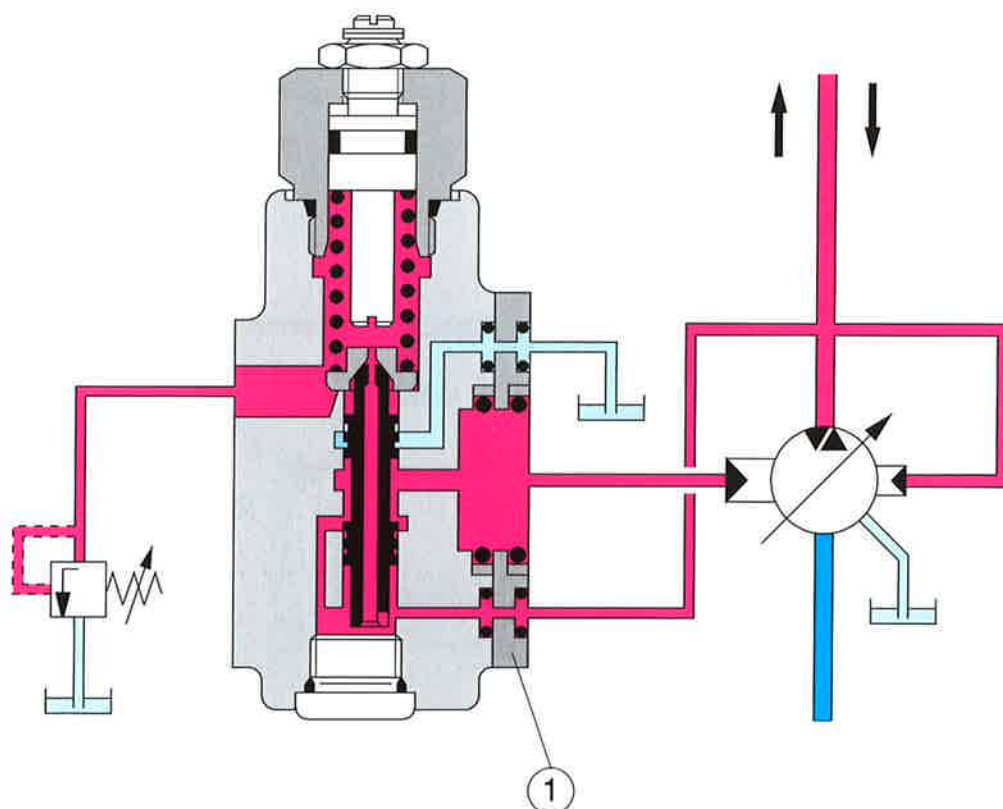
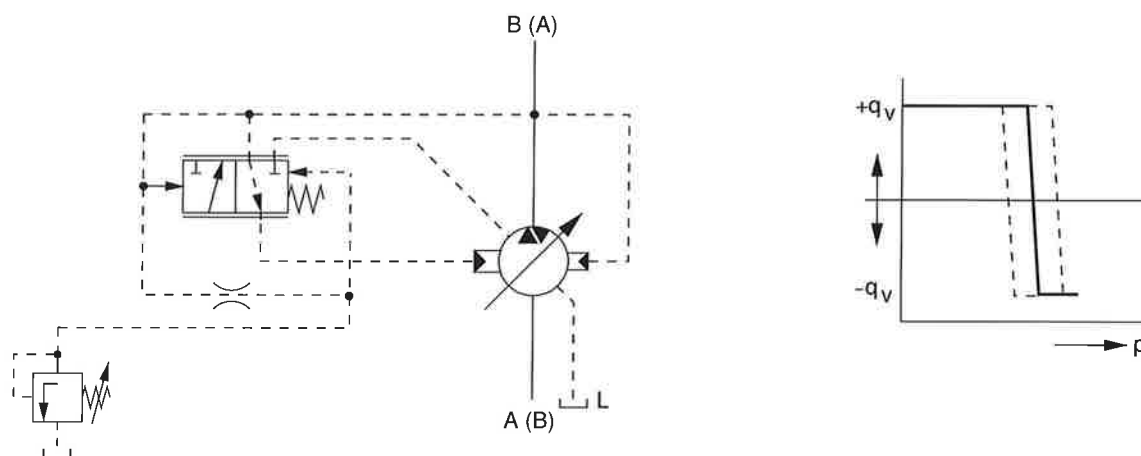
2.2 Mooringregulator

Ordet "mooring" kommer fra sjøfarten. Det står for det en vinsj gjør når den med konstant trekraft drar trossen inn eller lar den gå. Dette kan for eksempel være nødvendig for å holde et skip ved kai når vannstanden i havna endrer seg på grunn av tidevannet. En pumpe som er utstyrt med en mooringregulator er nødvendig når en mooringvinsj skal drives hydraulisk. Denne regulatoren virker på samme måte som en trykregulator, men pumpas kapasitetsring svinger forbi nullstillingen når utløsningstrykket er oppnådd. Resultatet blir at pumpa pumper

i motsatt retning og fungerer som en motor, selv om trykksiden ikke endres.

Pumper som er utstyrt med mooringregulatorer, kan også brukes til andre formål.

Mooringregulatorens består av en vanlig trykregulator og en mellomplate som er satt inn mellom pumpehuset og styreventilen. Tykkelsen på mellomplaten svarer til kapasitetsringens eksentrisitet.



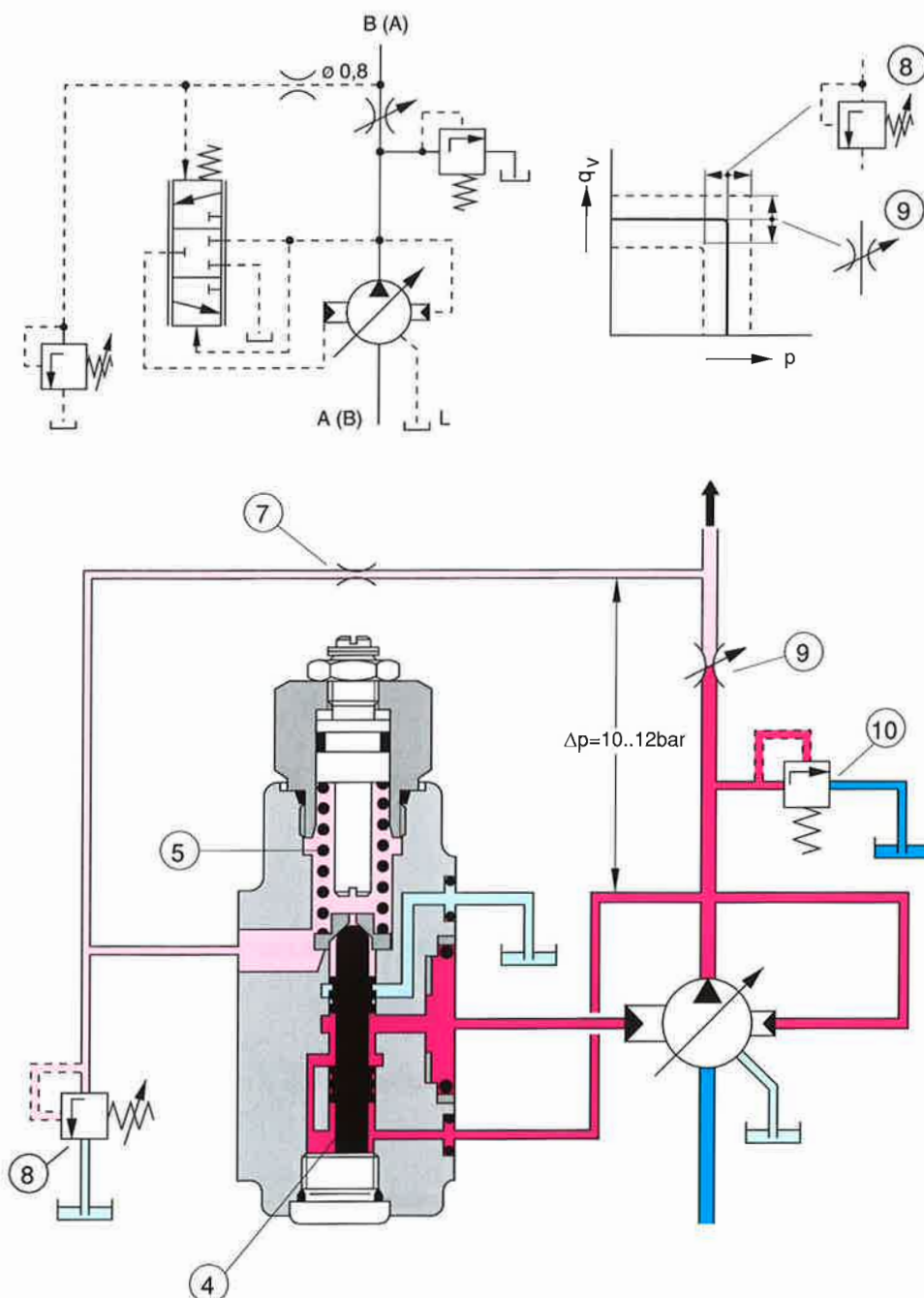
2.3 Kombinert trykk- og volumstrømsregulering

Trykkregulatoren som er beskrevet i avsnitt 2.1, tilpasser volumstrømmen fra en pumpe med regulerbar fortregning til en fastsatt verdi som bestemmes av en volumstrømsventil. Denne tilpasningen blir ikke gjennomført ved det aktuelle arbeidstrykket for vedkommende forbruker, men pumpa leverer mot maksimumstrykket som er innstilt på trykkregulatoren. Hvis volumstrømsventilen integreres i pumpas styrekrets, slik det senere forklares, kan volumstrømmen endres uten trykkoverskudd. På denne måten

oppnås en ytterligere vesentlig forbedring av virkningsgraden. Dessuten kan maksimaltrykket begrenses, slik tilfellet er med trykkregulatoren. I tilfelle av drift med varierende drivhastighet kan denne regulatoren også brukes til å holde volumstrømmen konstant innenfor et gitt område.

Virkemåte

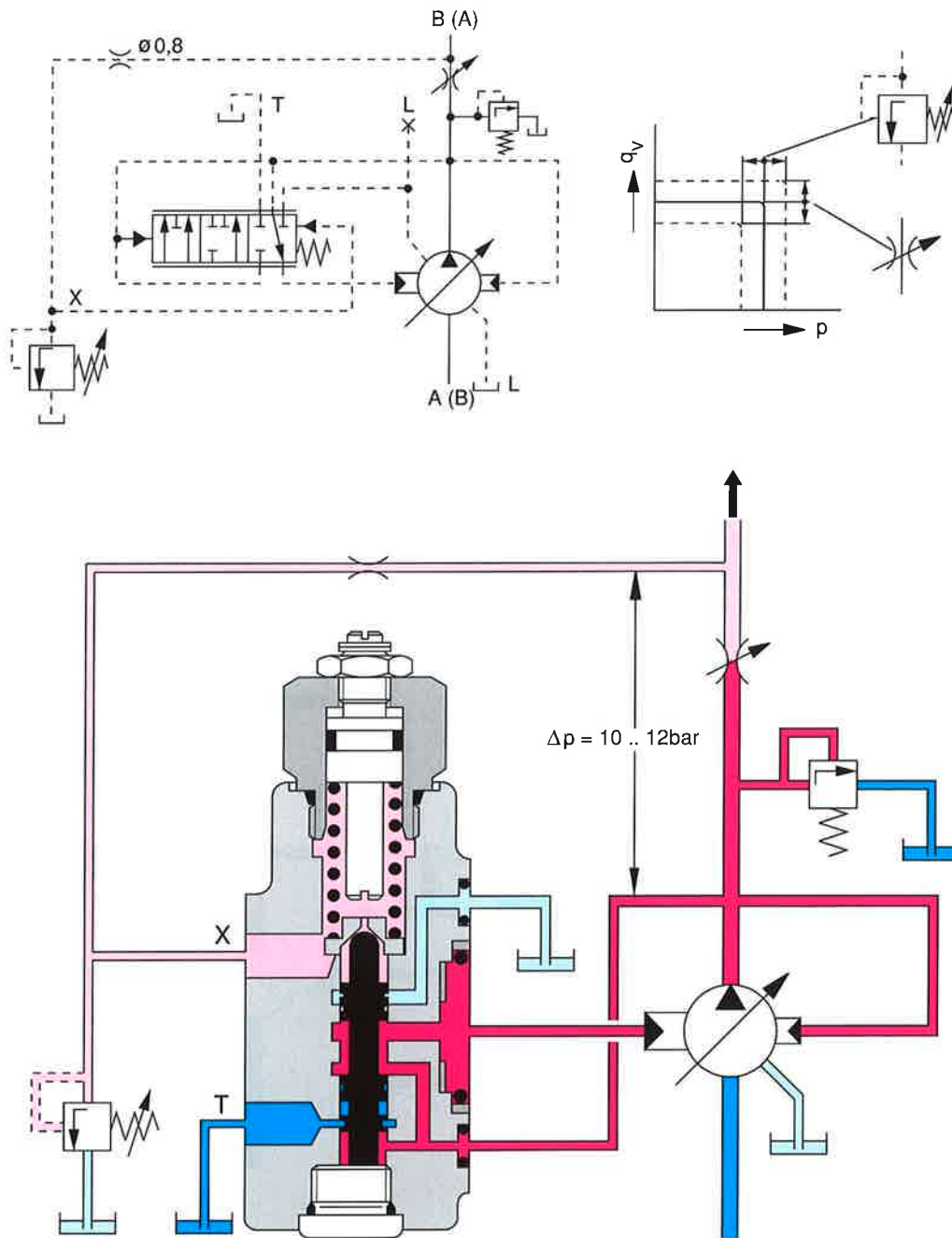
Pumpas volumstrøm tvinges gjennom en strupeventil (9). Trykket på forsiden av strupeventilen forplanter seg til innsiden av styreventilens sleide (4) samtidig med at trykket etter strupeventilen virker på den øverste enden av styreventilens sleide ($\Delta p = 10 - 12$ bar over strupeventilen innstilles med fjæra (5) og skal ikke endres under drift. Det betyr at strupeventilen og ventilsleiden samarbeider på samme måte som strupingen og trykbalansen i en volumstrømsventil (se side 110).



I motsetning til volumstrømsventiler blir volumstrømmen ikke styrt direkte av styrekantene. Disse styrekantene blir derimot brukt til å styre kapasitetsringens eksentrisitet, og dermed det volumet som pumpa leverer. Pumpas volumstrøm bestemmes av strupeventilens tverrsnitt ⑨. Dette kompenserer for turtallsvariasjoner, lekkasjer osv. Hvis nok en trykkbegrensningsventil monteres i styreledningen til fjærkammeret, vil den arbeide som en forstyrt trykkregulator. Da må ventilsleidens blende flyttes til styreledningen ⑦. Sikkerhetsventilen ⑩ må innstilles vesentlig høyere enn ⑧.

2.3.1 Kombinert regulering av trykk og fortregning med PT styrekant

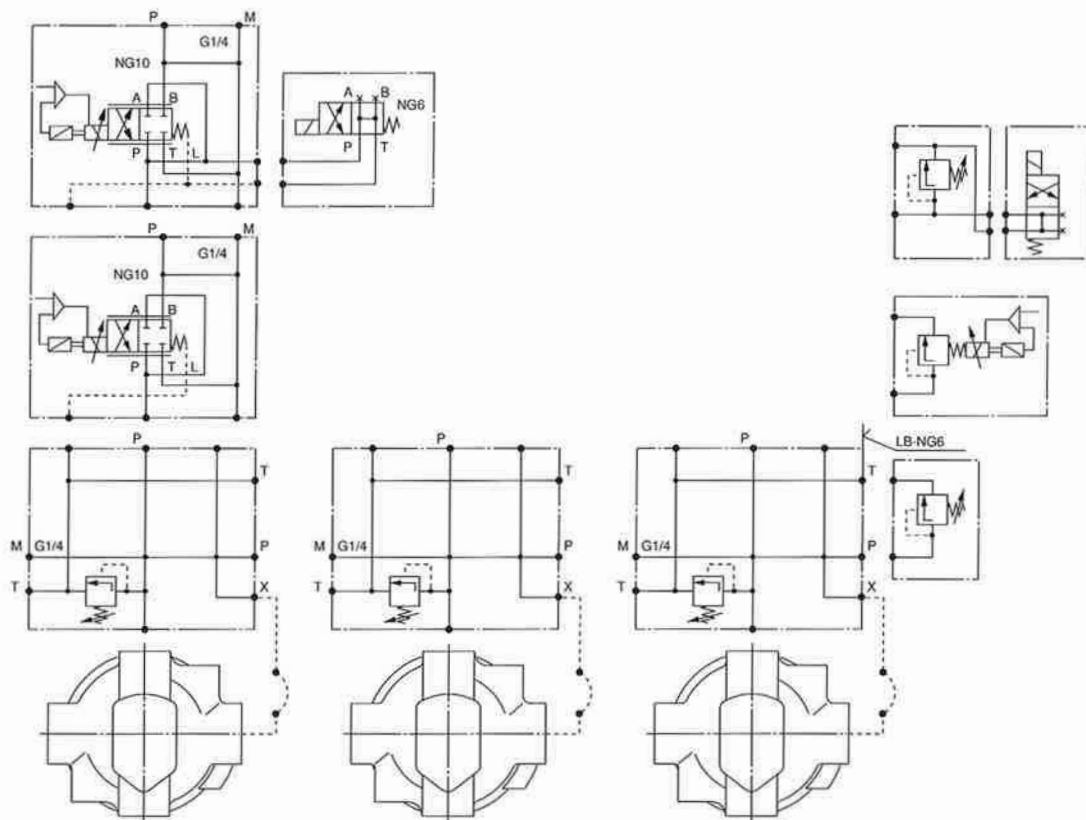
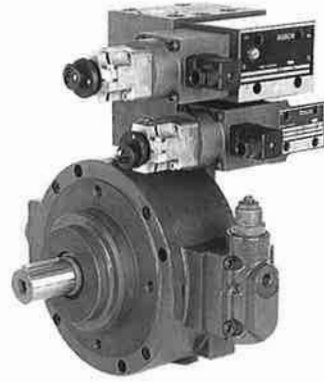
Det kan oppnås dynamisk bedre løsninger (kortere reguleringsstider, lavere trykkspisser) ved å benytte en styrekant og en T-port.



2.3.2 Styreblokk

Det kan benyttes tradisjonelle ventiler for regulering av trykk og volumstrøm til innstilling av en kombinert trykk- og volumstrømstyrt pumpe. Elektrohydrauliske proporsjonalventiler er spesielt velegnede for elektrisk styring i dette tilfellet.

Figuren viser en løsning der en manifold brukes til å flense en proporsjonalstrøpt ventil og en trykkventil direkte til pumpen.



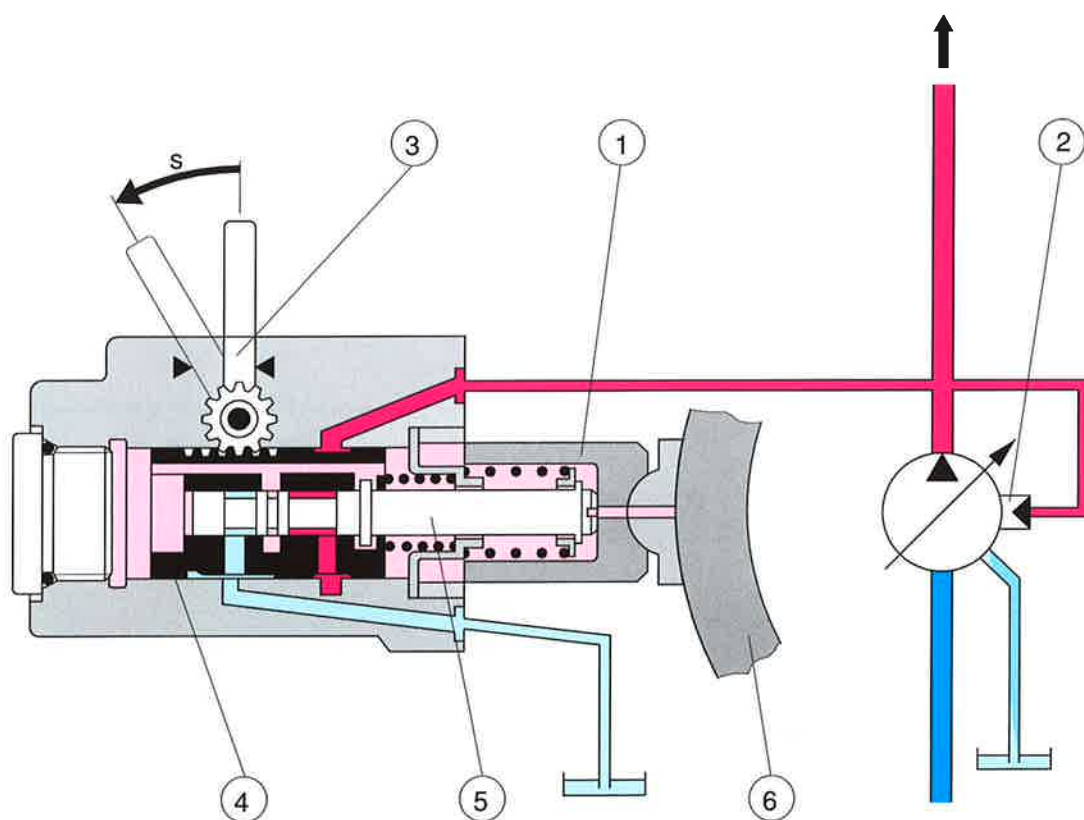
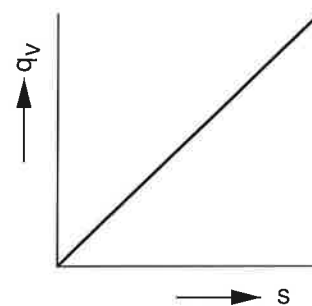
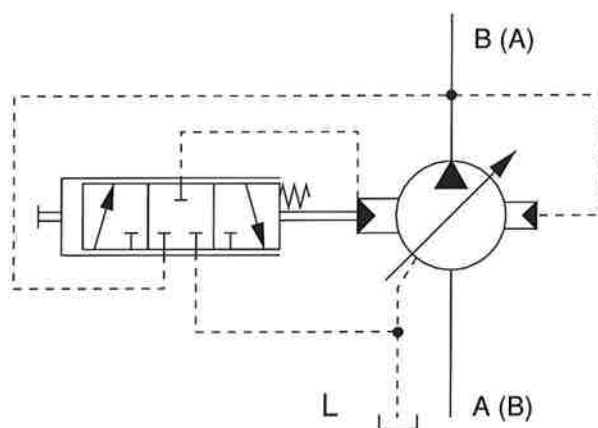
2.4 Servostyring

I den betydningen av ordet "servo" som gjelder her, står det for kraftforsyning slik tilfellet er ved for eksempel servostyring og servobremser på en bil. Med servostyring har vi et styrings-element som gir mulighet for endring av eksentrisiteten for pumpas kapasitetsring og dermed av levert volum, og dette kan gjøres for hånd eller mekanisk med bare en brøkdel av den kraften som ellers ville være nødvendig. Om nødvendig må det foretas endringer eksternt. Pumpas høytrykk blir brukt til effektförsterkning.

Virkemåte

Servoventilen på det store styrestemplet ① kan betraktes som en manuelt betjent 3/3 retningsventil med mekanisk tilbakeføring fra kapasitetsringen. Som forklart i avsnitt 1.7 tilføres det konstant høytrykk til det lille styrestemplet ②, og dette høytrykket er også tilstede på innløpet til servoventilen. Når servoventilen står i nøytral stilling, som vist på figuren, er kammeret til styrestempel ① og utløpet til pumpehuset (som ikke står under trykk) blokkert. Kapasitetsringen forblir i den stillingen den er i.

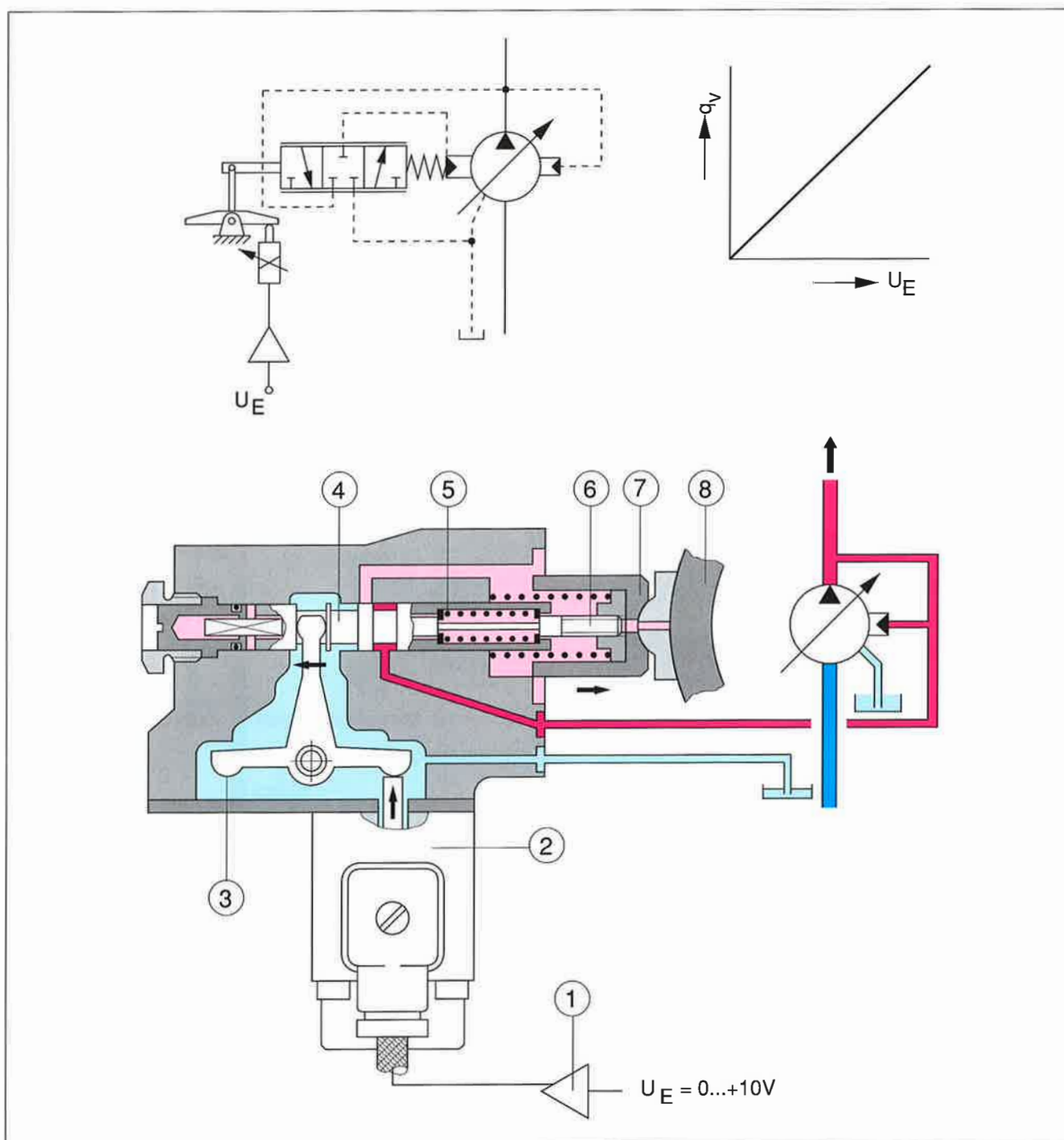
Når styreakselen ③ roterer, blir sleidens hylse ④ forskjøvet aksielt, og styrestempel ① får enten trykk tilført eller blir trykkavlastet, avhengig av bevegelsesretningen. Som et resultat av dette forskyves kapasitetsringen ⑥ sammen med styresleiden ⑤ inntil sleidens hylse ④ og styresleiden ⑤ går tilbake til sine utgangsstillinger.



2.5 Elektrisk proporsjonalstyring

Den elektriske proporsjonalstyringen gir mulighet for en trinnløs innstilling av volumstrøm ved hjelp av en styrespenning i området 0 – + 10 V. Det spesielle inngangssignalet som for eksempel kan tas ut via et potensiometer, blir behandlet i en elektronisk forsterker ① før det sendes videre til de proporsjonale magnetpolene ②. Det skapes en magnetisk kraft som er en funksjon av inngangssignalet. Denne magnetiske kraften skyver ventilsleiden ④ mot styrefjæra ⑤ ved hjelp av en vippe ③. Den resulterende bevegelsen av ventilsleiden vil regu-

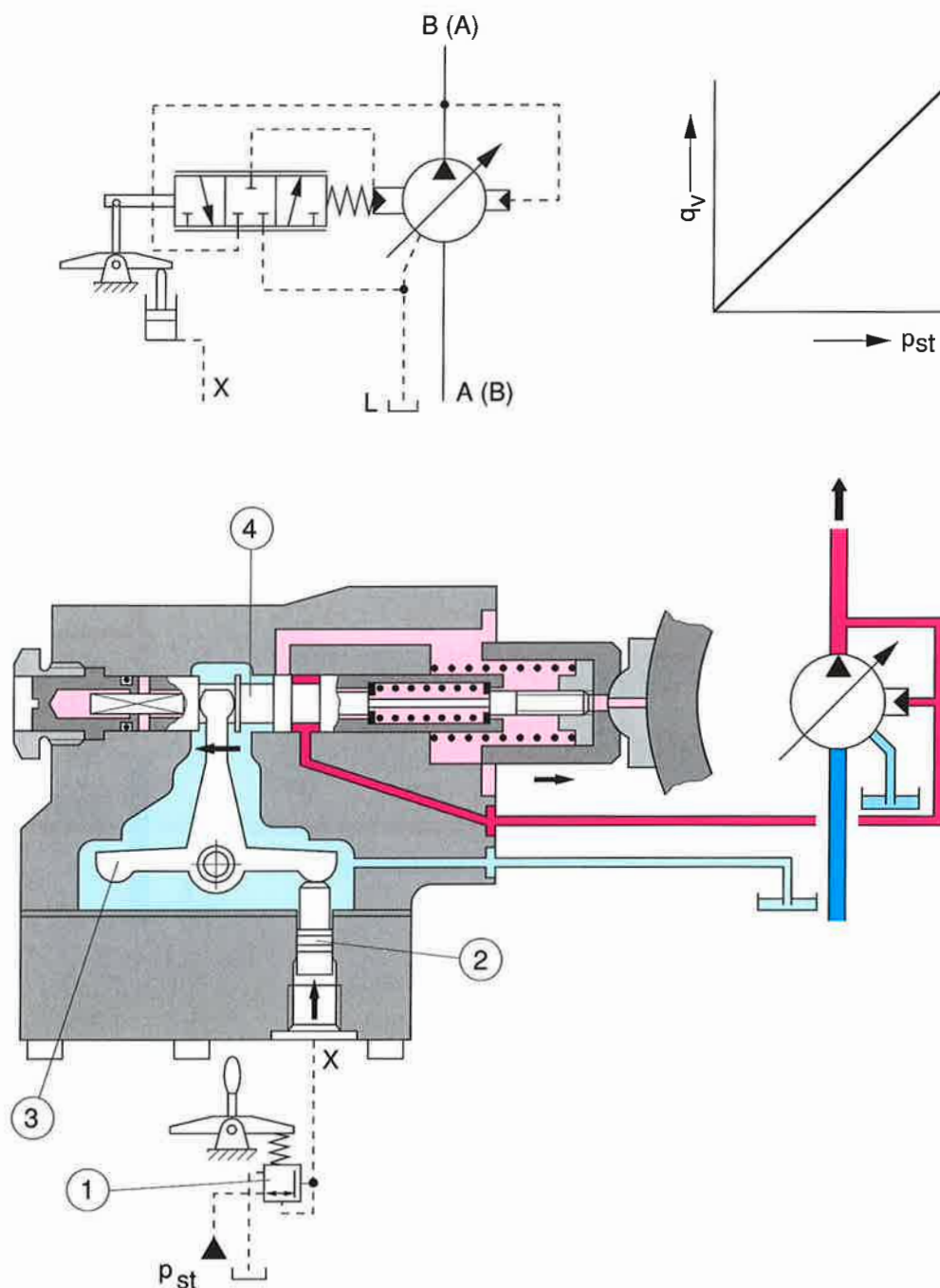
lere trykket i styrestemplet ⑦ og dermed stillingen til kapasitetsringen ⑧. Tilbakekoplingen av kapasitetsringens posisjon skjer ved hjelp av en stift ⑥ som er forbundet med styrestemplet. Så snart forskyvningen er avsluttet, vil stiftene øke spenningen i styrefjæra og tvinge ventilsleiden tilbake til utgangstillingen. Dette skjer mot kraften fra den proporsjonale magnetpolen (tilbakekopling ved sammenlikning av krefter).



2.6 Hydraulisk proporsjonalregulering

Den hydrauliske reguleringen med forstyringstrykk gir mulighet for en trinnløs endring av volumstrømmen som funksjon av styretrykket. Innstillingsverdien skapes for eksempel av en forstyrt trykkreduksjonsventil ① og føres til et av de to styrestemplene ② som overfører bevegelsen til ventilsleiden ④ via vippe ③. Fra et konstruksjonssynspunkt er den hydrauliske fjernstyringen basert på elektronisk proporsjonalstyring. De proporsjonale magnet-spolene er bare erstattet av to styrestempler.

Kapasitetsringens tilbakekopling skjer også her ved hjelp av en sammenlikning av krefter.



2.7 Effektreulator

2.7.1 Virkemåte

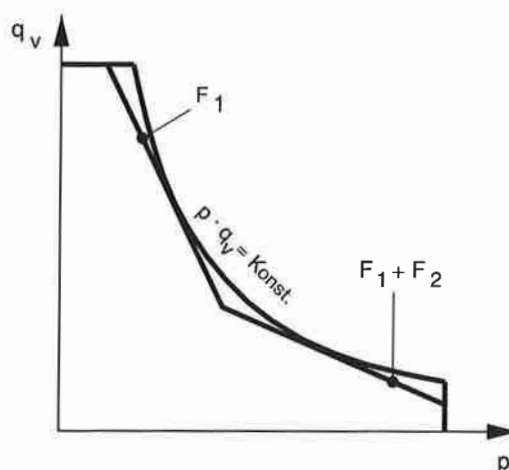
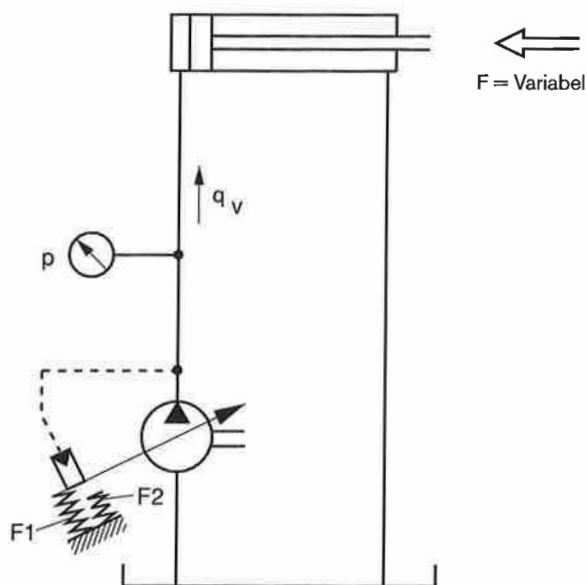
Som kjent er den hydrauliske effekten lik produktet av trykk og volumstrøm ($p = p \cdot q_v$). En pumpes maksimale effekt ($p_{\text{maks}} \cdot q_{\text{maks}}$) er et resultat av maksimumsverdiene for begge disse størrelsene. Ofte er det ikke nødvendig å ha maksimumsverdier for begge størrelsene tilgjengelige på samme tid. For eksempel spesifiseres det maksimal kraft (trykk) ved redusert hastighet (volumstrøm), og omvendt for dyptrekkspresser. Det er derfor tilstrekkelig å installere driveffekter som er vesentlig lavere enn produktet

$$p_{\text{maks}} \cdot q_{\text{maks}}$$

Ved hjelp av en effektreulator kan en pumpe med regulerbar fortrenning styres slik at tilført effekt alltid fullt ut kan utnytte den verdien som er tilgjengelig, uten noen gang å overskride den. Effektreguleringen har til oppgave å holde produktet $p \cdot q_v$ konstant. Hvis trykket fordobles, må volumstrømmen halveres osv.

Karakteristikken som viser dette forholdet, er en hyperbel. En slik kurve kan med god tilnærming representeres ved et antall rettlinjede fjærkarakteristikker. Diagrammets horisontale og vertikale referanselinjer fastsettes på grunnlag av maksimumsverdiene for trykk og volumstrøm. (produktet

$$p_{\text{maks}} \cdot q_{\text{maks}}).$$



2.7.2 Konstruksjon og arbeidsmåte

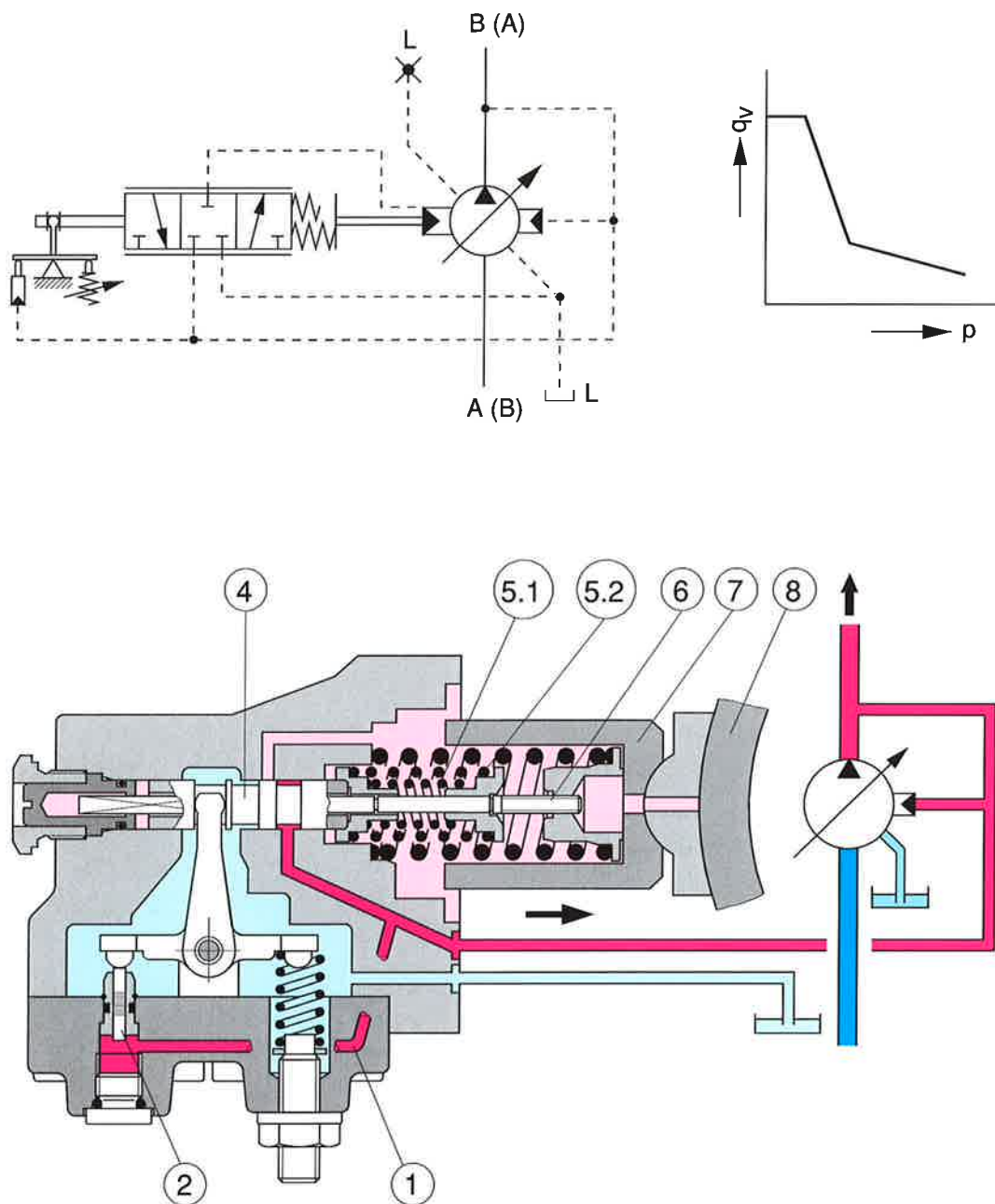
Effektregulatoren er montert i den elektriske eller hydrauliske proporsjonalreguleringsdelen som er beskrevet tidligere.

Arbeidstrykket ① føres til styrestemplet ②, som forskyver ventilsleiden ④ mot styrefjærene ⑤.1 og ⑤.2 ved hjelp av en vippe ③. De to fjærenes karakteristikk er tilnærmet lik en hyperbel. Den forskyvningen som er et resultat av trykkforskjellen, regulerer trykket i styrestemplet ⑦ og dermed stillingen til kapasitetsringen ⑧. Tilbakemeldingen om kapasitetsringens stilling

skjer ved hjelp av en stift ⑥ (Tilbakemelding ved trykksammenlikning.)

Advarsel:

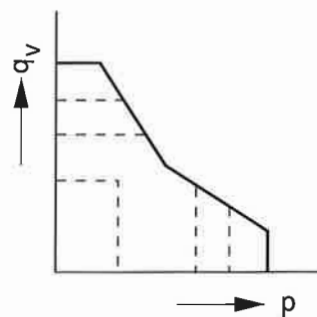
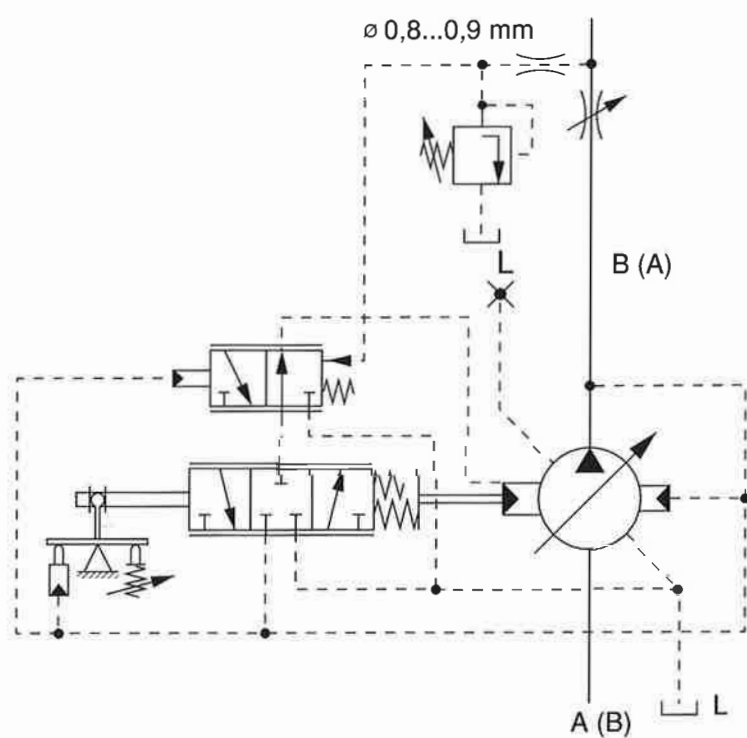
Innstilling av effektregulatoren kan bare skje i fabrikantens verksted.



2.7.3 Regulering av trykk og volumstrøm med overlagret effektregering

Med den regulering av trykk og volumstrøm som er beskrevet i avsnitt 2.3, er det mulig for å styre hastigheten ved et forbrukssted med bare små tap. Hvis den tilgjengelige driveffekten er lavere enn produktet $p_{maks} \cdot q_{maks}$, anbefales det å overstyre dette reguleringsystemet med en effektregering. Denne kombinasjonen vil imidlertid virke som en effektbegrensning ved at bare de punktene som ligger under

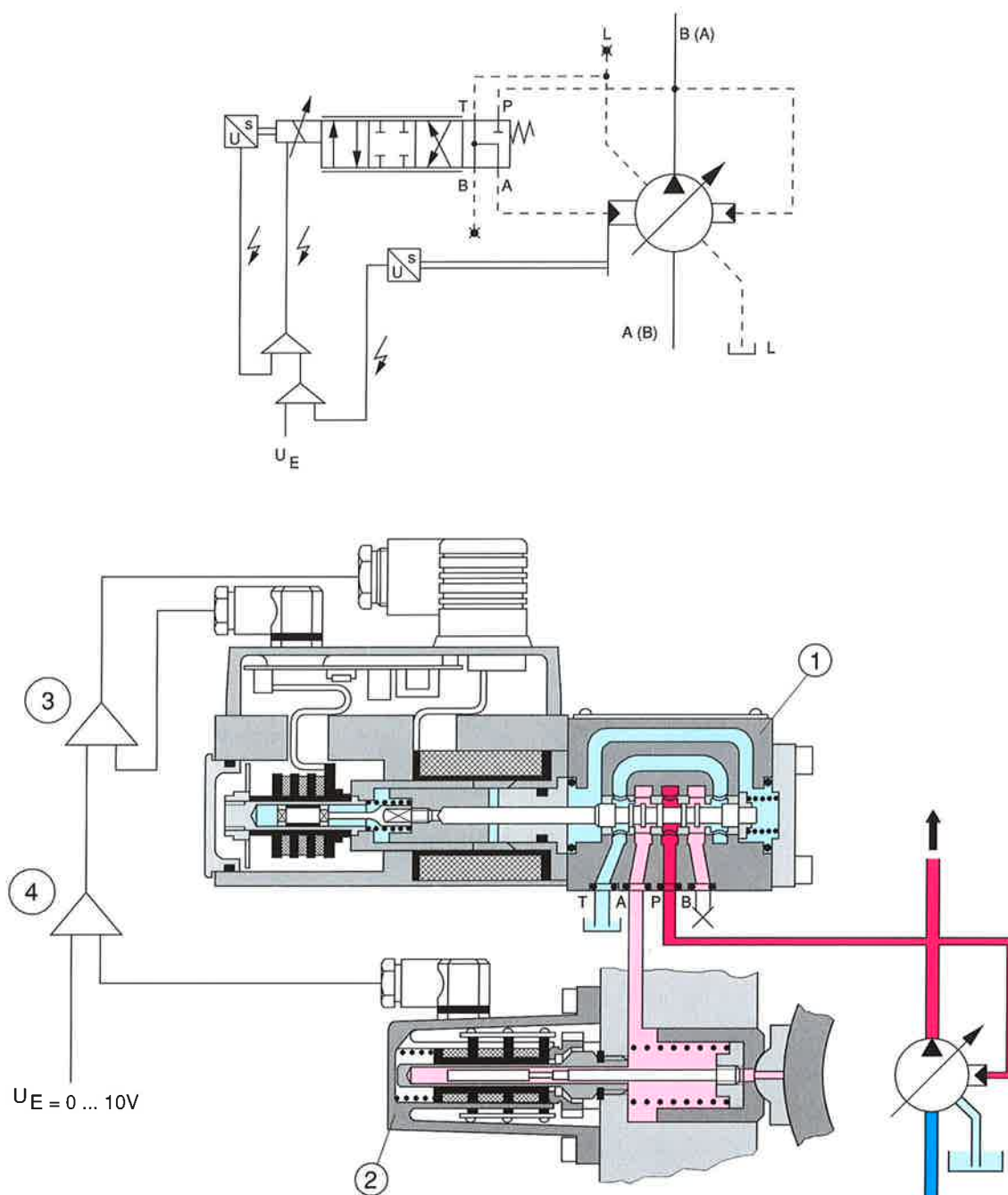
effekthyperbelen, kan velges, mens den egentlige effektregeringen ligger på selve hyperbelen.



2.8 Elektrohydraulisk styring med reguleringsventil

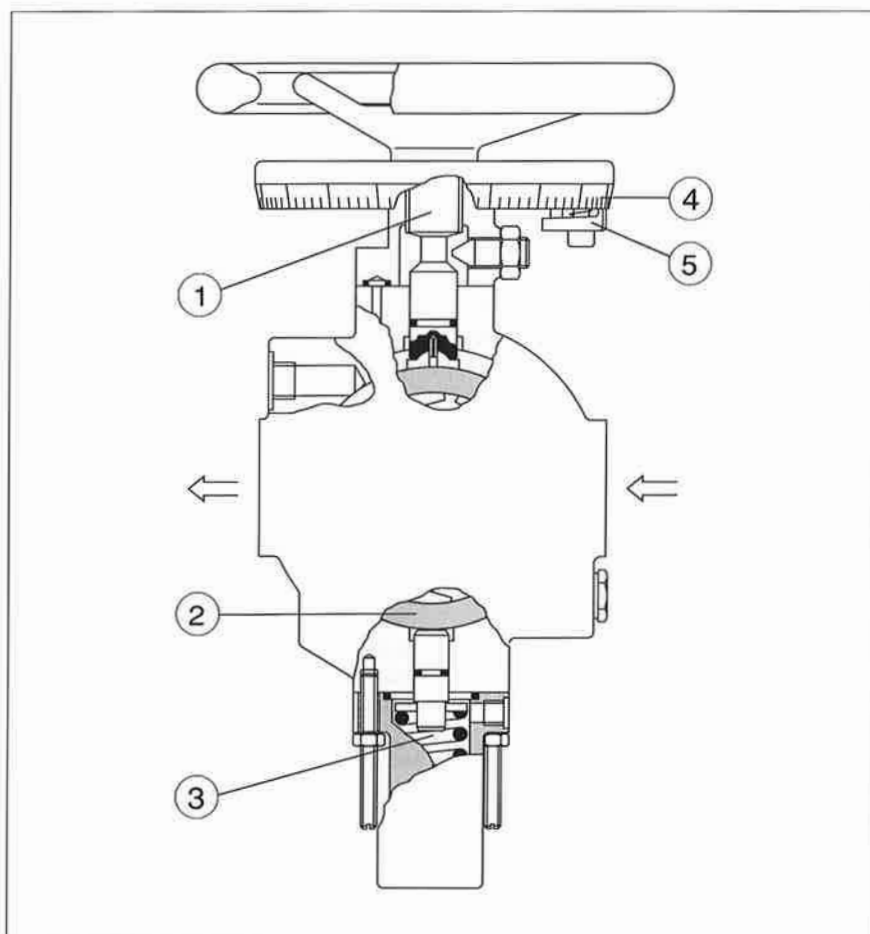
Elektrohydraulisk styring gir mulighet for trinnløs regulering av volumstrømmen i forhold til en styrespenning i området 0 – 10 V. Kapasitetsringen beveges av en standard 4/4 reguleringsventil NG 6 ①. Kapasitetsringens stilling registreres med en induktiv føler og sammenliknes med inngangssignalet. Denne type av elektrohydraulisk stillingsregulering sikrer en rask innstilling og god repeterbarhet. Sammen med en trykkløser kan den utvides til en kombinert trykk - volumstrøm regulering. Denne formen for

styring er praktisk talt tapsfri. De elektroniske servoforsterkerne ③ og ④ er konstruert på kretskort i Europa-format.



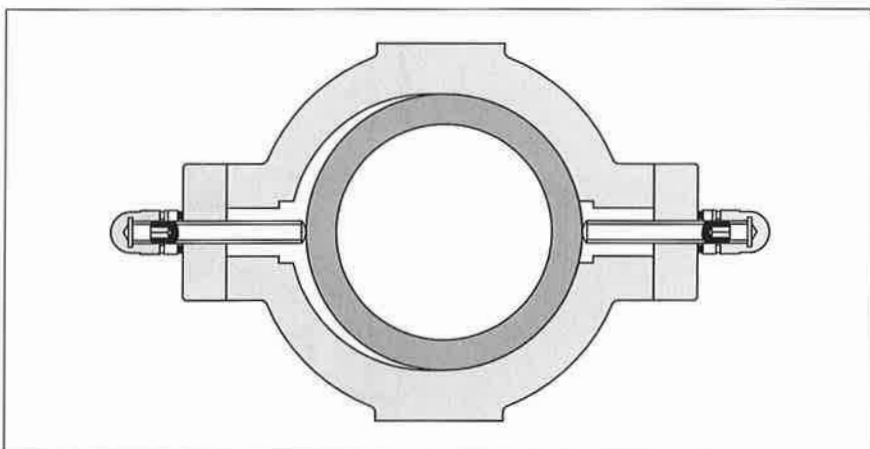
2.9 Styring med ventiltratt

Kapasitetsringen ② trykkes mot en fjær ③ ved hjelp av en spindel ① med svært fine gjenger. Den innstilte forskyvningen vises på en justerbar sirkelformet skala ④ og på en lineær skala ⑤. Denne reguleringsmetoden brukes fortrinnsvis ved tilsetning av polyalkoholer og isocyanater for skum i polyuretan (plastframstilling). Til dette spesielle formålet må det gjøres noen endringer av pumpa.



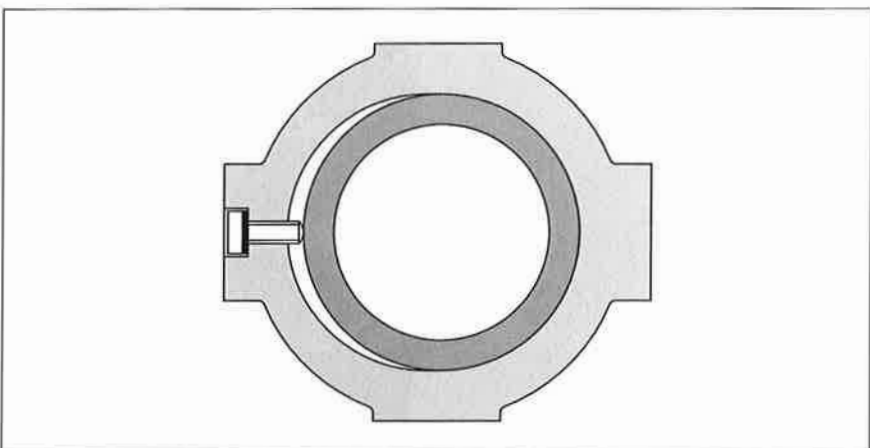
2.10 Mekanisk innstilling av slaget

Den enkleste formen for innstilling av slaglengden er et mekanisk system. To justeringsskruer brukes til å innstille kapasitetsringens eksentrisitet. Legg merke til at kapasitetsringen alltid skal være fast innspent.



2.11 Fast innstilt pumpe

Ved hjelp av en fastspent kapasitetsring i et vanlig pumpehus kan en få en pumpe med fast innstilling.



3 En kombinasjon av flere pumper

Radialstempelpumper er konstruert som gjennomstrømningspumper, slik at flere ulike pumper kan kombineres uten at det trengs noe fordelingsgir. Det gir mulighet for svært kompakte oppstillinger med flere pumper. Den første pumpeenheten i en slik kombinasjon er alltid en radialstempelpumpe som er utstyrt med en styrepinne. Dette tillater drift av den neste pumpa (eller pumpene) som er påflenset. Den gjennomgående drivakselen ① føres gjennom en boring i midten av styretappen ②. Radialstempelpumper eller tannhjulspumper kan føyes til som tilleggspumper, i mange ulike størrelser og typer.

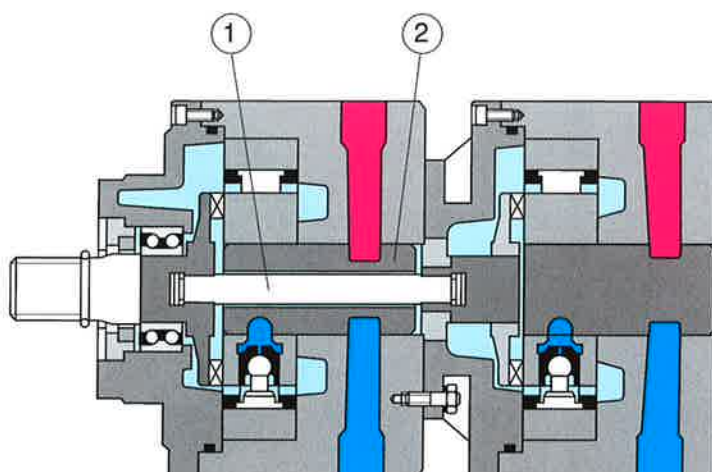
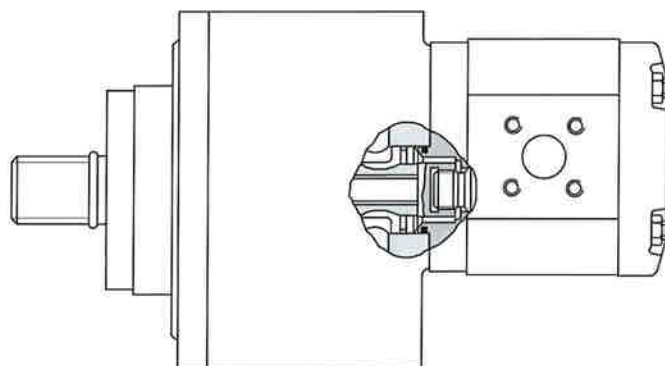
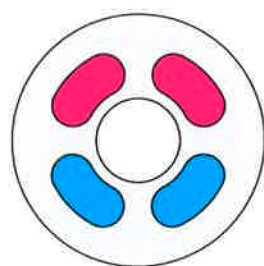
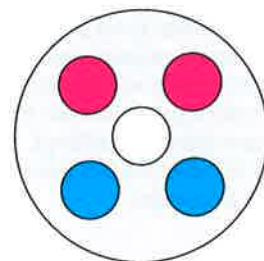
Vi skiller mellom:

Gjennomgående drev med lite dreiemoment

Styretappen har en senterboring for den gjennomgående akselen. Det dreiemomentet som skal overføres, er begrenset og brukes mest til drift av mindre tannhjulspumper.

Gjennomgående drev med stort dreiemoment

Styretappen for gjennomgående drev med større dreiemomenter er presisjonsstøpt med suge- og trykkanaler utformet med nyreformet tverrsnitt og fordelt rundt senterboringen. Som et resultat av dette blir det et like stort areal for gjennomstrømningen, samtidig med at det er plass til større senterboringer. Med større senterboring kan akseldiameteren gjøres større. Belastningsevnen til denne akselen er tilstrekkelig til drift av flere stempelpumper som kan tåle de høyeste trykkene. (Katalogene gir nærmere opplysninger.)

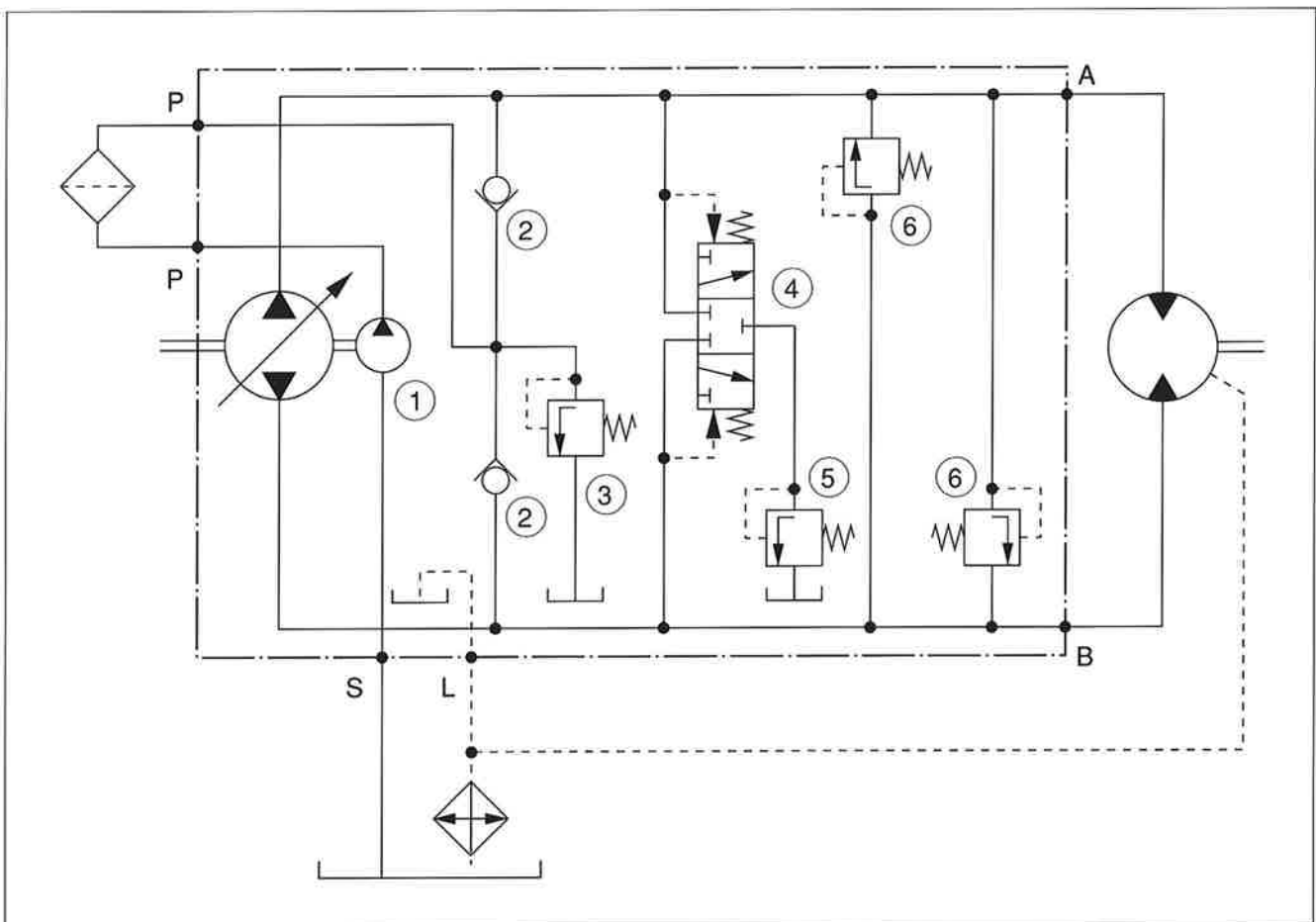


4 Pumpe for lukket krets (for hydrostatiske transmisjoner)

Det som er karakteristisk for en radialstempelpumpe er at den er reversibel. En kan altså fritt velge flytretning, samtidig med at rotasjonsretningen er konstant. Det gjør pumpa spesielt velegnet til bruk i en lukket krets. Sammen med en hydraulisk motor danner den da en såkalt hydrostatisk transmisjon, der utløpshastigheten kan endres kontinuerlig med meget små tap.

Som styreelement kommer først og fremst servostyring i betraktning. Dette kan kombineres med trykkoverstyring. En lukket krets krever et antall ekstra komponenter. Disse er vist i diagrammet, og er:

- ① Matepumpe
- ② Tilbakeslagsventil
- ③ Trykkbegrensningsventil I
- ④ Vekselventil
- ⑤ Trykkbegrensningsventil II
- ⑥ Høytrykksbegrensningsventil



5 Leveringsprogram

(Data i katalogen er bindende)

Radialstempelpumper leveres i de grunnutførelsene som er nevnt nedenfor. Nesten alle størrelser kan leveres med styre- og reguleringssystemer. En kombinasjon av to pumper er mulig for alle pumpe-størrelser. Den største av de to pumpene må plasseres som trinn 1. Dessuten kan det tilføyes tannhjulspumper. Det finnes spesialutførelser for drift i lukket krets. Andre spesialutførelser kan tilbys når det gjelder drivaksel, flens, porter på sugesiden og trykksiden, pakning osv.

Fortrengningsvolum (per omdr.)		16 cm ³	19 cm ³	32 cm ³	45 cm ³	63 cm ³	80 cm ³	90 cm ³
Standard-utførelse S	kontinuerlig trykk	280 bar	280 bar	280 bar	210 bar	280 bar	210 bar	280 bar
	maks. arbeidstrykk	315 bar	315 bar	315 bar	230 bar	315 bar	230 bar	300 bar
	spisstrykk	350 bar	350 bar	350 bar	260 bar	350 bar	260 bar	330 bar
Høytrykks-utførelse H	kontinuerlig trykk	350 bar	350 bar	350 bar	–	350 bar	–	–
	maks. arbeidstrykk	385 bar	385 bar	385 bar	–	385 bar	–	–
	spisstrykk	420 bar	420 bar	420 bar	–	420 bar	–	–
Maks.... for 0,8 bar absolutt innløpstrykk		3000 min ⁻¹	2700 min ⁻¹	2500 min ⁻¹	1800 min ⁻¹	2100 min ⁻¹	1500 min ⁻¹	1500 min ⁻¹
Maks.... for 1 bar absolutt innløpstrykk		3500 min ⁻¹	2900 min ⁻¹	2900 min ⁻¹	2100 min ⁻¹	2300 min ⁻¹	1800 min ⁻¹	1800 min ⁻¹

Styrestermer med åpen eller lukket krets

A	Ratt (for polyuretanskum)
B	Mekanisk kapasitetsring innstilling (V = konst.)
C	Servostyring (åpen krets)
E	Servostyring (lukket krets)
F	Trykkregulering, kan innstilles
G	Trykkregulering, kan stenges
H	Forstyrt hydraulisk fjernbetjening
J	Kombinert trykk- og volum- strømsregulering
K	Effektregulering
L	Hydraulisk volumstrøms- regulering (lukket krets)
N	Hydraulisk volumstrøms- regulering (åpen krets)
P	Elektrisk volumstrøms- regulering (lukket krets)
Q	Elektrisk volumstrøms- regulering (åpen krets)

R	Kombinert trykk og volumstrøm - regulering med P-T styrekant
S	Kombinert trykk og volumstrøm- regulering med P-T styrekant og fjernstyrt trykk
Y	Maks. volumstrøm begrenset
X	Mooringregulator
W	Trykk begrenset, forinnstilt
Z	Trykk og volumstrøm begrenset, hydraulisk styrt

6 Montasjeinstrukser

Det stilles ingen spesielle krav til montering av radialstempelpumper. Omdreiningretningen må merkes av. Pumpas drivaksel må ikke utsettes for radielle eller aksielle krefter. Det finnes en egen kopling for dette. Alle beskyttelsesdeksler må fjernes før tilknytning til rørledning. Det anbefales å utføre montasjen i et rent miljø.

Det må benyttes presisjonstrukne stålrør ifølge DIN 2391.

Sugeledning

For å redusere montasjetid og støy anbefales det å bruke korte sugeledninger med stor diameter. Bruk av skjøter med liten radius og slanger som er flettet sammen, bør unngås på grunn av fare for innsuging av luft og stor strømningsmotstand. I stedet bør det brukes fast røropplegg eller fleksible slanger. En må sørge for å opprettholde et minste trykk på 0,8 bar. Hvis rørdiameteren må reduseres, bør det skje så nær pumpas sugeside som mulig. Hvis en setter inn et filter ($> 150 \mu\text{m}$) eller en avstengningsventil i sugeledningen, må disse plasseres lett tilgjengelig over oljenivået.

Trykkledning

Rørene i trykkledningen må ha tilstrekkelig styrke.

Ledning for drenering

Denne rørledningen må monteres slik at pumpas innside alltid er fylt med olje. Denne ledningen må holdes atskilt fra alle andre ledninger i systemet. Åpningen må alltid være høyere enn nivået i oljetanken. Det må tas hensyn til den maksimale tillatte avstanden til sugeledningen. Det må ikke monteres filtre, kjølere eller ventiler i denne ledningen. Dreneringsledningens maksimale lengde må ikke overskride 3 meter. Trykket ved porten må ikke overskride 2 bar absolutt trykk (1 bar overtrykk) når det arbeides med pumper i åpen krets. Den anbefalte ytterdiameteren for rørledningene er (for lettere anlegg):

RKP 16 og 19: 15 mm

RKP 32 og 45: 18 mm

RKP 63, 80 og 90: 22 mm

Når pumpene arbeider i lukket krets, kan det tillates et maksimalt trykk på 4 bar absolutt ved oppstart, men bare for et kort øyeblikk.

Støy

Radialstempelpumper støyer relativt lite. Støyen fra hele systemet avhenger i høy grad av hvordan pumpa er montert, og hvordan røropplegget er utført. Støytransmisjon fra pumpehuset til systemets øvrige komponenter med store utstrålingsflater bør unngås ved hjelp av:

- Pumpemontasje med dempende flens
- Fleksible slanger i stedet for stive rør til pumpa
- Feste av rørledninger til systemet med elastisk oppheng

Oppstart av pumpene

Før pumpene startes opp for første gang, må pumpehuset fylles med olje gjennom dreneringsledningens tilknytning. Det må tas hensyn til rotasjonsretningen. Det må opprettholdes et lavt trykk helt til all luft er ute av systemet.

Advarsel:

Oljetemperaturen i tanken må aldri overskride pumpetemperaturen med mer enn 25 grader. Hvis dette skulle forekomme, må pumpa varmes opp ved å slå den på og av med mindre enn 1–2 sekunders mellomrom.

Aksialstempelpumper og motorer

1 Beskrivelse

Aksialstempelpumper og motorer er store maskiner med stemplene montert inne i en sylinder, parallelt med rotasjonsaksen. Omformingen av den roterende bevegelsen fra drivverket til stemplenes fram- og tilbakebevegelse skjer på grunnlag av tre hovedprinsipper. Aksialstempelpumper egner seg for både pumpedrift og motordrift.

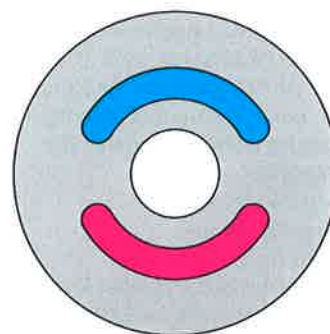
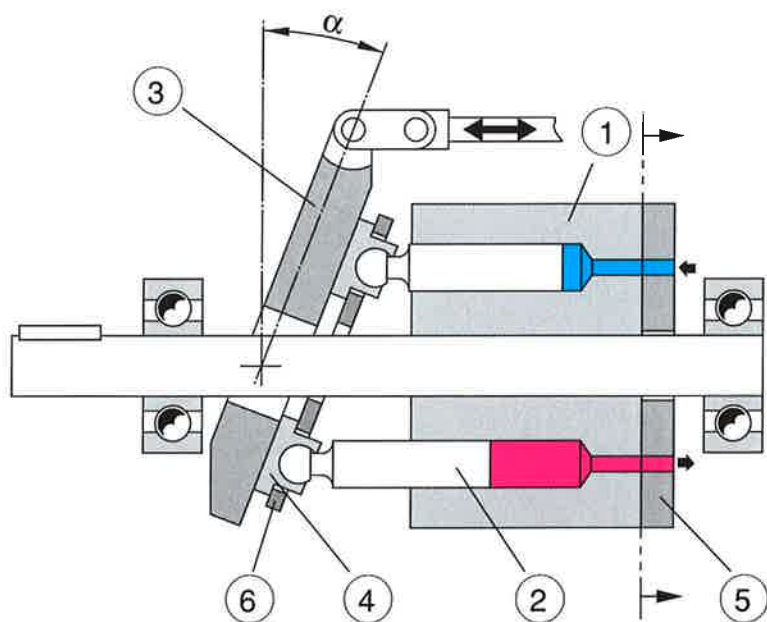
2 Pumpe med skråskive

I denne utførelsen overfører sylinderblokkken ① den roterende bevegelsen til stemplene ②. Stempelbevegelsen i aksial retning bestemmes av skråskiva ③ som er festet til pumpehuset. Denne skråskiva kan justeres rundt en akse loddrett på drivakslen. De roterende stemplene beveger seg langs en ellipseformet bane på den stillestående skråskiva. Friksjonen holdes på et minimum ved hjelp av gli-desko ④ eller aksiallagre. I sugefasen holdes stemplene i kontakt med skråskiva ved hjelp av en spesiell holdeplate

⑥.

I trykkfasen tvinges de av skråskiven innover i sylinderblokkken.

En fordeler med nyreformede spor sørger for at volumstrømmen fra de enkelte stemplene skjer i samme retning og at stempelportene er forbundet med trykksiden og sugesiden til rett tidspunkt. Fordeleren befinner seg i en stasjonær fordelerplate ⑤. Sylinderblokkene roterer mot denne platen, og derved forbindes stempelportene med respektive innløp og utløp.



3 Pumpe med skråblokk (Thomaprinsippet)

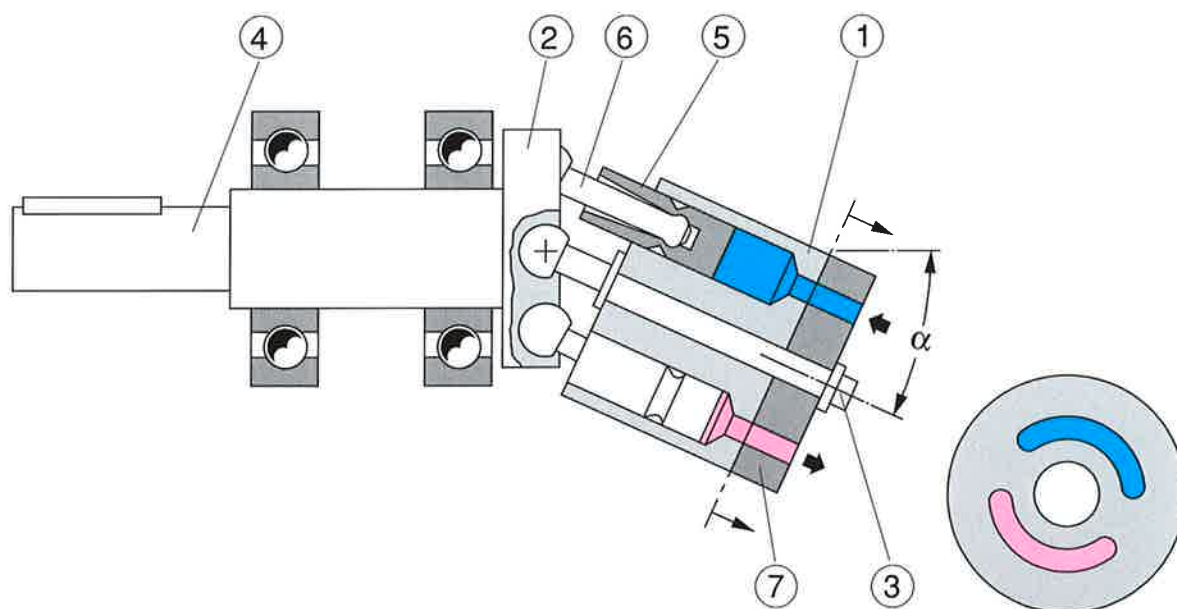
I denne pumpetypen drives sylinderblokken ① av den skråstilte akselen ③ slik at drivflensen ② tvinger stemplene ⑤ inn og ut av sylinderblokken. Fordrengningsvolumet varierer i forhold til vinkelen mellom sylinderaksen og drivakselen. Dette prinsippet muliggjør reversible utførelser av slike pumper.

Stemplene og drivflensene er forbundet ved hjelp av kuleledd ⑥. Stemplene dras ut under sugefasen og skyves inn under trykfasen. Det er et ekstra kuleledd mellom selve stemplene og stempelstengene. Det kompenserer for forskjellen mellom den elliptiske og den sirkelformede banen.

Sugesiden og trykkside blir holdt adskilt ved hjelp av nyreformede spor i fordelerplaten ⑦. Fordelerplaten kan enten være plan eller bueformet avhengig av den enkelte utførelsen. Den svinger sammen med sylinderblokken. Dette betyr at trykkforbindelsen må føres gjennom svinglagrene.

Det suges olje direkte fra pumpekammeret under sugefasen. Dette gjelder for utførelser med bare én flytretning.

Ulike versjoner av den utførelsen som ble beskrevet ovenfor, kan leveres med sylinderblokk drevet av enten et kardangledd eller via koniske tannhjul.

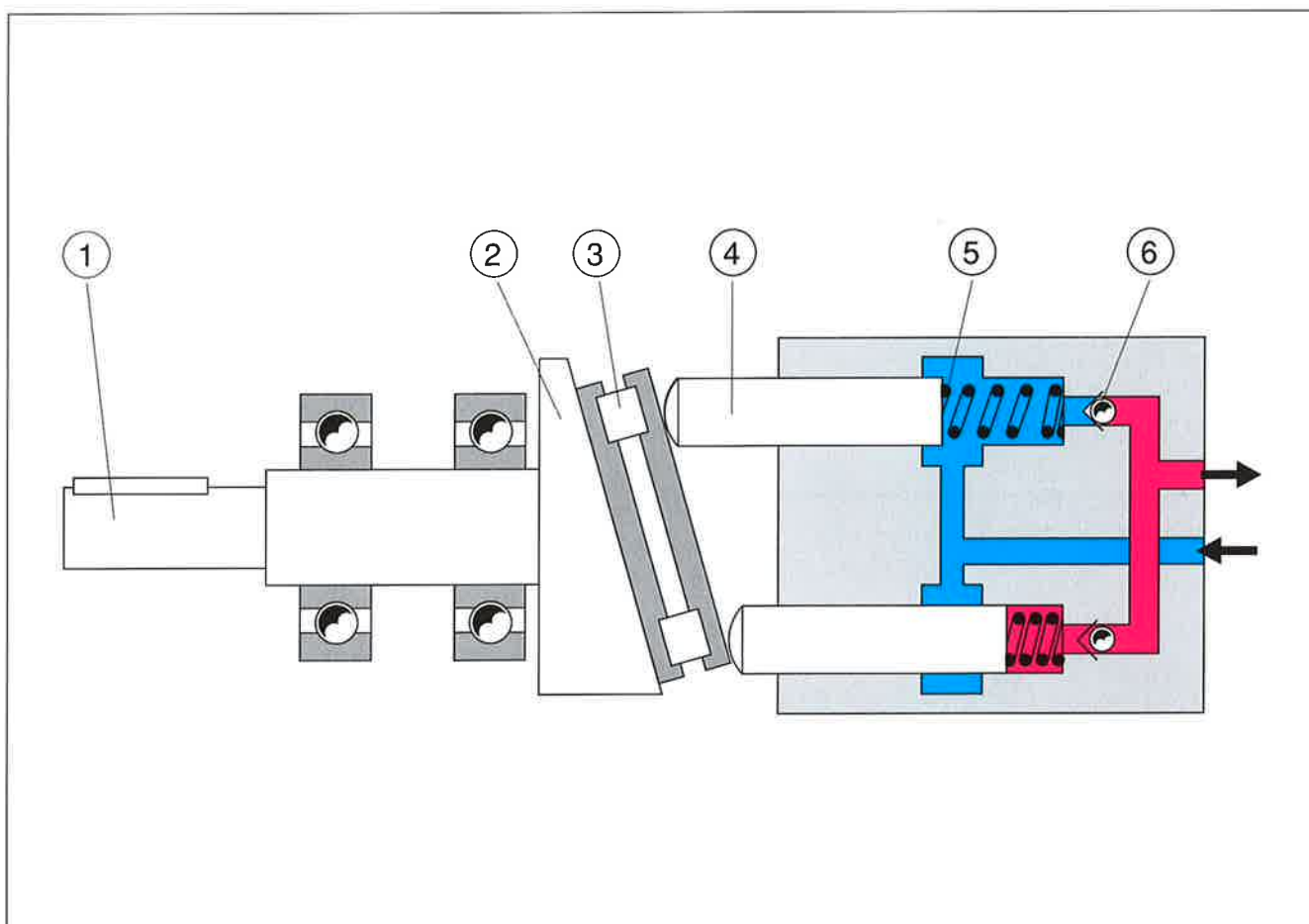


4 Pumpe med vippeskive

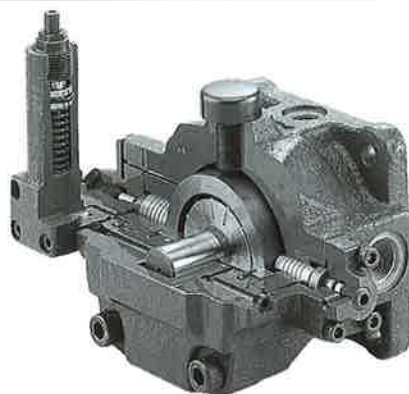
I denne pumpetypen drives en vippe-skive ② av drivakselen ①. Denne skiva overfører sin aksielle bevegelse til de ikke-roterende stemplene ④. Stemplene presses mot vippeskiva av fjærer ⑤.

Et aksiallager ③ overfører trykkreftene mellom stemplene og vippeskiva når disse beveger seg mot hverandre. Likeretningen av strømmen fra de enkelte stemplene kan skje ved hjelp av de enkelte ventiler ⑥ eller spaltestyring på det enkelte stempel. Det kan

også benyttes andre løsninger ved de enkelte stemplene for å oppnå dette. Vippevinkelen for skiva kan ikke endres for denne pumpetypen. Det vil altså si at fortrengningsvolumet er konstant.

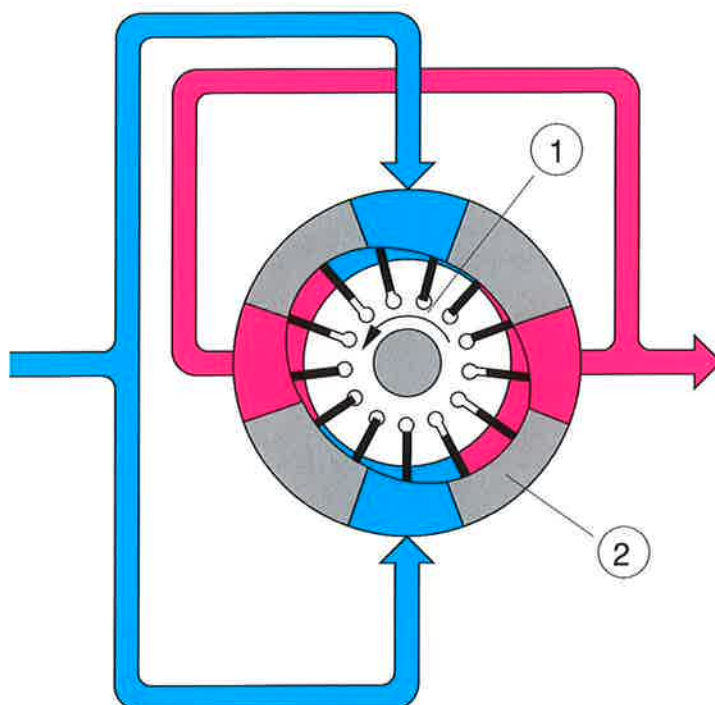


Vingepumper



1 Vingepumper med konstant fortrengning

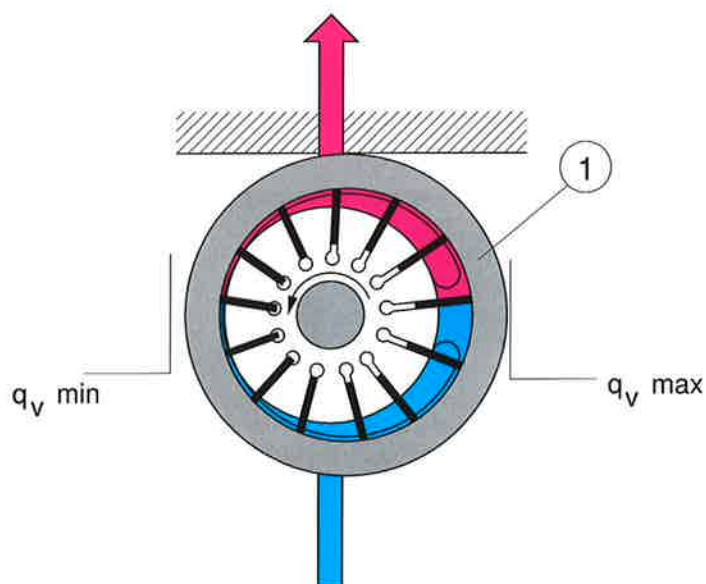
I denne pumpetypen er vingene anbrakt i radielle spor rundt rotorens omkrets ①. Når rotoren går rundt, tvinges disse vingene utover av sentrifugalkraften og av trykket innenfra, slik at de presses mot statorens innvendige flate ②. Statoren har form som en ellipse slik at det dannes to sugekamre og to trykkamre. Sugekamrene og trykkamrene er plassert diametralt motsatt i forhold til hverandre slik at rotorens radielle lagerkrefter blir kompensert. Sugekamrene og trykkamrene er skilt fra hverandre med styrespor i portplatene som er montert mot rotorens endeflater. Fra disse platene fører åpninger i huset til trykkportene og sugeportene.



2 Vingepumper med regulerbar fortrengning

I denne pumpetypen er det en sirkelformet kapasitetsring ① i stedet for en elliptisk ring. Kapasitetsringens eksentrisitet kan endres ved å forskyve ringens stilling, og dermed kan pumpas fortreningsvolum varieres. Rotorens radielle krefter blir kompensert ved hjelp av passende lagre. Dette er nødvendig fordi pumpas trykkside og sugeside er plassert diametralt motsatt. Systemtrykket tvinger kapasitetsringen mot høyre og den "ruller" rundt innsiden av huset slik at dens fortreningsvolum endres.

Sugekamrene og trykkamrene er skilt ut ved hjelp av styrespor i styreplaten.

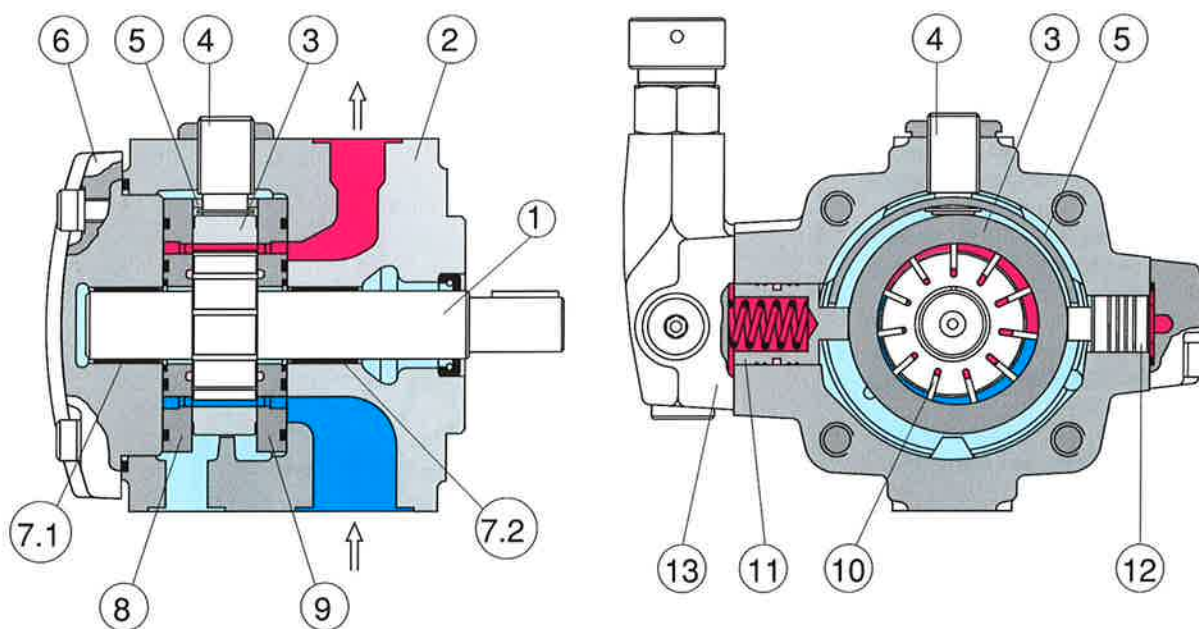


3 Utførelse

Rotoren ① er montert i lagerhylser ⑦.1 og ⑦.2 som er festet i huset ② og dekslet ⑥. Kapasitetsringen ③ holdes av skruen ④ og sitter eksentrisk i forhold til rotoren. Eksentrisiteten bestemmes av justeringsstemplene ⑪ og ⑫. Det lille justeringsstemplet ⑪ er permanent forbundet med hydraulikkretsens høytrykksside. Ved hjelp av reguleringsventilen ⑬ blir det store justeringsstemplet ⑫ påført et justeringstrykk som bestemmer den maksimale eksentrisiteten eller utbalanserer det. Trykket i det innestengte volumet mellom vingene ⑩ og rotoren kommer fra spesielle spor i rotoren. Dette trykket presser vingene mot kapasitetsringen.

Oljen ledes fra sugesiden til trykksiden via styrespor i platen ⑨. Trykksiden og sugesiden er skilt av platene ⑧ og ⑨.

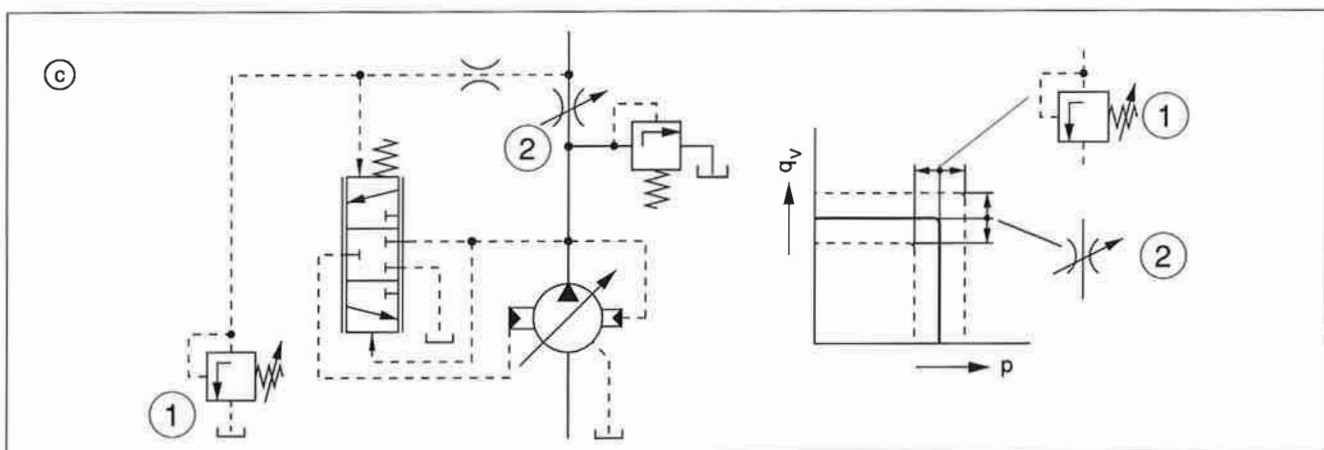
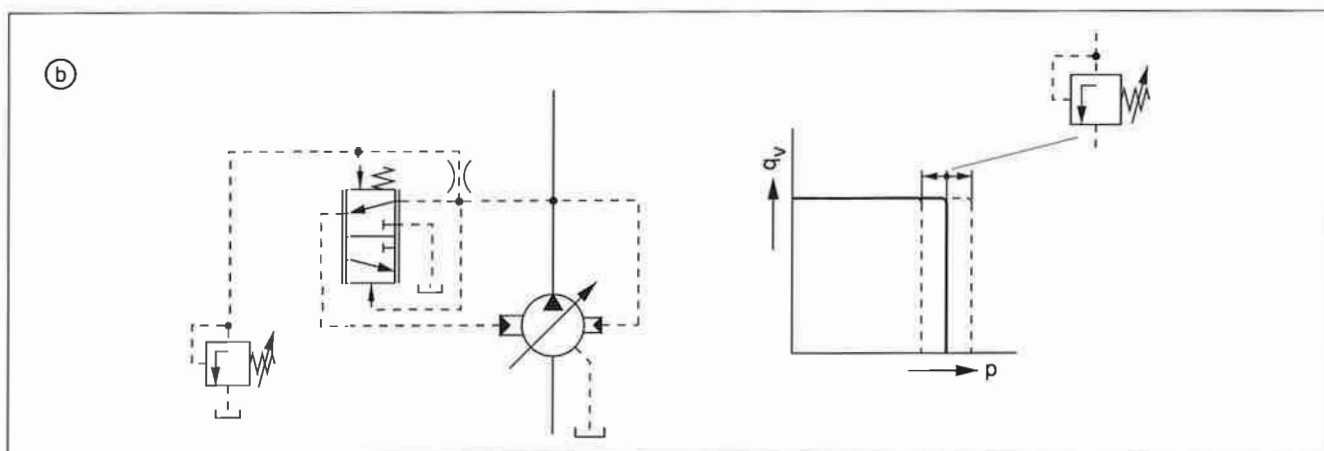
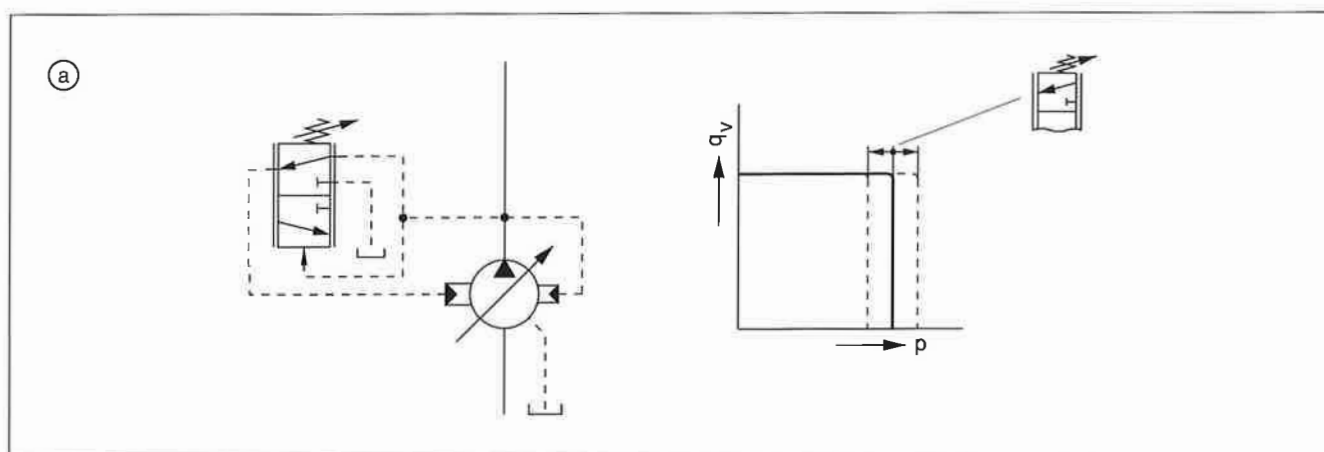
Utløpstrykket er forbundet med de to øvre platene via den aksielle klaringen. Disse to platene er tettet hver for seg. ... en en halvsirkelformet distansering ⑤ sikrer en minimumsklaring mellom styreplaten og rotor



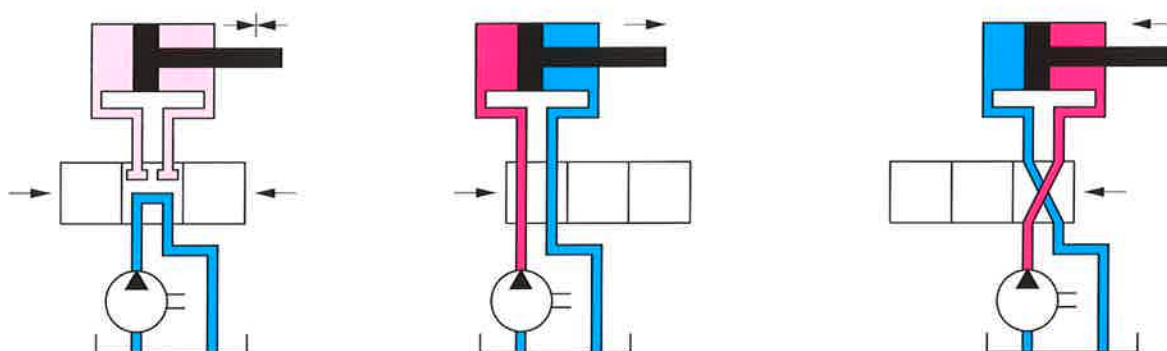
4 Reguleringsystemer

Vingepumpas kapasitetsring er en bevegelig komponent med samme virkning som volumfortrengningen i radialstempelpumper. Alle relevante styre- og reguleringsystemer er teoretisk behandlet i avsnittet om radialstempelpumper. Følgende utførelser av reguleringsystemer for vingepumper leveres:

- (a) Trykkregulering med mekanisk innstilling
- (b) Trykkregulering med hydraulisk innstilling
- (c) Kombinert regulering av trykk og volumstrøm



Retnings- ventiler generelt



1 Formål

Retningsventilenes oppgave er å styre forbindelsen mellom ulike deler av et hydraulisk system ved sammenkopling, frakopling og/eller endring av flytretning. Med slike ventiler kan effekten, som er produktet av trykk og volumstrøm, dirigeres i ønsket retning og derved styre forbruksstedene (sylindere eller hydrauliske motorer) med hensyn til start, stopp og bevegelsesretning.

2/2 retningsventil

3/2 retningsventil

4/2 retningsventil

Antall stillinger

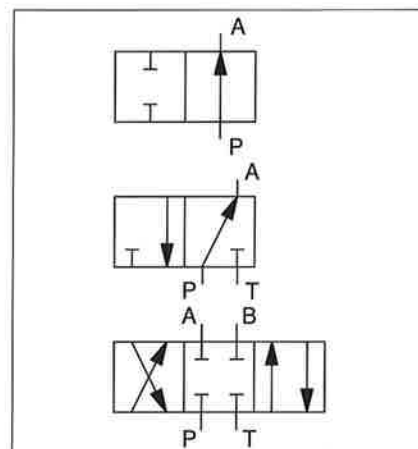
Antall porter

2 Grafiske symboler og betegnelser

Antall ventilstillinger og antall porter har stor betydning for retningsventiler. Opplysninger om dette settes alltid umiddelbart foran betegnelsen. Hver ventilstilling er representert ved et kvadrat. Piler og linjer inne i dette kvadratet gir opplysninger om forbindelsene mellom portene.

Det fullstendige grafiske symbolet består av et antall kvadrater i en rekke. Den enkleste retningsventilen har to porter og to funksjonsstillinger.

Det er lettest å forstå funksjonen for retningsventilenes forskjellige stillinger hvis hele symbolet forskyves i forhold til de faste ledningene i den hydrauliske kretsen (se eksemplet i figuren ovenfor).



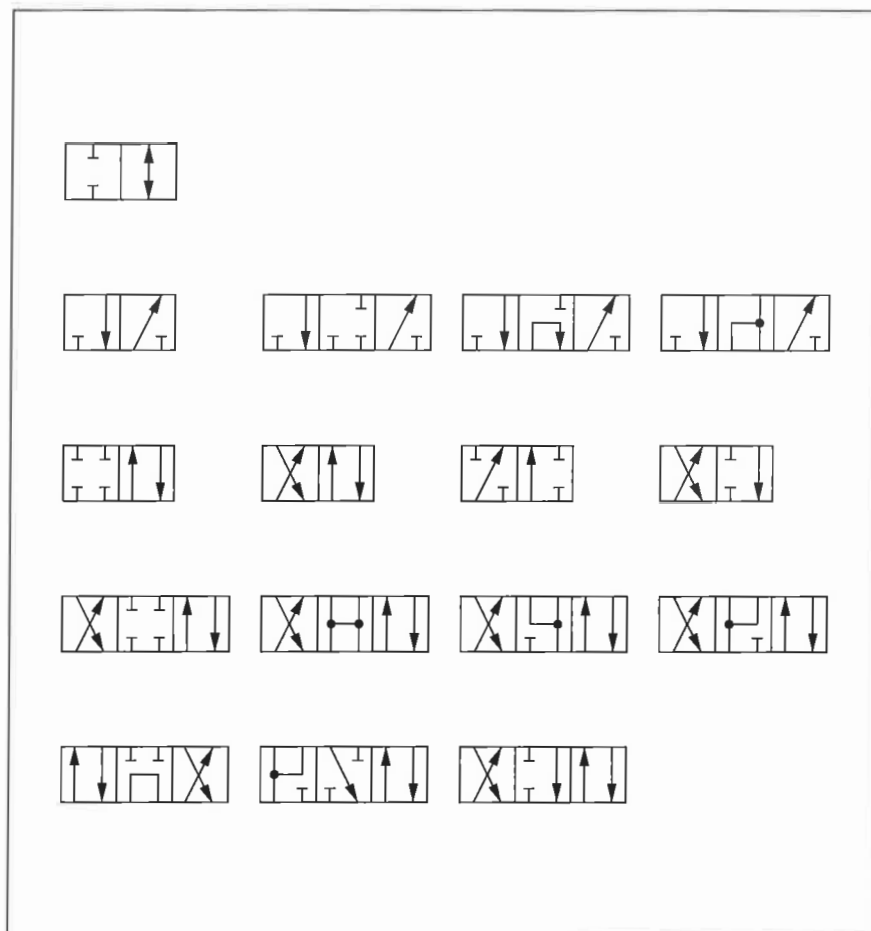
Portenes betegnelse* er vanligvis angitt for ventilens normale stilling eller utgangsstillingen. Her benyttes følgende angivelser:

P Trykkport (pumpe)
T Utløpsport (til tank)
A, B Arbeidsporter
L Port for drenering
X, Y Forstyringsporter

*Ikke standardisert

2.1 Varianter av grafiske symboler

I samsvar med de kravene som stilles i praktisk anvendelse, er det et stort antall mulige forbindelser mellom portene. Nedenfor vises noen eksempler.



2.2 Styring

Sjaltingene styres utenfra og stiller retningsventilene i deres forskjellige funksjonsstillinger. De grafiske symbolene viser også styringsmekanismen.

Manuelt styrt
(vanlig)

Manuelt styrt
med raster

Med vikende rulle

Med fotpedal

Hydraulisk styrt

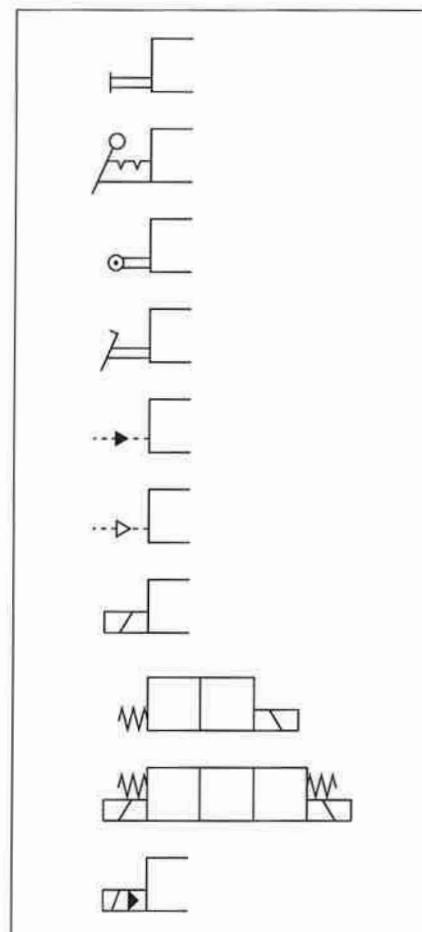
Pneumatisk styrt

Elektrisk styrt

Med fjærretur
og magnetpole

Med fjærsentring
og magnetpole

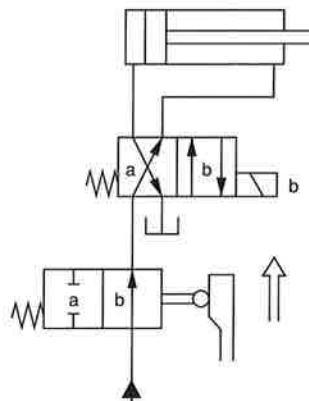
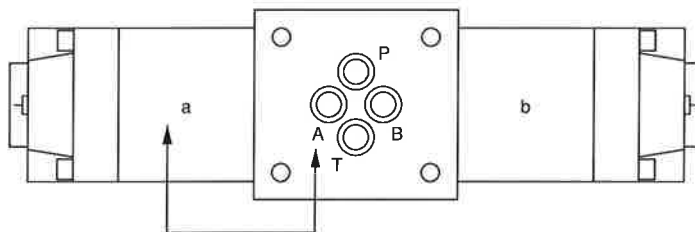
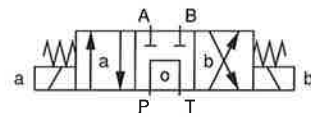
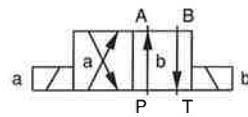
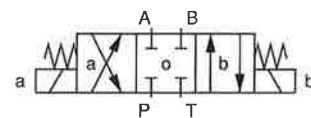
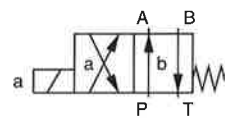
Forstyrt
(elektrisk styrt,
hydraulisk drevet)



2.3 Betegnelser for ventilstillinger*

Ventilstillingene og deres tilsvarende styremekanismer betegnes som angitt ovenfor med a, b ... Ventilstillingene er angitt horisontalt og satt ved siden av hverandre. De viktigste betegnelse som er angitt fra venstre mot høyre, skrives med små bokstaver. Retningsventilens hovedstilling angis med symbolet "0" når det er mer enn to ventilstillinger.

Betegnelsen a, b, ... angir stillingene for portene A og B i ventilhuset. Det er ingen sammenheng mellom ventilens styringsmekanisme og flytretningen. Denne sammenhengen går fram av utførelse av ventilen.



2.4 Nullstilling og utgangsstilling*

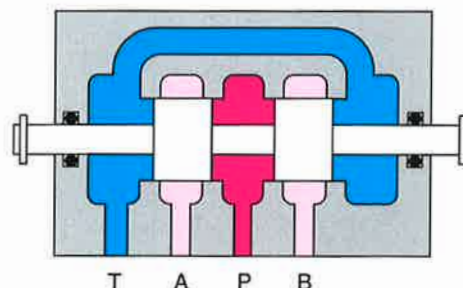
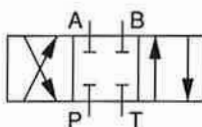
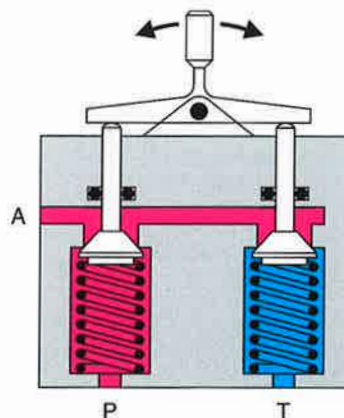
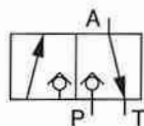
I koplingsskjemaer blir retningsventiler vanligvis vist i den såkalte nullstillingen. Det er imidlertid unntak når det for eksempel gjelder å vise at startstillingen til en retningsventil med vikende rulle ikke er den samme som nullstillingen.

* Ikke standardisert

3 Utførelser

3.1 Seteventiler

Fordelen ved de seteventilene som har kule eller kjegle som sperreelement, ligger i deres evne til å være helt stengt i sperreretningen. Ulempen er at det kreves store drivkrefter for å forskyve sperreelementet. Det er fordi det praktisk talt er umulig å få en aksial trykkutjevning.



3.2 Sleideventiler

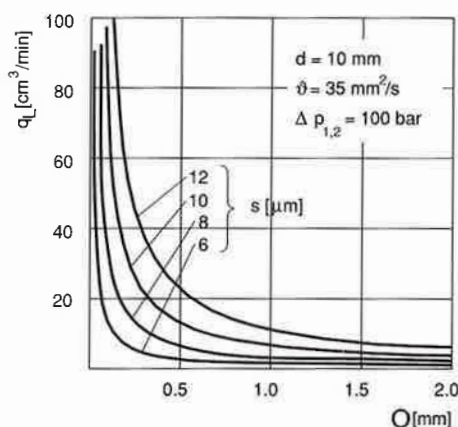
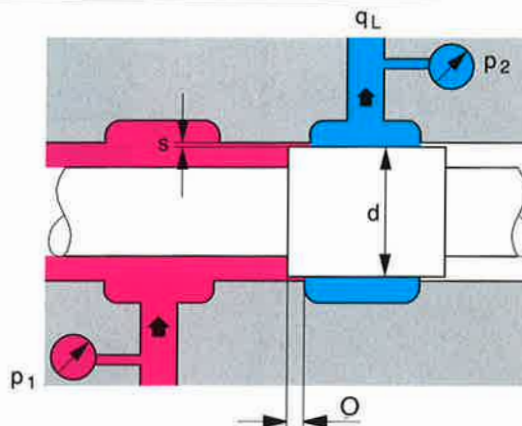
I denne typen av ventiler er huset forsynt med en sylindrisk utboring som har en rekke ringformede spor. Antallet svarer til antall porter. Ventilsliden, som også har en rekke ringformede spor, glir aksielt i boringen i ventilhuset. Avhengig av sleidens stilling inne i huset kan det åpnes eller stenges for ulike portforbindelser.

4 Intern tetning i sleideventiler

Det er ikke mulig å få en perfekt tetning av sleideventiler. Det skyldes deres spesielle konstruksjon. Stengningen mellom to porter avhenger av klaringen mellom sleiden og ventilhuset.

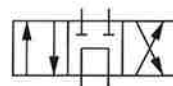
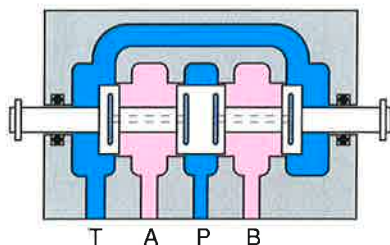
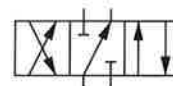
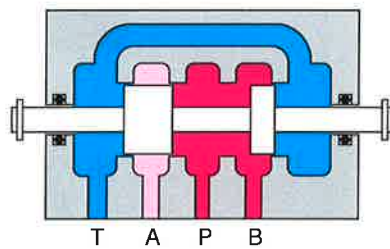
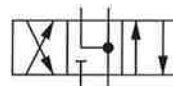
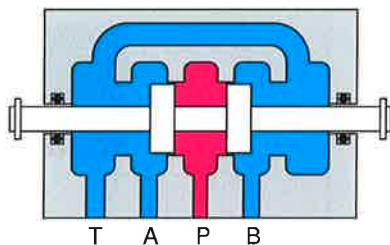
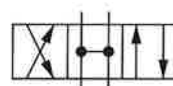
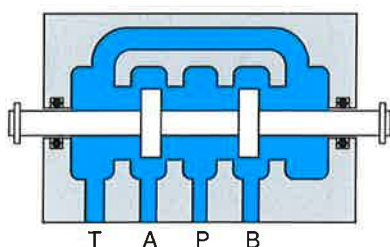
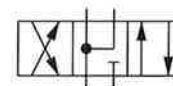
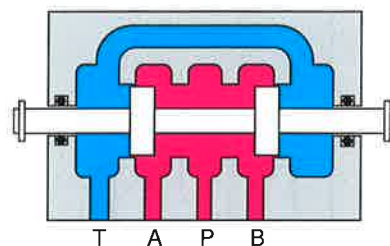
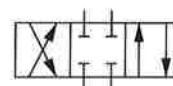
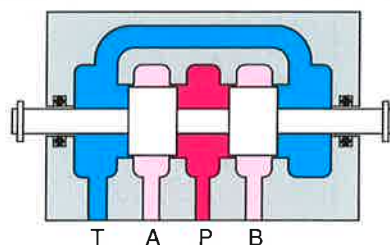
Sleidens klaring er et kompromiss mellom produksjonskostnader, følsomhet for forurensning og tillatt lekkasje. For tiden ligger klaringen i området mellom 5 og 15 μm .

Ved produksjon av sleideventiler blir valget av aktuell sleide og hus bestemt av prinsippet om parvis tilpasning. Lengden av overlapping er et kompromiss mellom størrelse, sleidens vandring og tillatt lekkasje. Sleidens vandring er kort ved elektromagnetisk styring, og det kreves derfor små overlappinger. Ved manuell styring velges det lange vandring for å oppnå nøyaktig styring i overgangsfasen. Derfor må det tas hensyn til større overlapping.



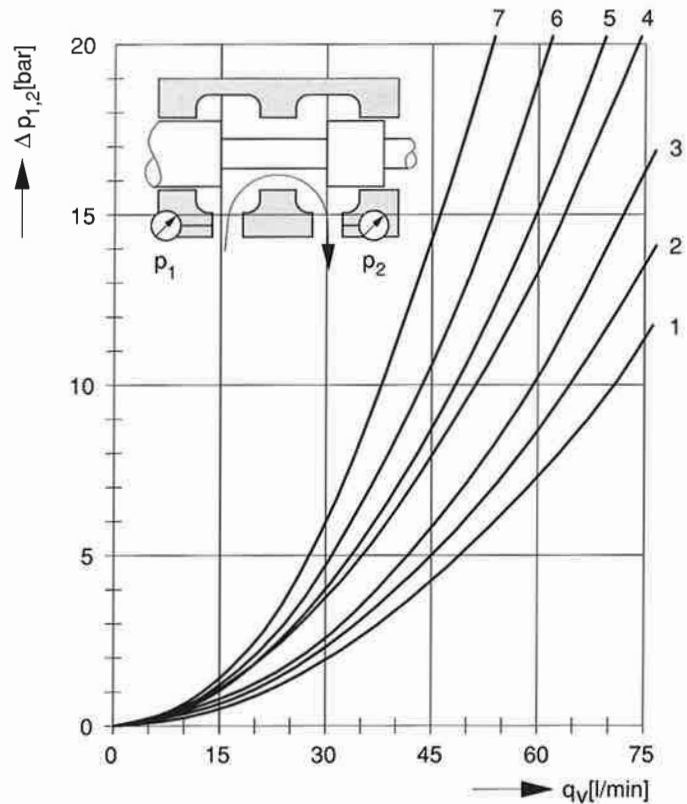
5 Sleidetyper og deres symboler

Den store variasjonen i sleideventilenes styremuligheter oppnås med ulike sleidetyper og ikke med ulike typer av hus. Dette er vist på figurene til høyre.



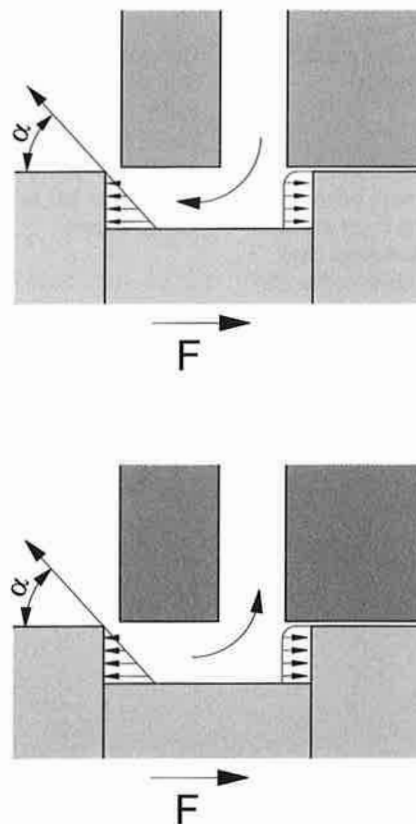
6 Strømningsmotstand og trykktap

Den hydrauliske motstanden er avhengig av arealet i ventilåpningen og gir anledning til trykktap. Sammenhengen mellom trykktapet Δp og strømningshastigheten q_v kan uttrykkes ved likningen $q_v = \sqrt{\Delta p}$. Denne funksjonen er tydeligvis kvadratisk og representeres av en parabel. Kurvene 1–7 viser denne sammenhengen for ulike utførelser av retningsventiler.



7 Krefter på ventilsleiden

Både radielle og aksielle krefter på sleiden blir for en stor del kompensert. Ved beregning av retur fjærer og sjalteinnretninger må det tas hensyn til de deler av kreftene som ikke er kompensert. Disse resulterende kreftene har også betydning for valg av type og størrelse av styreventil.

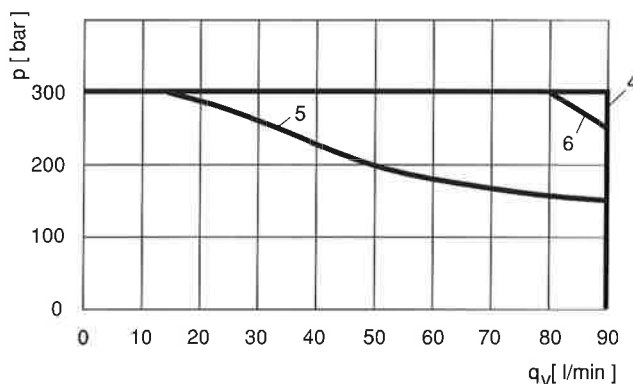
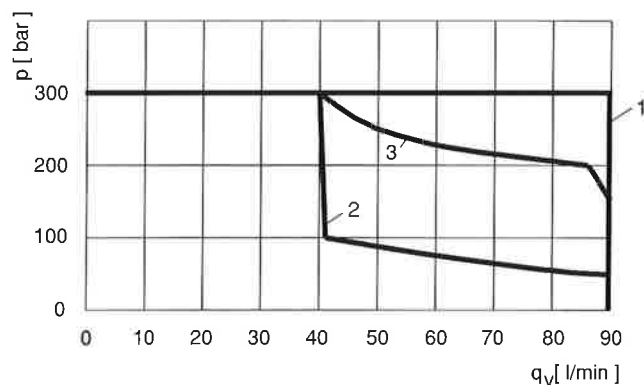


8 Bruksområder

For ulike reguleringsventiler er det visse anbefalte grenser med hensyn til aktuelle gjennomstrømninger og trykk. Dette kan vises i form av diagrammer. Når det gjelder elektrisk styrte ventiler, er det forskjell på stillkraften (kraft fra magnetspolen) og kraften i retur-fjæra.

Kurvene 1, 2 og 3: Innsjalling

Kurvene 4, 5 og 6: Utsjalling



9 Overgangstilstander

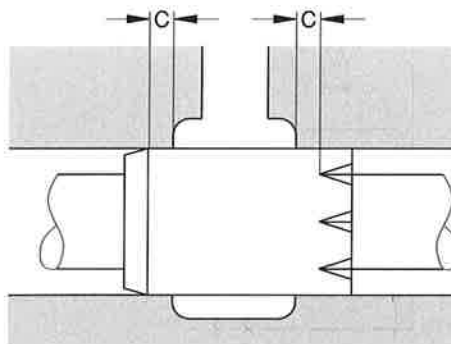
Overgangen fra en ventilstilling til en annen er kritisk for driften av en hydraulisk komponent. Det må tas hensyn til følgende forhold:

9.1 Sjaltetid

Det anbefales korte sjaltetider når det er nødvendig med en rask bevegelse av sleiden fra en stilling til en annen. Magnetpoler er for eksempel best med tanke på korte responstider. På den annen side kan korte sjaltetider ofte resultere i trykktopper og drifts-sjokk i tillegg til akselerasjonstopper ved forbruksstedet (sylinder, hydraulisk motor). For å unngå disse negative virkningene, blir retningsventilenes sjaltetider forlenget ved manuell betjening og ved bruk av passende ekstrautstyr hvis noen av de andre betjeningsmetodene benyttes.

9.2 Nøyaktig regulering

Sjaltetidens forsinkelse blir først virkelig effektiv når det er passende overganger i ventilsleidens styrekanter. Ved hjelp av spor eller utsparinger rundt sleidens styrekanter sørges det for at portene åpnes eller stenges relativt langsomt når sleiden beveges. Resultatet blir at omstillingsprosessen dempes noe.



9.3 Overlapping under drift

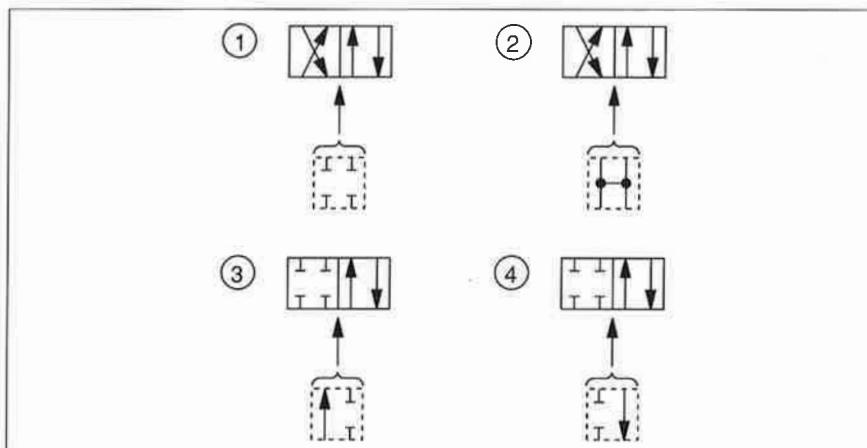
For visse grafiske symboler må det skilles mellom **positiv** ① og **negativ** ② overlapping. Det vil si at de interne åpningene forbindes eller skilles fra hverandre ved en bestemt stilling av sleiden. Når det sjåles fra stengt stilling, foreligger følgende muligheter:

Åpning av trykkport ③

I selve bevegelsesfasen blir pumpa knyttet til lastetrykket før lasten er forbundet med tanken.

Åpning av port mot tank ④

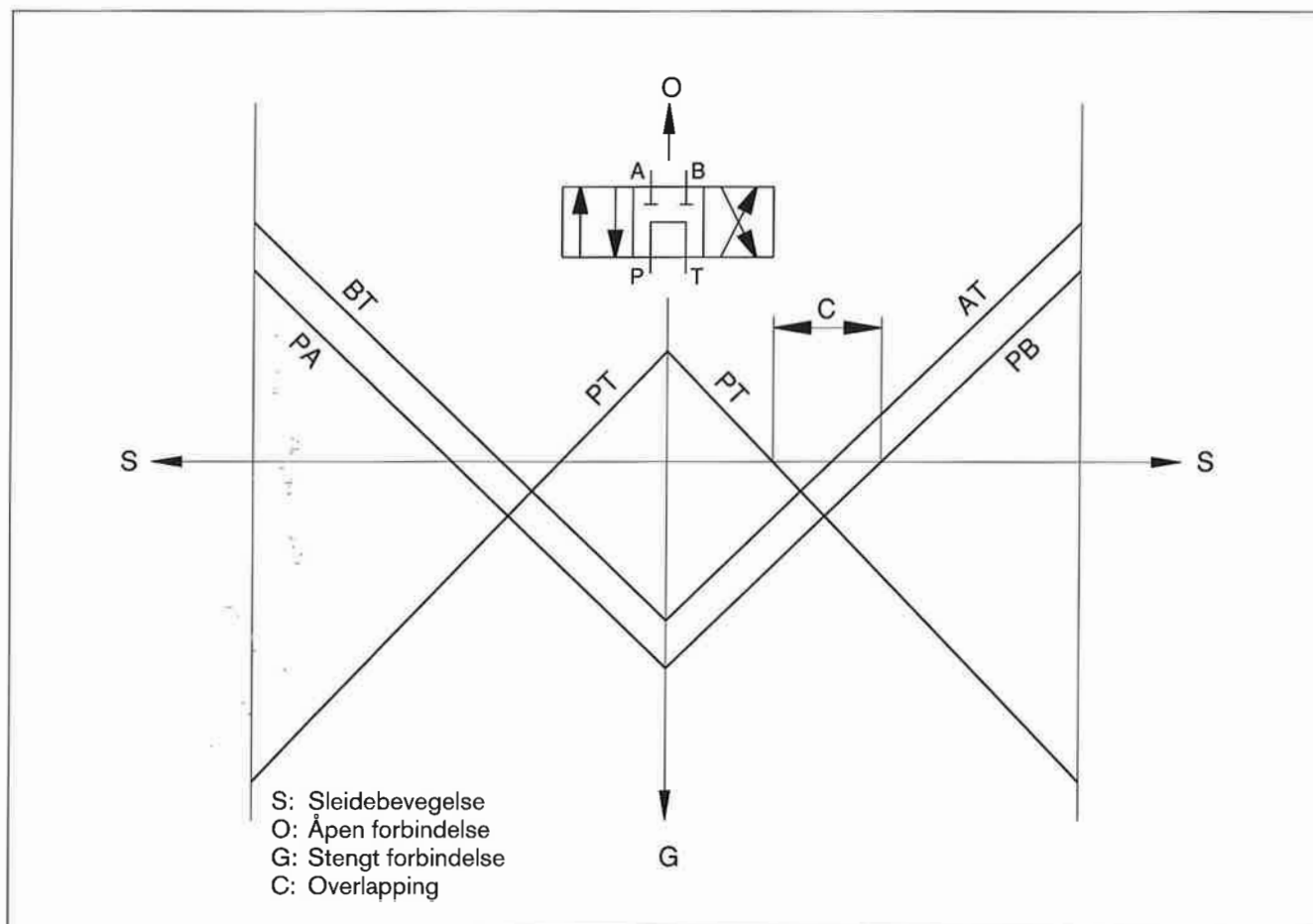
I selve bevegelsesfasen blir lastens utløp forbundet med tanken før pumpa knyttes til lastens innløpsside.



9.4 Funksjonsdiagram

Funksjonsdiagrammet gir nøyaktig opplysning om de enkelte prosessene for åpning og stengning i forbindelse med styring av retningsventilen. Det viser grafisk overlappingene som avhenger av sleidebevegelsen.

Diagrammet viser også forbindelsene til retningsventilen med positive overlapper i nøytral stilling, det vil si stengning før trykket blir koplet til lasten. Det viser dessuten tidlige åpninger mot utløpet.



Retningsventiler for platemontering

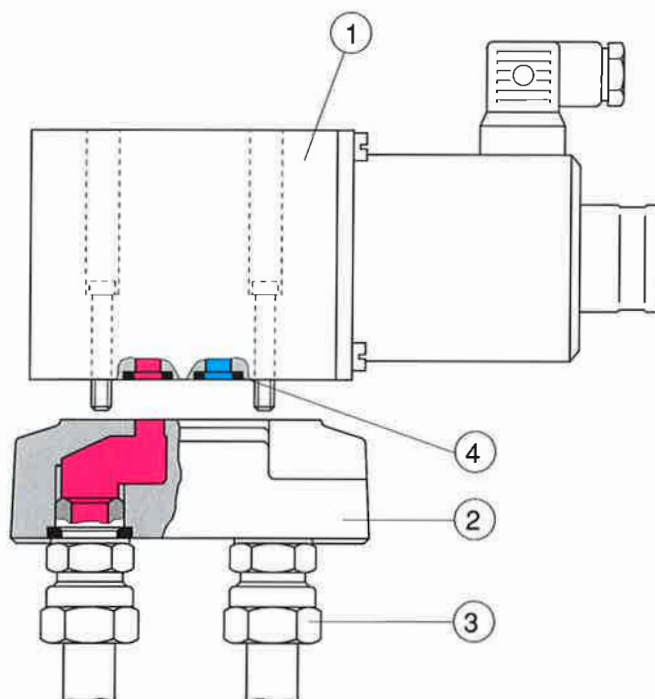


1. Funksjon

Tidligere var det vanlig å kople hydrauliske ventiler sammen med rørkoplinger. Deler som skal forbindes med rørkopling, har porter med gjenger slik at de lett kan knyttes til systemets røropplegg. En slik sammenkopling krever stor plass. Hvis det er nødvendig å fjerne eller erstatte en del, må rørkoplingene skrus ut. Denne metoden er ikke velegnet for hurtig reparasjon. Dessuten kan ikke rørkoplinger med skjæreringer åpnes så ofte uten at det oppstår fare for lekkasje.

Når det gjelder deler for tilknytning på en monteringsplate, så er gjengene skilt fra selve retningsventilens hus ①. Alle ventilporter føres ut til en felles monteringsplate, og ventilen flenset på en monteringsplate ② som er utstyrt med portåpninger ④ plassert som et speilbilde rett mot ventilens monteringsplate. Gjenger for rørkoplingene ③ (faste eller fleksible) som knytter ventilen til systemet, befinner seg i monteringsplaten. Tetningen mellom ventilen og monteringsplaten skjer med O-ringer.

Fordelene med et slikt system er spesielt store ved stasjonære maskiner med hydraulisk styring. Det tillater ikke bare en rask og enkel utskifting av deler uten at røropplegget må demonteres, men også en grei orientering på montasjetavler. Dessuten er det mulig å bolte enheten direkte på en ventilblokk. I dette tilfellet erstattes rørkoplingene av kanaler som er boret i blokken.



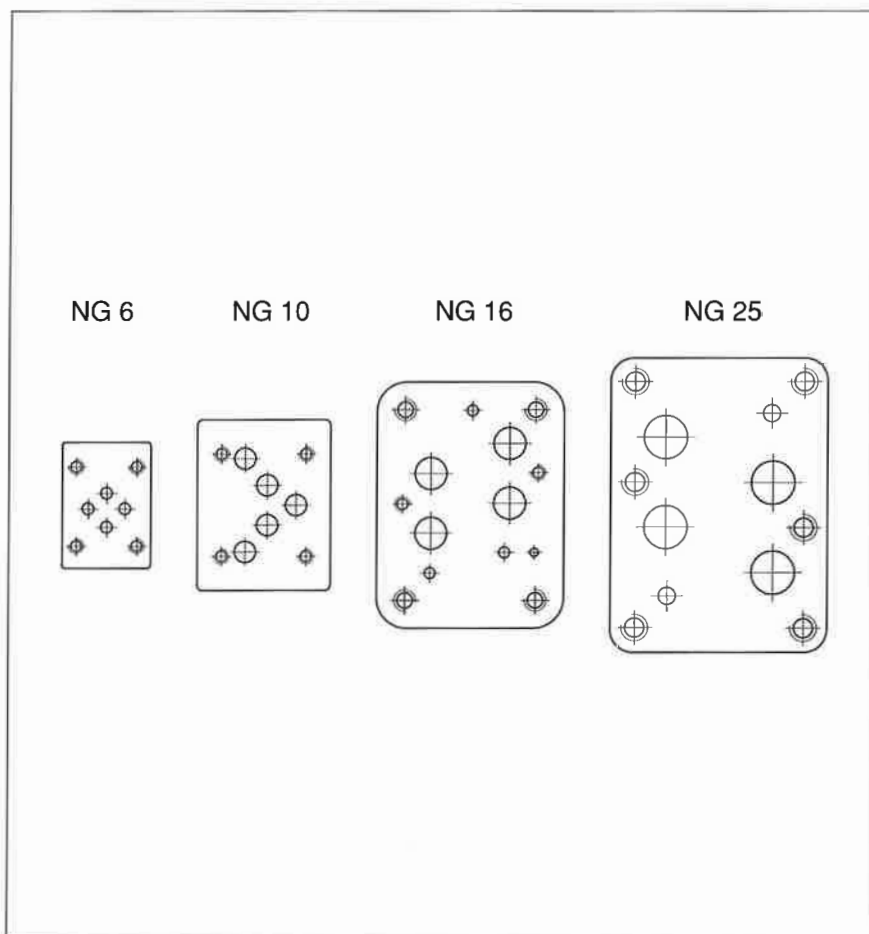
2 Portkonfigurasjoner

For at ventiler av ulike fabrikater kan brukes om hverandre, er konfigurasjonen av portene standardisert både på internasjonalt og europeisk nivå. Nøyaktige dimensjoner for retningsventiler er spesifisert av: DIN 24 340, Form A, CETOP R 35 H og ISO 4401.

Sifrene for betegnelsene NG 6, 10 osv. gjelder størrelsen, på tilknytningen, og svarer til portens diameter i millimeter.

De mest brukte typer og størrelser har maksimale strømningsverdier som vist i tabellen nedenfor.

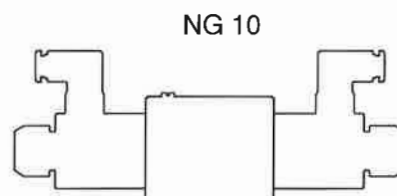
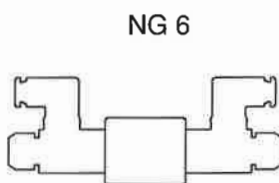
NG	q_v (l/min.)
6	40...90
10	60...130
16	100...300
25	200...700



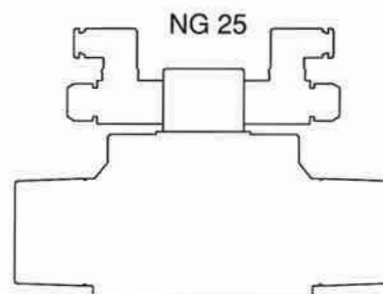
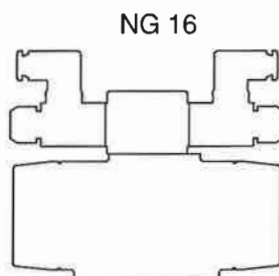
3 Direktstyrte og forstyrte retningsventiler

Retningsventiler for monteringsplate er vanligvis elektrisk styrt. Men det er bare NG 6 og NG 10 som benytter direkte aktivering av sleiden med en elektromagnet. De større retningsventilene, NG 16 og NG 25, blir forstyrt. Det vil si at hovedkomponenten er hydraulisk koplet til en retningsventil NG 6 og styrt fra den.

Direkte styrt



Forstyrt



4 Elektrisk styrt retningsventil NG 6

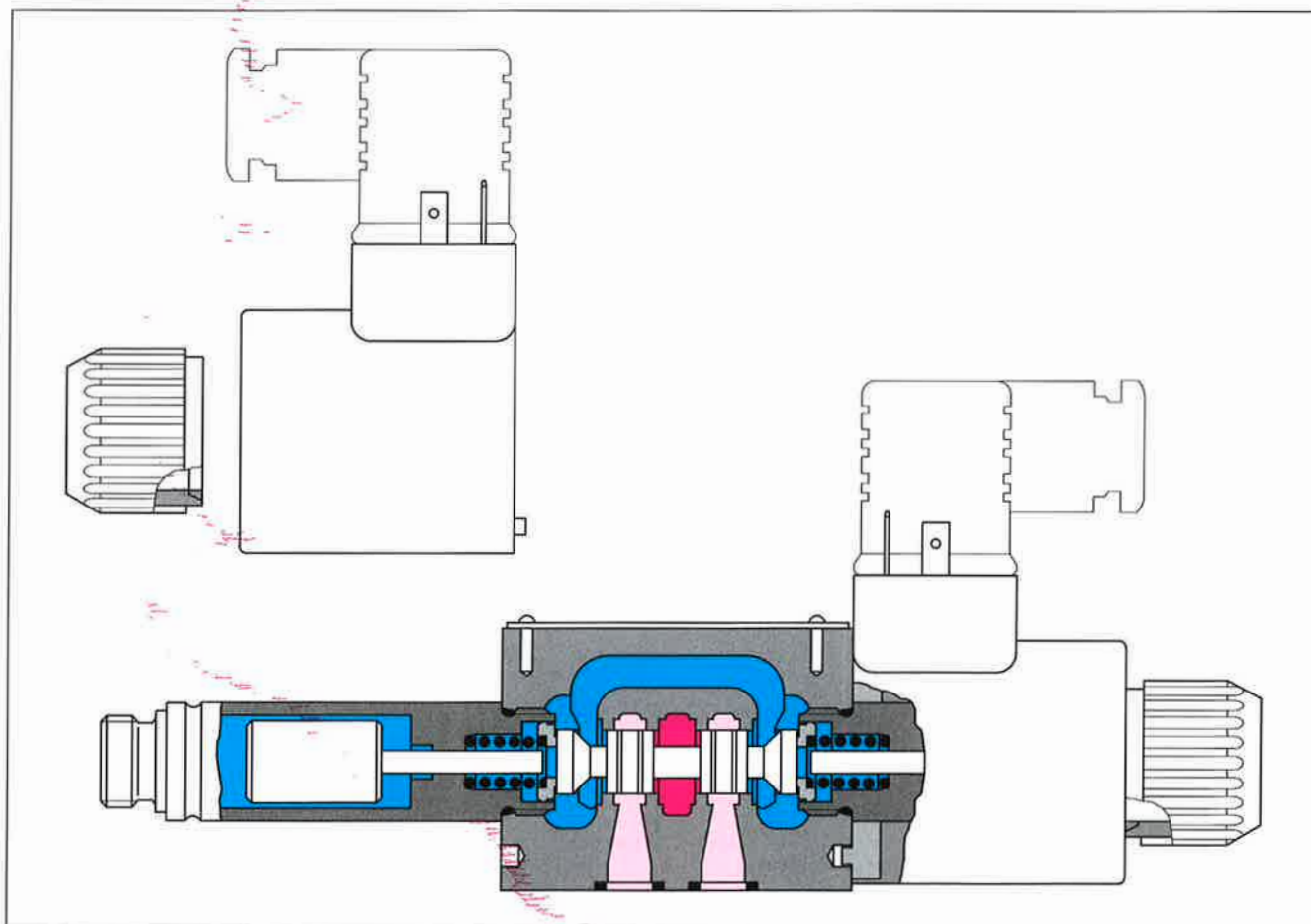
Denne ventiltypen har en overlappende stålsleide som beveger seg i en boring som er honet i et støpt hus. Små toleranser sørger for minimal intern oljelekkasje. Åpningene har en form som gir lett gjennomstrømning og stor diameter i tilknytningsportene. Det bidrar til liten strømningsmotstand. Gjennomstrømningen i porten til en retningsventil NG 6 bestemmes utelukkende av sleidens form.

Retningsventilen har fire tilknytningsporter og to eller tre stillinger. De to returportene er tilknyttet ved hjelp av en tverrgående åpning som er støpt inn i huset og med hovedporten T for tilknytning til tanken. Sleiden sitter i fire opplagringer, noe som bidrar til en meget sikker sjaltebevegelse. Returtrykket er knyttet direkte til innsiden av røret der magnetpolens anker ligger. (3-kammer prinsippet)

Viklingene i magnetpolene kan byttes. De omslutter et trykkrør. For hver 90 kan disse magnetpolene plasseres i fire stillinger. Magnetpolens anker beveger seg inne i trykkrøret som er omsluttet av elektromagnetens viklinger. Ankerets bevegelse overføres til sleiden via en pinne. Returbevegelsen eller sentreringsbevegelsen skjer ved hjelp av fjærer og stoppbrikker. I nødstilfeller kan retningsventilen styres manuelt.

Tekniske data:

$q_{v \text{ min}}$: Opp til 90 l/min avhengig av utførelse
 p_{maks} : P, A, B: 315 bar
 T: 210 bar



4.1 Andre styringsmekanismer

I tillegg til den vanlige elektriske styringen av sleiden er andre styringsmekanismer i bruk. Pinner for bevegelse av sleiden er tettet med leppepakningsringer.

Hydraulisk styring

Det hydrauliske styretrykket ledes direkte til ventilsleiden via et stempel og en pinne

$$p_{st} = 2 \dots 200 \text{ bar}$$

Pneumatisk styring

Det pneumatiske styretrykket ledes direkte til ventilsleiden via et stempel og en pinne.

$$p_{st} = 2 \dots 10 \text{ bar}$$

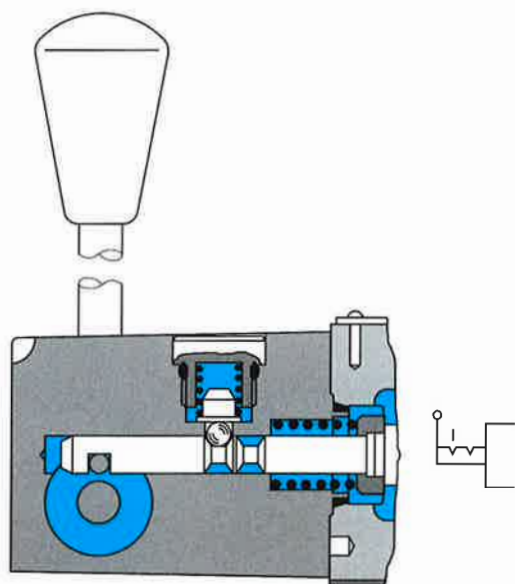
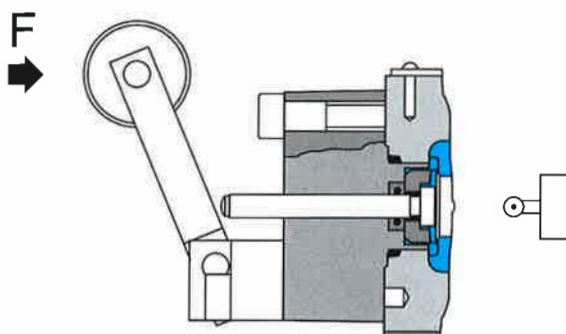
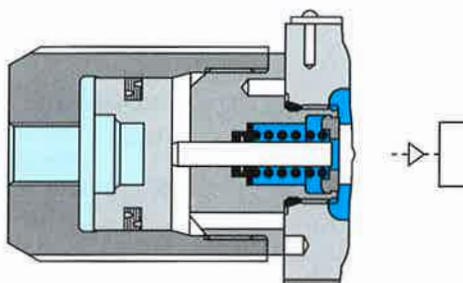
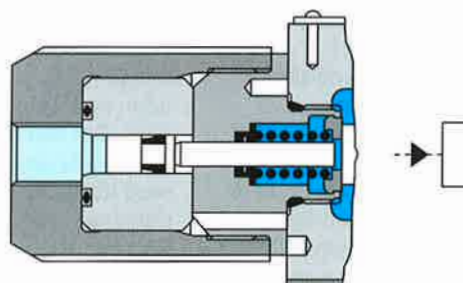
Mekanisk styring med vikende rulle

Rullen drives av en kam eller liknende. Dens bevegelse overføres til ventilsleiden via pinnens arm.

$$F_{st} = 30 \dots 60 \text{ N}$$

Styring med spak

Spakens bevegelse overføres til ventilsleiden av en pinne. Returen skjer ved hjelp av en fjær. I dette tilfellet må sleiden festes til styringsorganet.



5 Elektrisk styrt retningsventil NG 10

Ventilen har fem porter og to eller tre stillinger. De to utløpsportene R og T er forbundet med innsiden i retningsventilenes hus. Dette tillater bruk av bare den ene av de to utløpsportene. Akkurat som i ventiltypen NG 6 sitter sleiden i fire opp-lagringer. Kamrene som fører til de to styrespole, har bare utvendige pakninger. (5-kammer prinsippet). De styrende magnetpolene omslutter et trykkrør som inneholder ankeret. Viklingen kan skiftes ut. Den byttes på samme måte som for type NG 6. Også returfjæra kan byttes.

5.1 Innstilling av sjaltetid

5-kammerprinsippet forutsetter en intern forbindelse mellom de to fjærkamrene, slik at olje blir presset fra det ene fjærkammeret til det andre under sjaltetefasen. Det er mulig å innstille sjaltetiden ved hjelp av en innebygd struping. Det kan også skje ved hjelp av innebygde strupinger i kombinasjon med tilbakeslagsventiler. Det kan dessuten monteres en skruplugg som ikke har noen regulering av strupingen. Legg merke til at fjærkamrene og deres forbindelsesporter alltid skal være fylt med olje.

Merk:

Det kan bare benyttes magnetpoler for likespenning, ikke for vekselspanning.

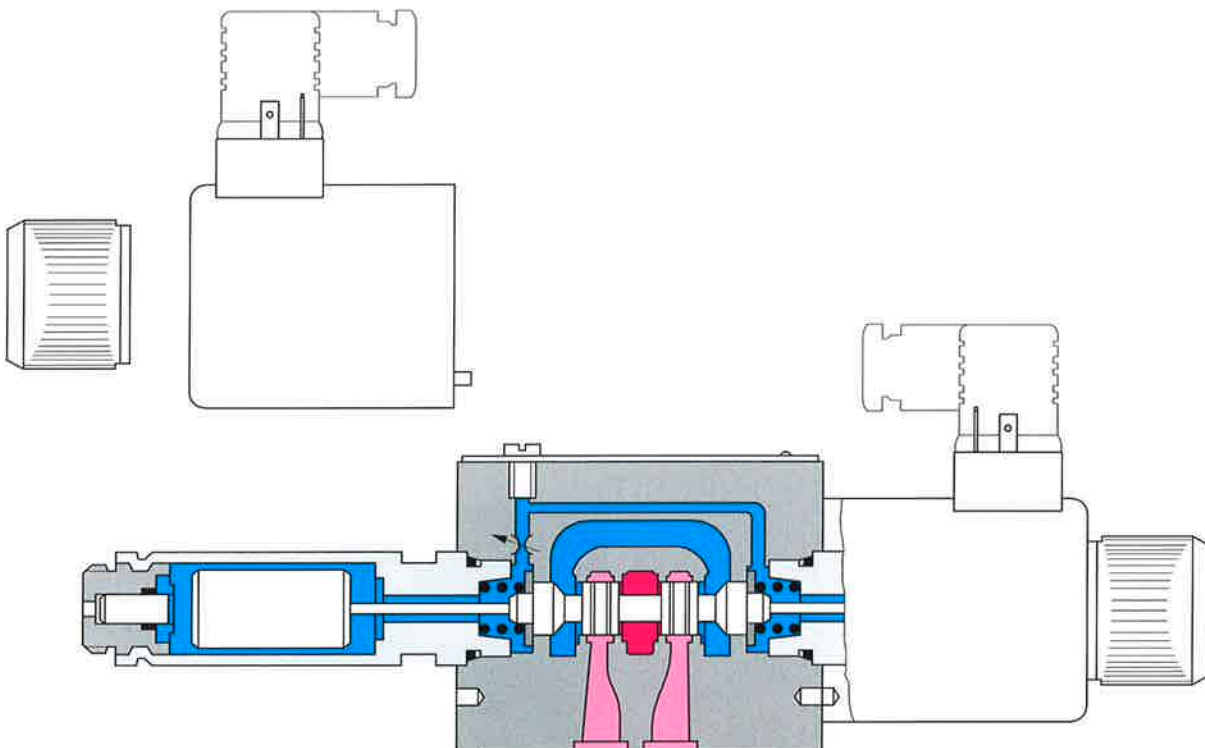
Tekniske data:

$q_{v \text{ maks}}$: Opp til 130 l/min avhengig av utførelsen

$P_{v \text{ maks}}$: P, A, B: 315 bar
T: 160 bar

5.2 Andre styringsmekanismer

Hydraulisk, pneumatisk og mekanisk styring kan skje på samme måten som beskrevet for type NG 6.

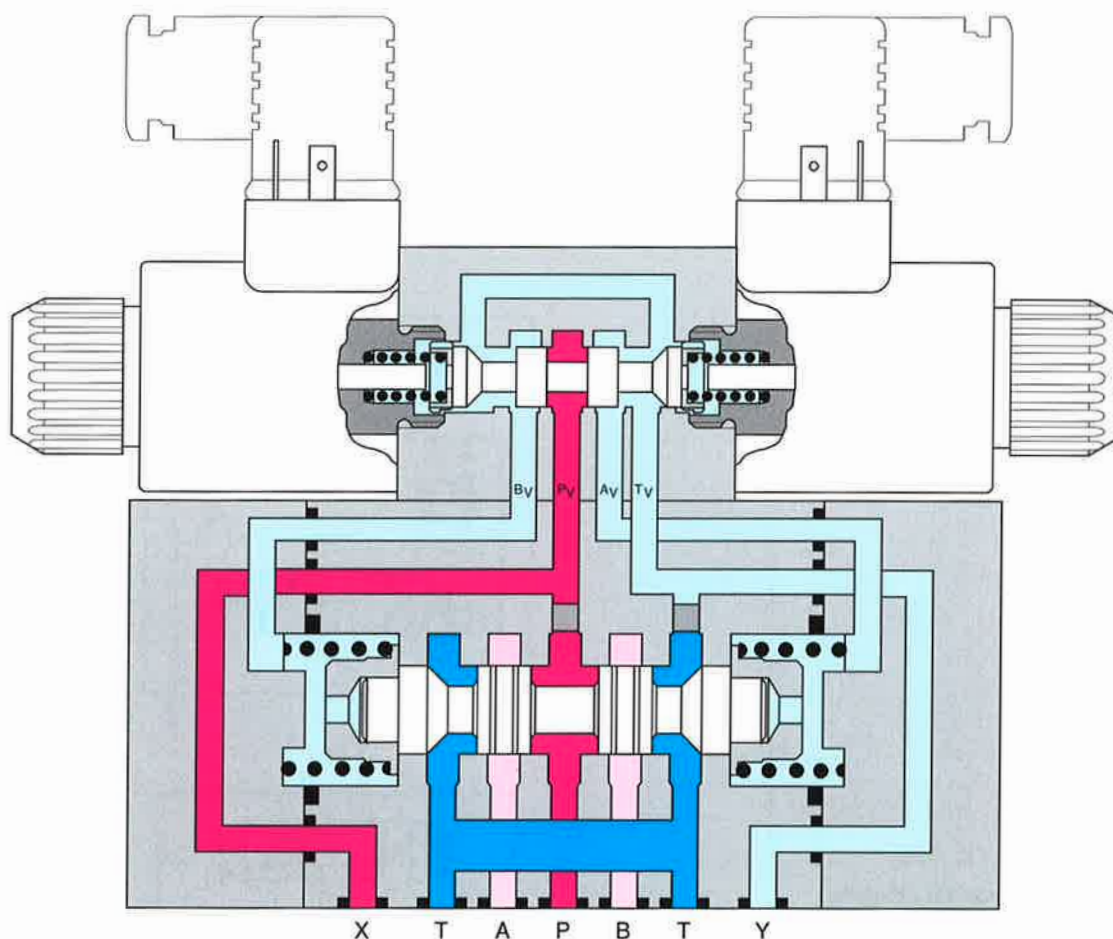


6 Forstyrte retningsventiler NG 16 og NG 25

Forstyringsventilens porter A_v og B_v forbindes med endeflaten på hovedventilen.

De to endeflatene på hovedsleiden trykkavlastes i nullstillingen og sentreringsfjærer holder sleiden i nøytralstilling. Når en av forstyringsventilens elektromagneter aktiveres, sendes styretrykk til hovedsleidens motsatte side, og sleiden skyves til den aktuelle ende-stillingen.

Styretrykket P_v kan tilføres internt via port P eller eksternt via port X i hovedventilen. Styreoljen som returnerer fra T_v , strømmer internt til T eller dreneres eksternt via Y. Ventilene kan modifiseres ved å montere eller fjerne plugger. Dette tillater ulike utførelser av retningsventilene. (Vær oppmerksom på ventilens kodenummer ved bestilling.)



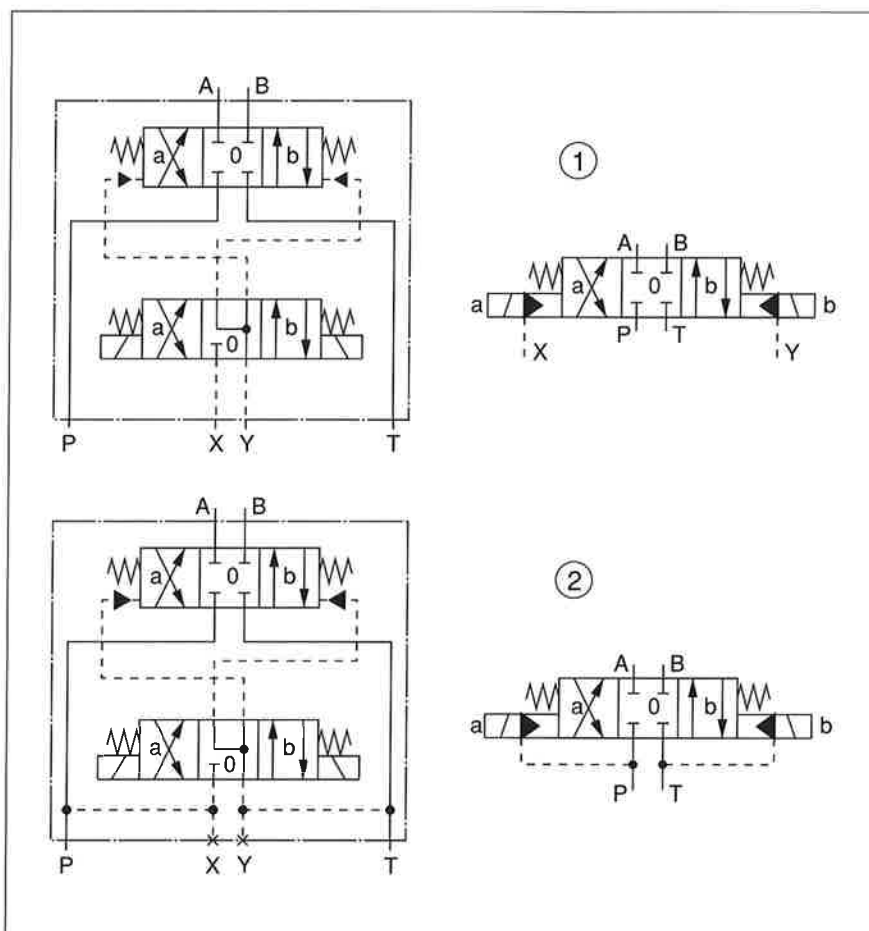
6.1 Symboler

Forstyrte ventiler i hydrauliske systemer beskrives med fullstendige eller forenklete symboler. I et fullstendig symbol er hovedventilen vanligvis øverst med forstyringsledningene i kryss.

Forklaring: Når magnetspolen "a" aktiveres, må trykket ledes til den motsatte enden av hovedsleiden slik at denne går til stilling "a". Det er grunnen til at hovedventilen og forstyringsventilen er vridd 180° i forhold til hverandre, og at styrekanalene er krysset.

① Ekstern forstyring

② Intern forstyring



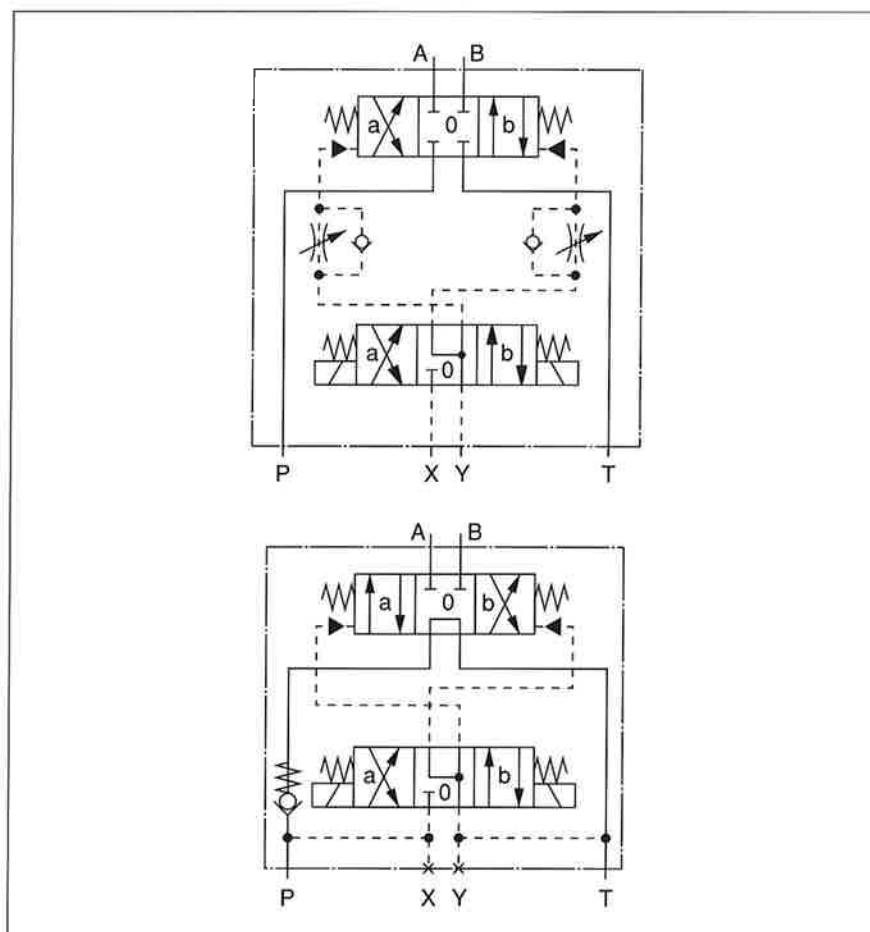
6.2 Øvrig utstyr

Sjaltetid

Den tiden det tar å utføre en sjalting, kan reguleres med en ventilmodul som inneholder strupinger og tilbakeslavsventiler. Tidsinnstillinger for innløp og utløp skjer ved å regulere tverrsnittet på strupinger i kretsblokken.

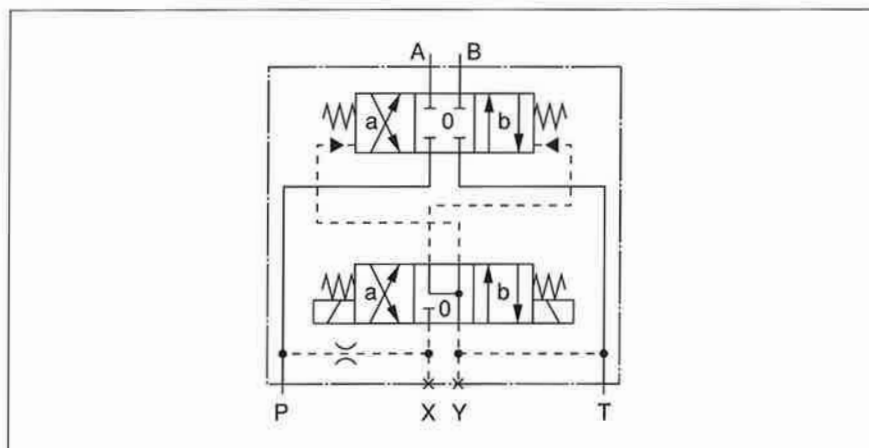
Mottrykksventil

Disse blir brukt der hvor det er intern forstyring og hovedventilen er åpen i nullstilling. Da blir innløpsport P forbundet med utløpsport T, og det dannes en krets uten trykk. Derfor har hovedventilens P kanal en innebygd tilbakeslavsventil med økt åpningstrykk. Motstanden i denne må plusses på motstanden i hovedventilen.



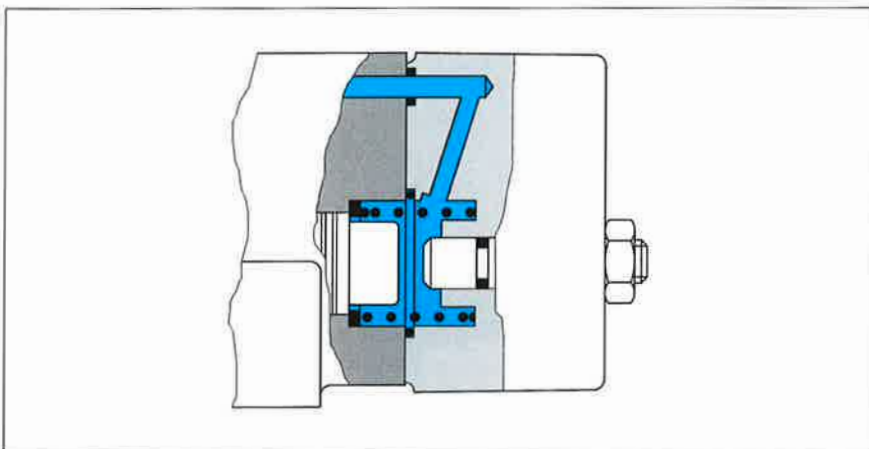
Innebygd struping

Styreoljens strømningshastighet begrenses av en innebygd struping i forstyringsventilens port P_v. Det gjøres hovedsakelig på grunn av intern lekkasje ved høyt systemtrykk (> 250 bar). Dette forbedrer sjaltefunksjonen og hindrer trykktopper i hovedsystemet.



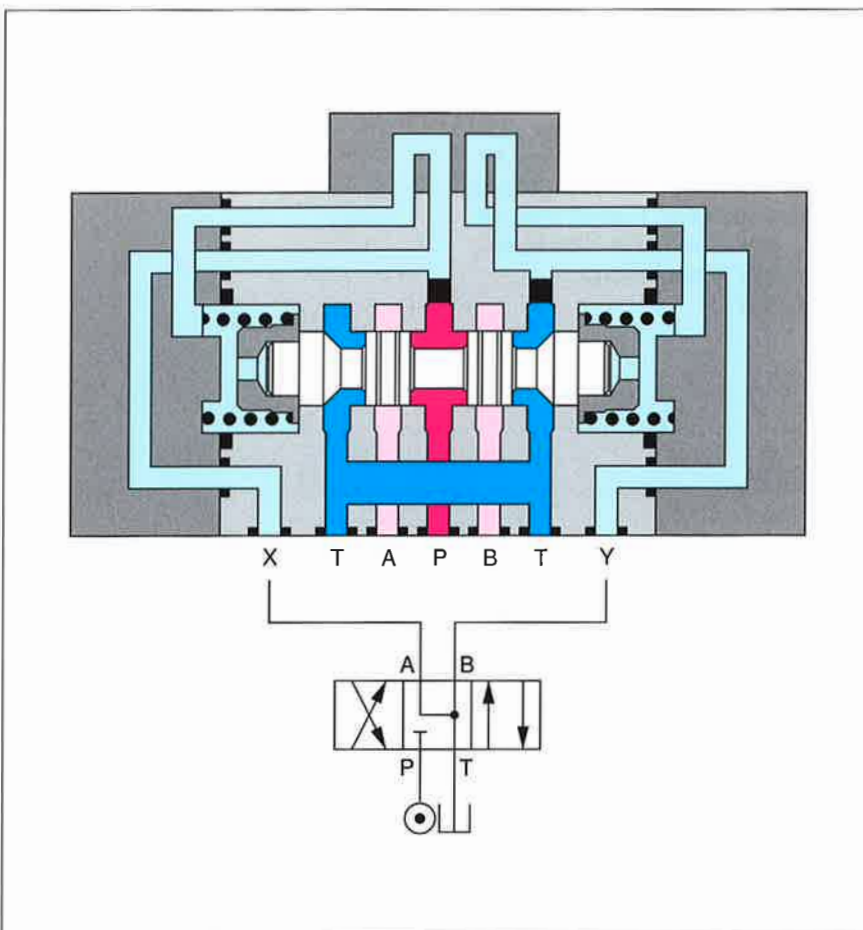
Begrensning av hovedsleidens vandring

Hovedsleidens vandring begrenses av innstillingsskruer i retningsventilens deksel. Dermed begrenses også den maksimale volumstrømmen. Det aktuelle utstyret kan plasseres på den ene siden eller på begge sider.



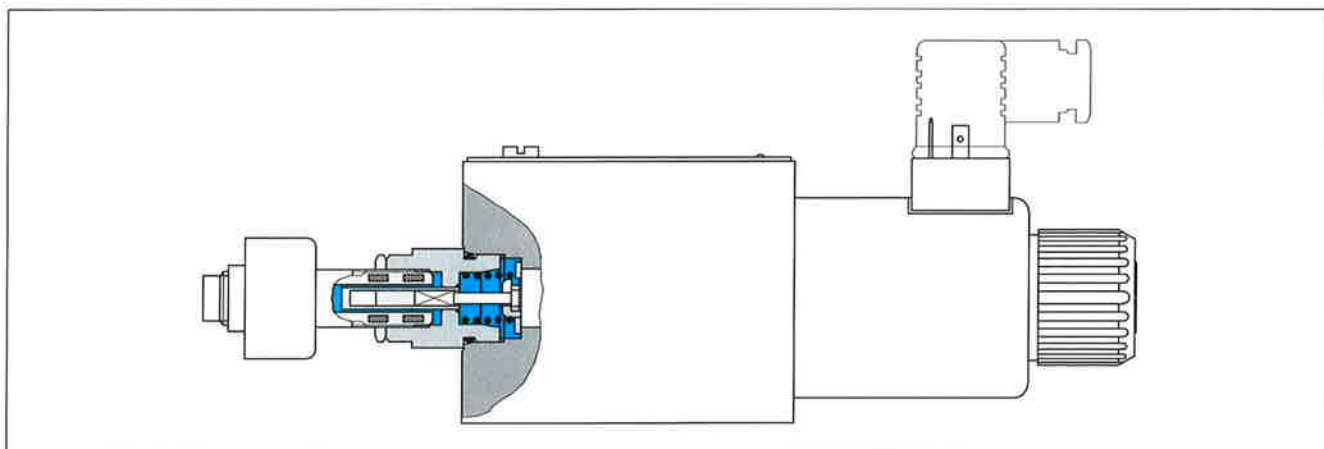
Hydraulisk sjalting

Når forstyringsventilen skilles fra hovedventilen, blir hovedventilens monteringsflate på toppen stengt med en ekstra forbindelsesplate. Derfor vises forstyringsventilen med et eget symbol og med hovedsleiden sentrert av fjærer i nullstilling.



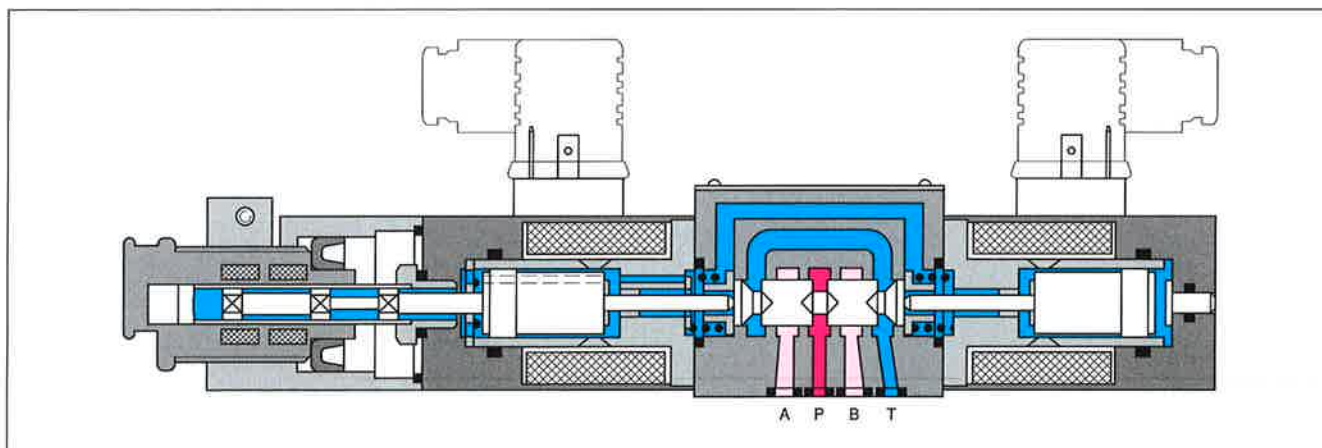
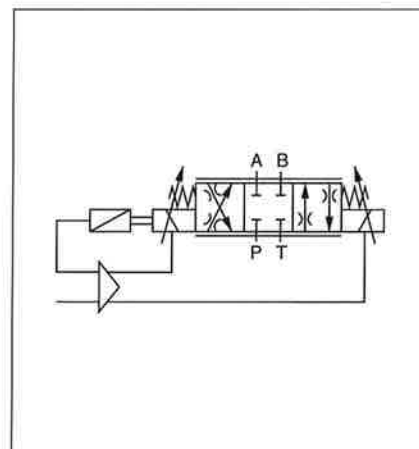
7 Retningsventil med stillingsindikator

Sikkerhetsutstyr for maskiner, for eksempel presser, krever at den innstillingen av forstyringsventilen som er valgt kan avleses. Det skjer ved hjelp av en induktiv grensebryter. Ferrittkjerne i slike brytere er festet til forstyringsventilens sleide.



8 Proporsjonal retningsventil

Forstyringsventiler som brukes i forbindelse med variable magnetpoler, tillater en myk sleidebevegelse mellom forskjellige stillinger. Smale spor i sleiden gir en variabel strupevirkning. En slik ventil kan styre både bevegelsens retning og hastighet. Figuren viser en føler for sleidebevegelse. Ytterligere opplysninger finnes i tillegg 1987762619.

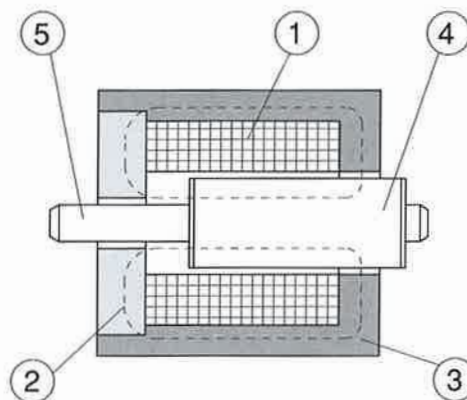


Magnetspoler for retningsventiler



1 Funksjon

Magnetspoler styrer retningsventiler ved hjelp av elektriske styresignaler. Denne formen for styring er grunnlaget for industriell hydraulikk. Den har også stor betydning for hydraulikk i kjøretøyer. De magnetspolene som behandles her, arbeider med aktivering, det vil si at de sørger for bevegelse fra hovedstillingen og til en endestilling. Når det ikke er noe elektrisk signal, går sleiden til utgangsstillingen ved hjelp av en fjær. Hvis det er behov for en myk ventilbevegelse, kan man bruke proporsjonale og variable magnetspoler. Ytterligere opplysninger finnes i tillegg USY 013/3.



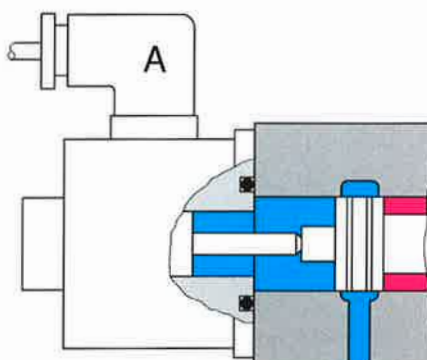
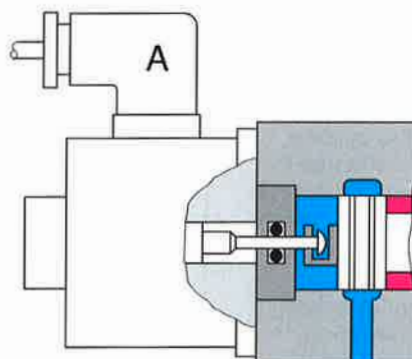
2 Virkemåte

Når spolen ① aktiveres skapes det et magnetisk felt ② i det magnetisk ledende materialet i huset ③ og ankeret ④. Dette magnetfeltet utøver en kraft på ankeret, og ventilens sleide beveges av pinnen ⑤ mot kraften fra sensentreringsfjæra.

3 Tørre og lekkasjefrie magnetspoler

Tørre magnetspoler har ingen olje rundt ankeret. Det er en pakning mellom ventilsleiden og magnetspolens pinne. Pakningen blir fort slitt på grunn av friksjonstap under sjalting. Dette begrenser trykket ved port T i forstyringsventilen.

Nyere magnetspoler for forstyringsventiler er "lekkasjetette", det vil si at det ikke er noen ekstern oljelekkasje. Disse har ingen pakning mellom magnetspolen og retningsventilen, men magnetspolen er tettet utvendig mot forstyringsventilens hus. En slik utførelse forutsetter bruk av trykktette rør mellom ankeret og spolen. Dette tillater trykk i området fra 160 til 280 bar ved utløpsporten T.



4 Typer og størrelser

Type og størrelse for magnetpoler er spesifisert i normene VDI 3263 og VDE 0580, der de er inndelt etter sine tekniske data.

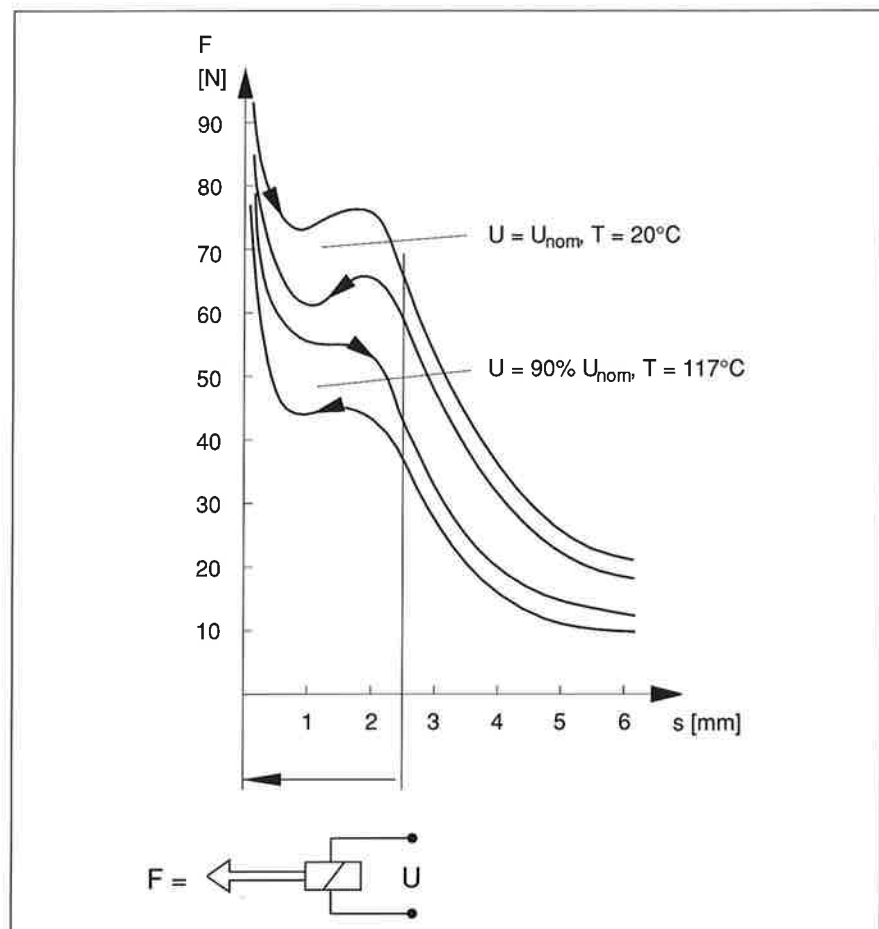
Her følger noen viktige data for magnetpoler:

- Effektforbruk
NG6: ca. 30 W
NG10: ca. 50 W
- Spenningstype
standard: likespenning
Unntaksvis: vekselspanning
- Nominell spenning
Standard: 24 V =
Også: 12 V =, 190 V =,
230 V/50 Hz, 60 Hz
115 V/50 Hz, 60 Hz
- Spenningsområde
 U_{nom} 110 %
- Innsjallingstid i forhold til
arbeidssyklus 100 %
- Beskyttelsesklasse
Standard: IP65, i.e.
6: Beskyttet mot kontakt med
elektriske og bevegelige deler
samt inntrenging av støv.
5: Beskyttet mot vannsprut fra alle
retninger (bare i kortere tid.)
- Sjaltekapasitet
maksimalt 1800 ganger i timen
- Maksimal omgivelsestemperatur
ca. 50 °C
- Maksimal spoletemperatur
ca. 120 °C
- Sjaltetid
Innsjalling: ca. 20...100 ms
Utsjalling: ca. 10...60 ms

5 Magnetpolens kraftkarakteristikk

Når luftgapet mellom ankeret og magnetpolens hus blir mindre, blir det magnetiske feltet kraftigere. Det forekommer en liten stigning i den magnetiske kraften når bevegelsen starter. Denne økningen avhenger av formen på ankeret. Ankeret er framstilt av ikkemagnetisk stål. Kurven for kraft som funksjon av bevegelse vil falle.

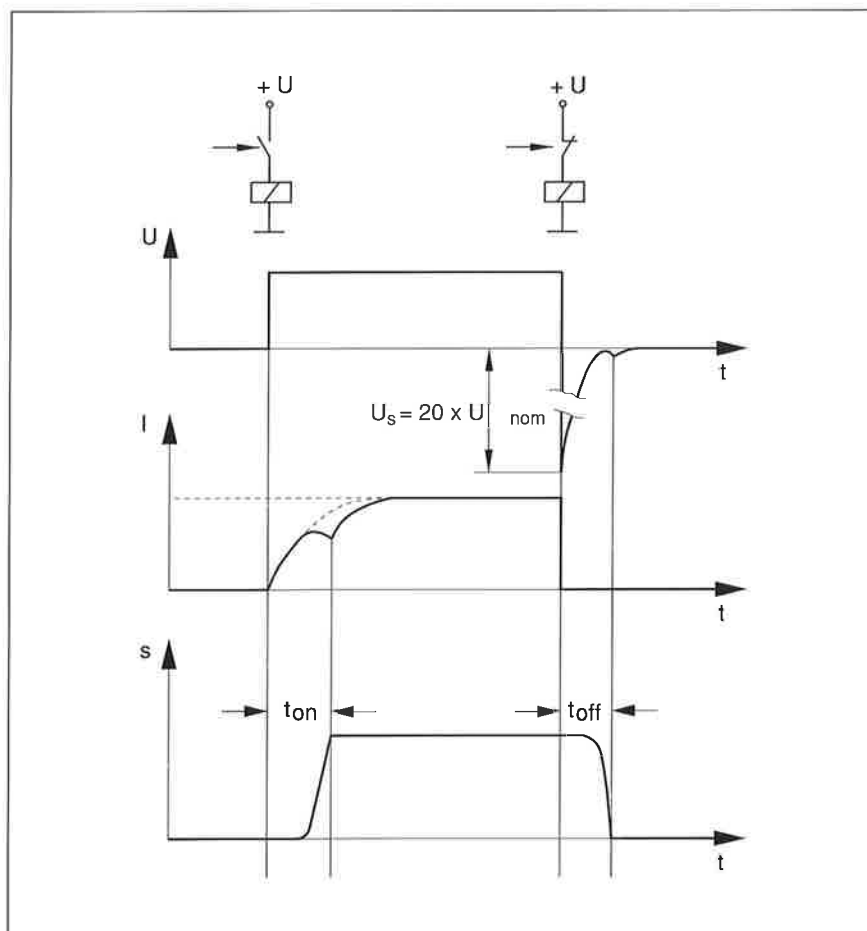
De viste kurvene for magnetisk kraft, F , er tatt opp ved ulike temperaturer, ulike motstandsverdier i spolen og ulike strømstyrker. Med hysteresemenner vi her forskjellen mellom kreftene i samme stilling ved fram- og tilbakegående bevegelse.



6 Strøm- og spenningsforløp under sjalting

(DC magnetpole)

Så snart den nominelle spenningen slås på, stiger strømmen i spolen eksponentielt. Når ankeret starter bevegelsen, stiger spolens induktans med den følge at strømstigningen til å begynne med avtar. Etter at ankeret har fullført slaget, vil spolens strømstyrke igjen stige til sin endelige verdi. Når magnetspolen slås av, blir strømmen plutselig brutt. Den resulterende endringen i det magnetiske feltet inducerer en motsatt rettet spenningsstopp. Denne er opp til 20 ganger høyere enn nominell spenning og danner gnister mellom kontaktene. Det betyr tidlig slitasje av kontaktene og kan også føre til at spolens isolasjon blir ødelagt.

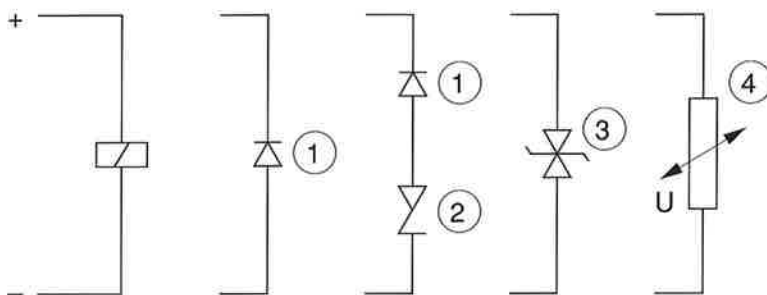


7 Gnistslokking

Det er koplet en sløkkekrets til magnetspolen for å unngå at det dannes skadelige spenningsstopper. Følgende grunnleggende sløkkekreter forekommer:

- ① Diode
- ② Diode og zenerdiode
- ③ Dobbelt zenerdiode
- ④ Varistor

Det må sørges for korrekt polaritet ved tilkopling av disse sløkkekretsene. Sikkerhetsutstyret må innstilles og monteres så nær magnetspolen som mulig.



Sikkerhetskrets	Utkoplingstid sammenliknet med ikke sikret krets	Gnistslokking	Kostnadsforhold
①	5...6	meget god	1
②	1.5	god	2
③	1.5	god	2
④	1.5	dårlig	2.5

8 Hurtigaktiverende metode

(likespenningsspole)

For å redusere tiltrekkingstiden benyttes det en såkalt hurtigaktiverende metode. Da kan spolen klare høye spenninger. Ved tilkopling oppstår det et kortvarig større spenningsfall over magnetspolen. Resultatet blir at strømmen gjennom spolen stiger raskere og gir kortere tiltrekningstid. Koplingsstrømmen reduseres til nominell strømstyrke av en elektronisk krets.

9 Økt aktivisering med redusert arbeidssyklus

Med arbeidssyklus mener vi forholdet mellom innkoplingstiden t_1 og tiden for en hel periode T . Ved drift med nominell spenning er arbeidssyklus 100 %. For å øke i kraften i slaget, eller for å redusere innkoplingstiden, kan vi øke driftsspenningen slik at innkoplingstiden reduseres.

Magnet NG6, $U_n = 24 \text{ V}$			
Spenning	Arbeidssyklus [%]	Koplingstid [ms]	Effektforhold
24 V	100	40	1
28 V	50	32	1.2
35 V	20	25	1.5
50 V	5	20	2

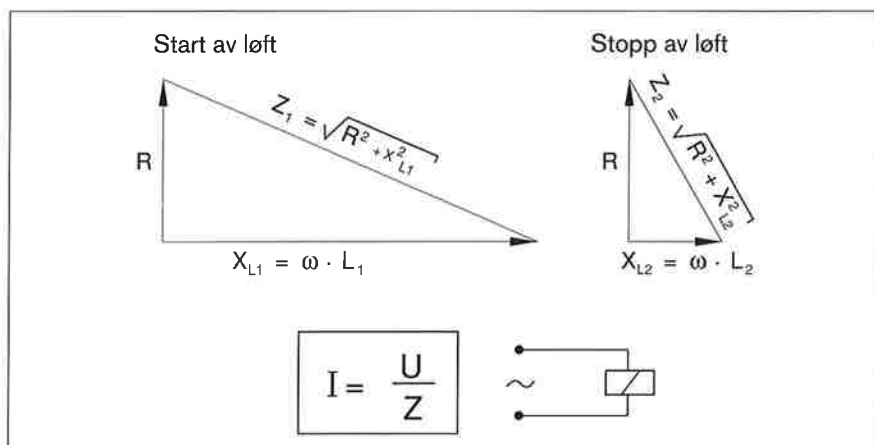
10 Spesielle egenskaper ved vekselstrømsspoler

Vekselstrømsspoler er ikke så mye brukt til elektrisk styring som likestrømsspoler i den såkalte SPS-reléteknologien. Av sikkerhetsmessige årsaker er det ikke mulig å starte med full nettspenning. Derfor benyttes det en transformator for nedtransformering av nettspenningen. Fordelen med vekselstrømsspoler er at de er hurtigere og har større kraft i startøyeblikket. Ulempen er høyt energiforbruk ved tilkoplingen. Hvis spolen blir stående i en mellomstilling med for eksempel en fastklemt ventilsleide, vil effektforbruket ytterligere stige til 4–5 ganger P_{nom} , og spolen vil brenne opp. Dette fenomenet kan beskrives med følgende prosess: Den elektriske impedansen Z i en vekselstrømsspole består av en resistiv komponent R og en induktiv komponent X_L . Når ankeret stopper, endres spolens induktans i forholdet 1 : 6, slik at hele impedansen Z og energiforbruket endres betraktelig.

Det opptrer en tilsvarende kortvarig spiss i effektforbruket i startøyeblikket. Når flere elektromagneter arbeider samtidig, medfører det en større belastning på nettet. Når vekselstrømsspoler arbeider med en viss tidsforsinkelse, belastar de nettet enda mer. Andre ulemper med vekselstrømsspoler er: Summende støy; brum ved tilkopling, høy driftstemperatur og liten koplingskraft.

50 Hz spoler tilkople 60 Hz

Den induktive komponenten avhenger av ankerets stilling og av frekvensen. Når vi går fra 50 til 60 Hz, blir det en økning av den totale impedansen og en reduksjon i energiforbruket. Vanligvis kan vekselstrømsspoler arbeide med både 50 og 60 Hz, men spolens kraft reduseres ved 60 Hz.



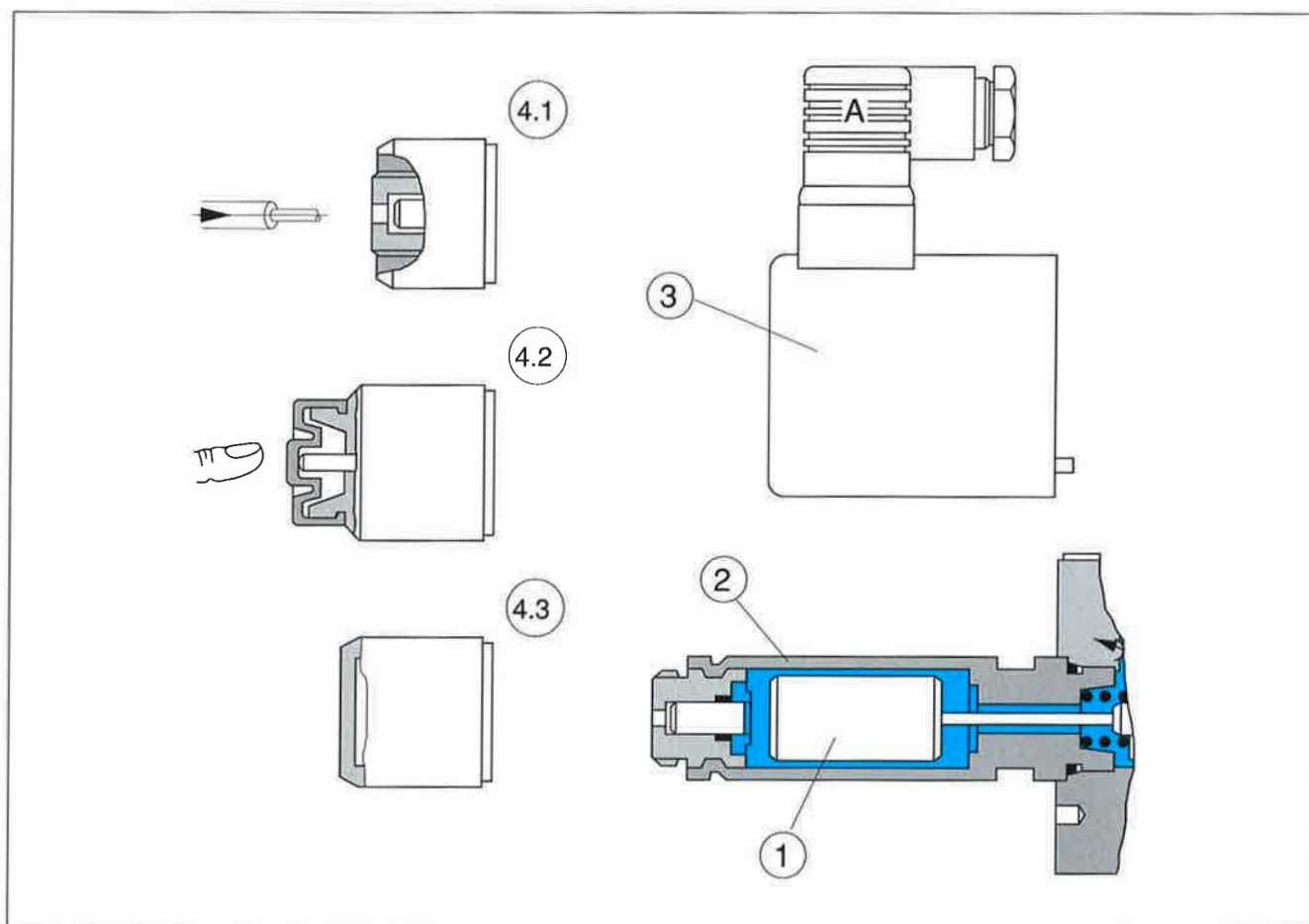
11 Utførelse

Den utførelsen som beskrives her, gjelder for type NG 6 og NG 10. Det dynamiske ankeret ① og det stengte trykkrøret ② forbindes med forstyringsventilens hus. Innsiden er tett mot lekkasje, det vil si at oljelekkasje bare kan skje til returporten. Magnetspolen ③ er montert over trykkrøret og skrudd fast med en mutter ④. Magnetspolen kan monteres i ulike stillinger ved å dreie spolens hus 90°.

11.1 Manuell betjening

Manuell betjening gjør det mulig å aktivere forstyringsventilen uten å aktivere spolen. Det skjer med en innkapslet tast. Tre betjeningsalternativer foreligger:

- ④.1 Bruk av standard verktøy
- ④.2 Trykk med fingeren
- ④.3 Sperret for aktivering av sikkerhetshensyn. (VW-standard)



12 Elektrisk tilkopling

Elektrisk tilkopling skjer til en vinkelkontakt inne i standardutførelsen DIN-ISO 4400.

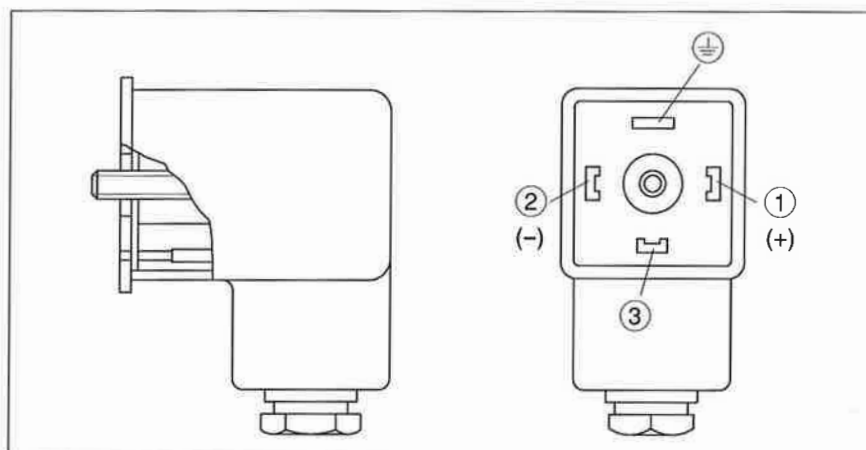
Spole A: grå

Spole B: sort

Det finnes andre utførelser med innebygd signallampe og gnistslokking, og kontakter med dioder.

Merk:

Sikkerhetsklassifisering ifølge IPG 5 kan bare oppnås med et spesielt egnet kabelvernsnitt og tett forskruing.



13 Eksplosjonssikkerhet

Magnetspoler som brukes i områder der det er fare for eksplosjoner på grunn av gnister, krever spesielle konstruktive tiltak (sekundær beskyttelse mot eksplosjon).

Slike eksplosjonssikre magnetspoler har forsterket hus og sveiste tilknytninger for spolen. Der er en innebygd varistor for gnistslokking som hindrer at det dannes spenningstopper ved utkopling. Det blir brukt forsterkede gummileddninger for gruvedrift NSSH, VDE 0250 til de elektriske forbindelsene ifølge DIN EN 500.



Trykkventiler



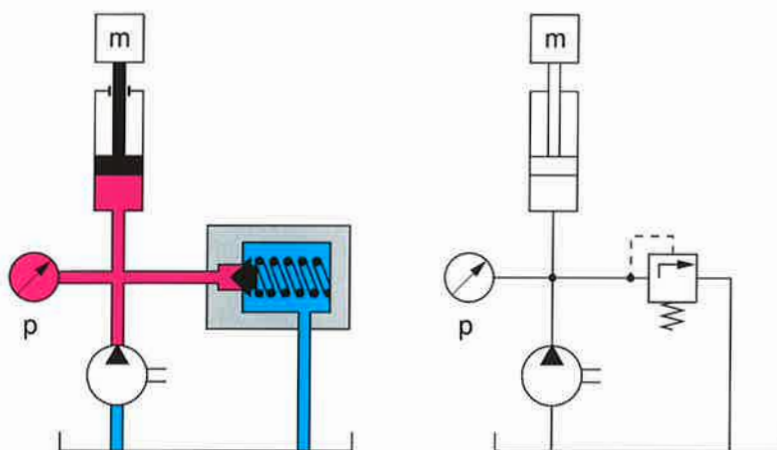
1 Trykkbegrensningsventil

Denne ventilens viktigste funksjon er å begrense trykket i et system og på den måten beskytte de enkelte komponentene og ledningene slik at de ikke blir overbelastet eller ødelagt. På grunn av sin funksjon kalles ventilen også en **maksimaltrykksventil** eller **sikkerhetsventil**. Begrensningen finner sted ved at den stengte ventilen åpner når det maksimale trykket er nådd. Den overskytende volumstrømmen ledes fra pumpa og inn i tanken. Når trykkbegrensningsventilen brukes på denne måten, er den montert som en omløpsventil.

Merk: Volumstrømmen q_v gjennom trykkbegrensningsventilen skjer ved et trykk p , det tilsvarer et effektforbruk på

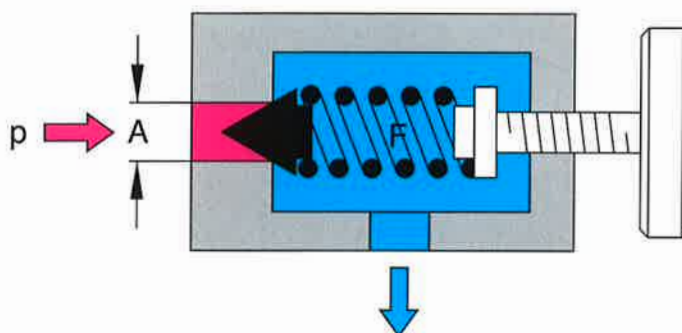
$$P = p \cdot q_v$$

Denne avgitte effekten blir overført til det hydrauliske systemet og varmer opp oljen.



1.1 Direktstyrte trykkbegrensningsventiler

Det tilførte trykket p virker på åpningsarealet A . Den resulterende kraften F sammenliknes med kraften i fjæra. Hvis kraften F er større enn fjærkraften, vil ventilegemet (kjegle eller sleide) skyves i motsatt retning av fjærkraften og dermed åpne forbindelsen mellom innløp og utløp. Det trykket som skal holdes, blir styrt uavhengig av gjennomstrømningen q slik at ventilen kan innta en hvilken som helst mellomstilling (reguleringsventil).

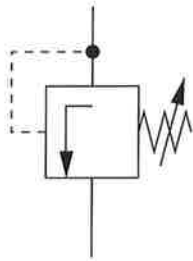


1.1.1 Grafiske symboler

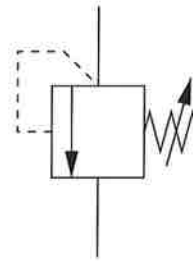
I koplingsskjemaer blir trykkventiler normalt vist som et kvadrat med pil. Pilen angir flytretningen, og dens stilling viser om de to hovedportene er forbundet med hverandre eller atskilt fra hver-andre, altså om ventilen er åpen eller stengt. Ventilen vises alltid i nøytralstilling.

Den måten ventilen er påvirket på av fjærer og trykk, blir angitt utenfor kvadratet. For trykkventilers vedkommende vil det tilførte trykket virke mot fjærkraften.

DIN ISO 1219 (1978)



ISO 1219-1 (1991)



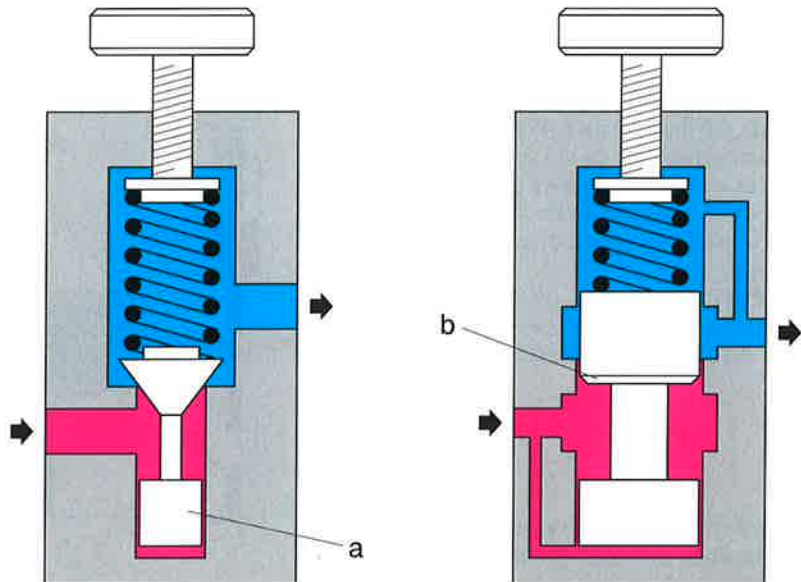
1.1.2 Seteventil og sleideventil

Trykkventiler kan utføres enten som seteventiler eller sleideventiler.

Fordelen med seteventiler er at de har kort slaglengde og dermed reagerer raskt. Seteventilen utmerker seg også ved å være helt tett mot lekkasje.

For å hindre seteventilen i å vibrere, blir den vanligvis forsynt med et dempeanker (a).

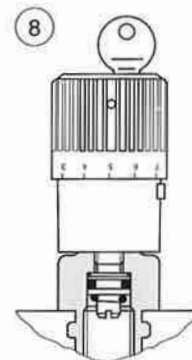
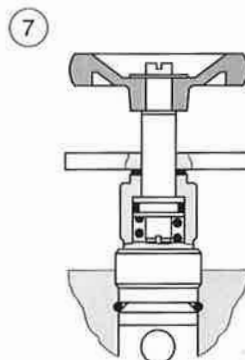
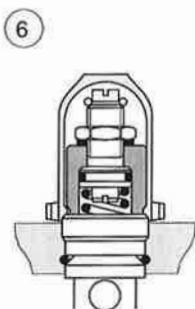
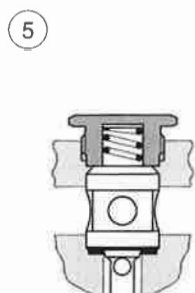
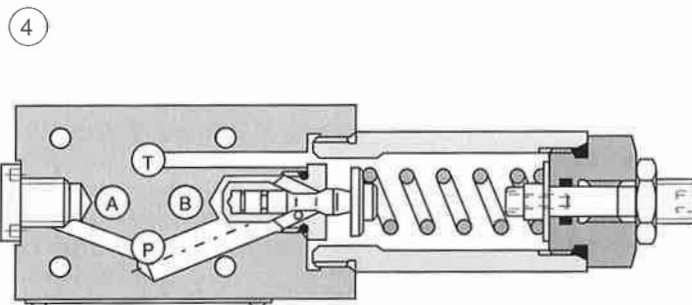
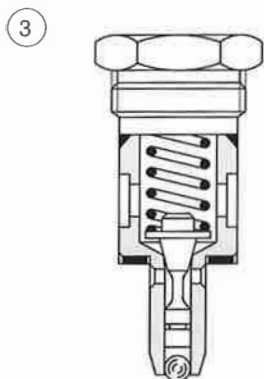
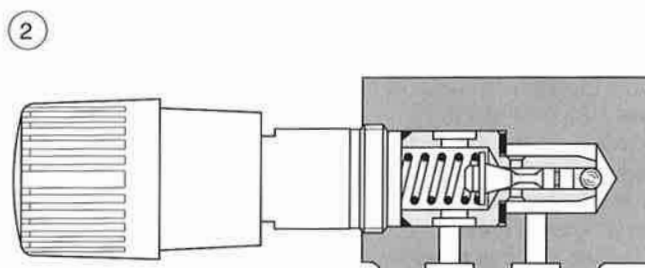
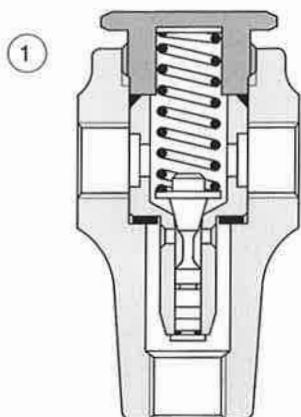
Trykkventiler med sleide gir mulighet for nøyaktig styring. Hvis styrekantene er utstyrt med innsnitt (b), blir det først åpnet for et lite tverrsnitt når ventilen aktiveres. Det gir bedre styringsmulighet og øker ventilens stabilitet. Overlapping danner et kompromiss mellom tetning og reaksjonshastighet.



1.1.3 Trykkventiler, konstruksjon

Direktstyrte trykkventiler (serie VA) er seteventiler med dempeanker.
Det leveres følgende utførelser:

- ① For rørtilknytning
- ② For tilknytning til monteringsplate
- ③ Som patronventil
- ④ For kretsløpsblokk
- ⑤ Uten justering
- ⑥ Med justering (pakning)
- ⑦ Med justering (ratt)
- ⑧ Med låsbar innstilling



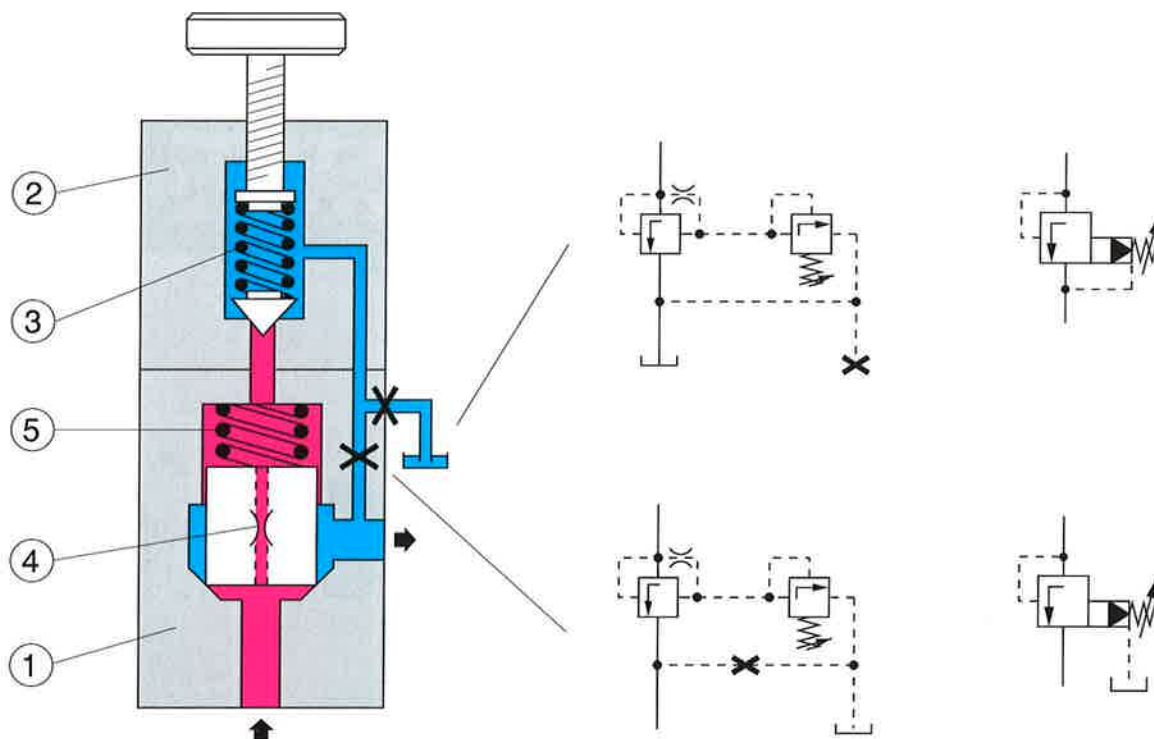
1.2 Forstyrte trykkbegrensningsventiler

Store volumstrømmer og høye trykk krever store tverrsnitt for gjennomstrømning, og dermed også sterkere fjærer. Til slutt når man en grense der disse fjærene er så sterke at de ikke kan justeres, og der de også tar opp for mye plass. Tilstrekkelig store trykkbegrensningsventiler som skal være lette å betjene, og som skal tillate store gjennomstrømninger, forsynes derfor med forstyring. Dette prinsippet gir dessuten en meget gunstig karakteristikk slik som det ble nevnt i avsnitt 1.3. En slik utrustning består av en hovedventil ① og en forstyringsventil ②, den sistnevnte er en enkel trykkbegrensningsventil av setetypen. Den tjener som måleelement for hele systemet. Reaksjonstrykket for ventilen som et hele blir innstilt med fjæra ③ i forstyringsventilen. Hovedventilen kan utføres enten med sete eller sleide. Innløpstrykket virker på den nederste enden av hovedventilen og ledes via en struping ④ til den øvre enden. Strupingen kan monteres enten i sleiden eller i huset. Fra den øverste enden av hovedventilen er det en forbindelse til forstyringsventilen. Hovedventilen befinner seg i en tilstand av trykklikevekt så lenge forstyrings-

ventilen ikke aktiveres. Den holdes lukket av den relativt svake fjæra ⑤. Når åpningstrykket er nådd ved forstyringsventilen, åpnes den og det strømmer litt olje gjennom hovedventilens struping. På grunn av den trykkforskjellen som oppstår, blir hovedventilen forskjøvet oppover mot fjærkraften. Den vil da åpne forbindelsen mellom innløp og utløp.

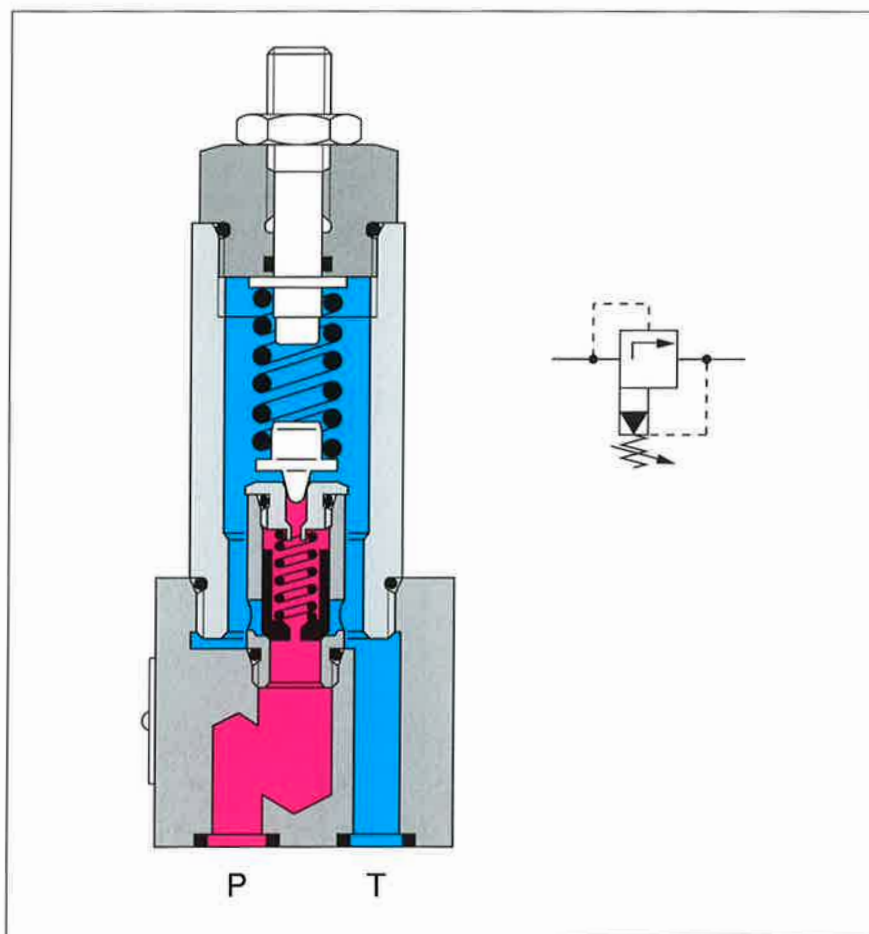
Avhengig av hva den brukes til, kan den styreoljen som strømmer gjennom forstyringsventilen, enten dreneres internt til utløpet eller eksternt via en ekstra dreneringsport. Det må tas hensyn til at det returtrykket som oppstår ved utløpet, må adderes til den verdien som innstilles på forstyringsventilen, når det arbeides med intern drenering.

Faste plugger kan også arrangeres slik at oljen dreneres internt eller eksternt. Hovedventilen og forstyringsventilen kan vises detaljert i diagrammer. Vanligvis brukes det imidlertid et forenklet diagram som også kan vise metoden for drenering av styreoljen.



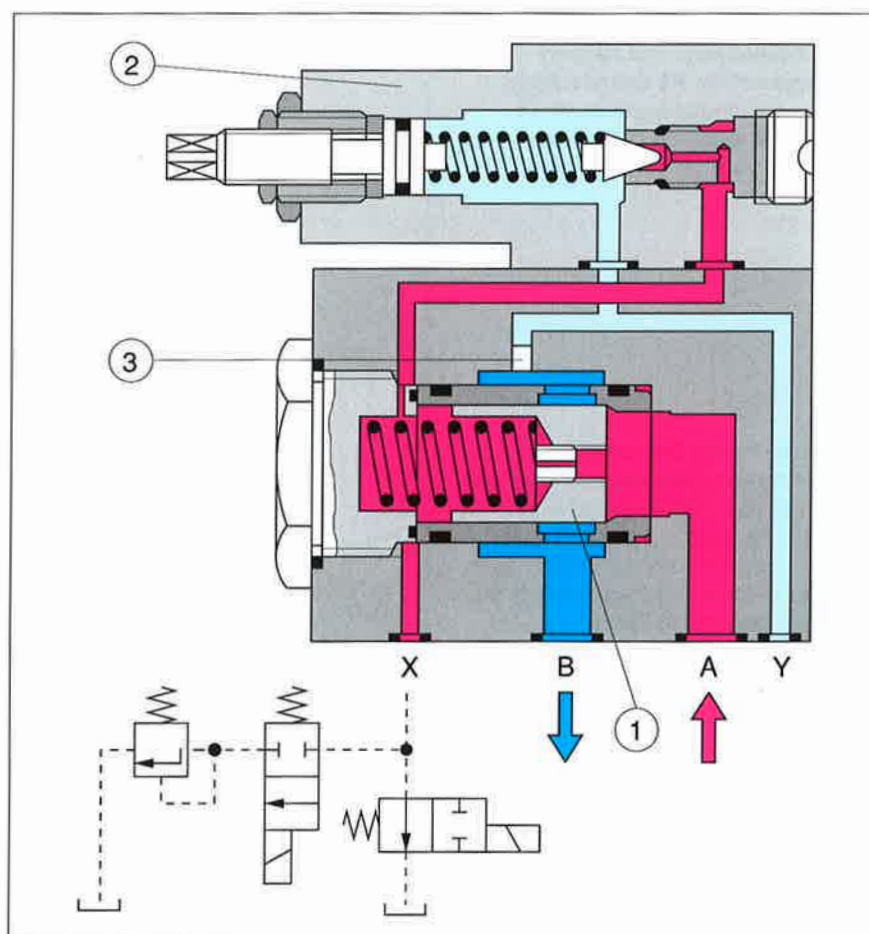
1.2.1 Utførelse for type NG 6

I denne utførelsen er forstyringsventilen og hovedventilen montert i samme retning. Styrestrømningen fra forstyringsventilen passerer gjennom utløpsporten T.



NG 10 og NG 25

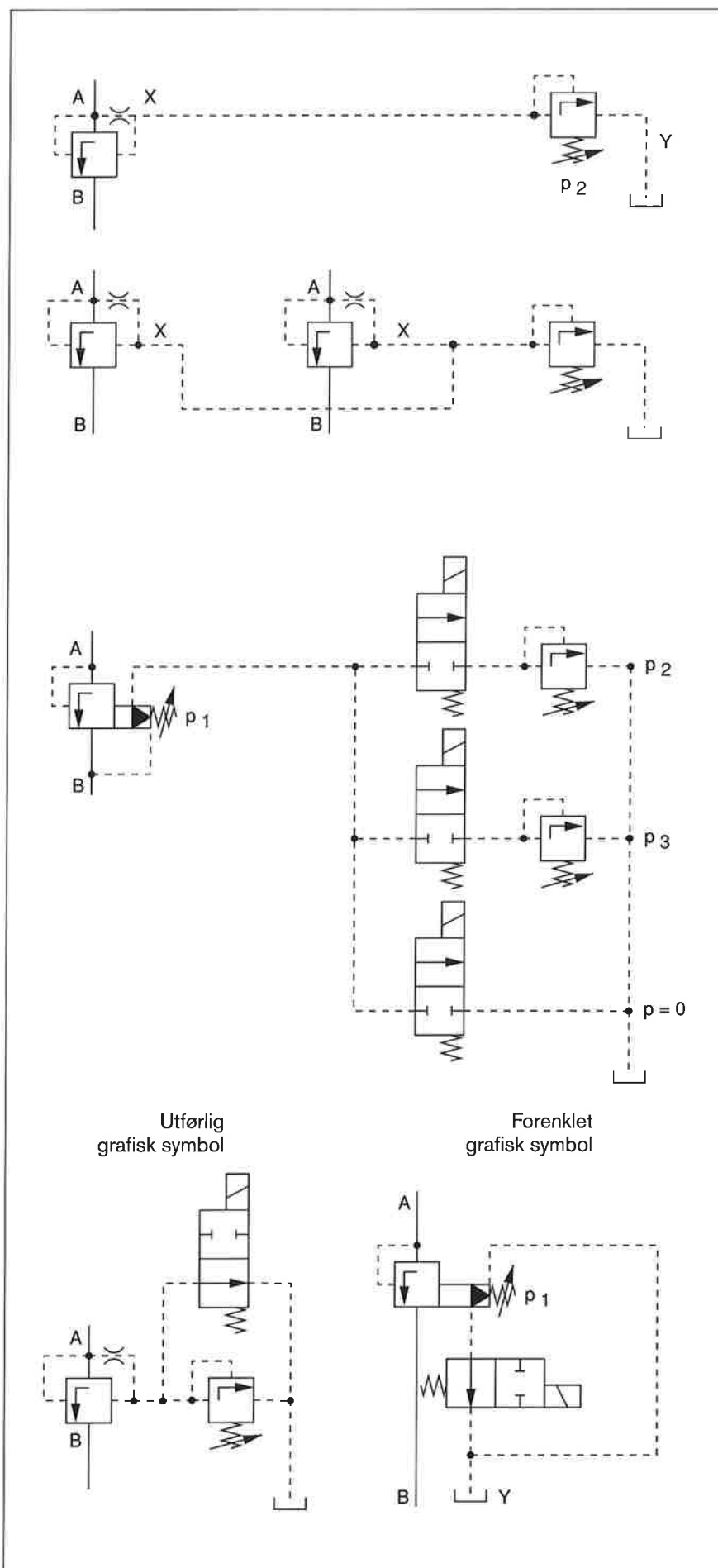
Hovedtrinnene i disse ventilene inneholder vanligvis standardiserte patroner ① som er stengte. Forstyringsventilen ② er utført som seteventil og har NG 6 hullkonfigurasjon. Festepluggene ③ i huset gir mulighet for enten intern (B) eller ekstern (Y) drenering av styreoljen fra forstyringsventilen. Det er mulig å knytte til en ekstra forstyringsventil via en ytterligere styreport (X).



1.2.2 Fjernstyring

Utløpsporten X kan benyttes til fjernstyring på forskjellige måter:

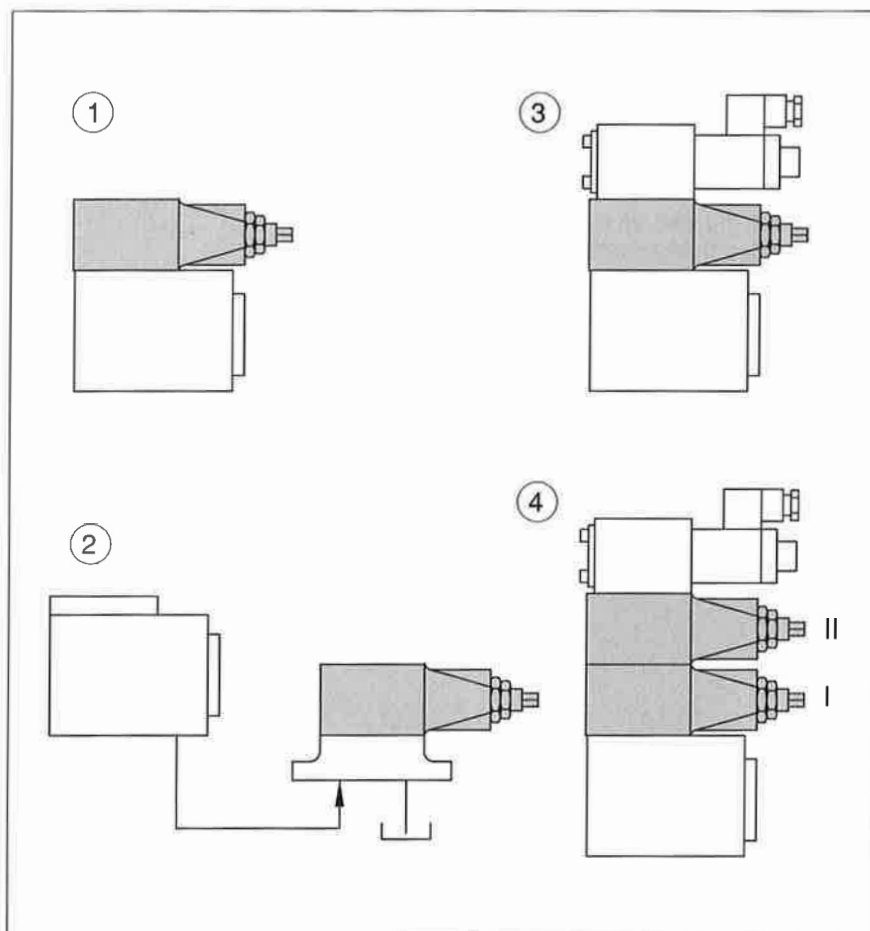
- Hovedventilen og forstyringsventilen kan monteres separat. Dette har en klar fordel fra et betjeningsmessig synspunkt. For eksempel kan hovedventilen monteres direkte på en maskin mens forstyringsventilen monteres i en styrepult. Det er tilstrekkelig med forholdsvis små ledningstverrsnitt mellom de to ventilene.
- Det er også mulig å styre to eller flere hovedventiler fra en enkelt forstyringsventil. Dette prinsippet utnyttes når to systemer skal holdes på samme trykk. Det er imidlertid fare for at de to ventilene i dette tilfellet påvirker hverandre slik at det oppstår svingninger.
- En enkelt hovedventil kan styres fra flere forstyringsventiler som hver for seg er innstilt til forskjellige trykk. Da vil naturligvis alltid den forstyringsventilen reagere først, som er innstilt til det laveste trykket. Det betyr at styreledningene må stenges eller åpnes tilsvarende ved hjelp av retningsventiler. På denne måten kan en forhåndsprogrammere et antall ulike trykk, og disse kan aktiveres via elektriske signaler.
- Trykkavlastning. Det forekommer ofte at trykkbegrensningsventiler må avlastes ved hjelp av et elektrisk signal. Det vil si at trykket må stilles til null. Den lille retningsventilen som brukes til dette, monteres direkte på forstyringsventilen. Denne kombinasjonen utgjør en økonomisk løsning for nøytralsirkulasjon.



1.2.3 Modifikasjon av forstyrings-ventiler

En standard forstyringsventil kan monteres på ulike måter på hovedventilen. Dessuten vil magnetstyrte ventiler NG 6, som er montert på en monteringsplate, tillate trykkavlastning eller sjalting til et annet trykk.

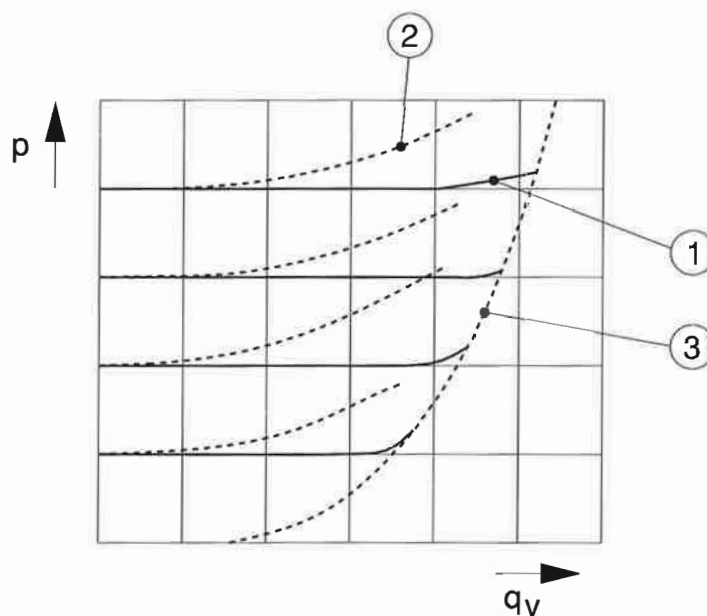
- ① Standard
- ② Hovedventil atskilt fra forstyringsventil
- ③ Trykkavlastet
- ④ Sjalting til et annet trykk



1.3 Styringskarakteristikker, grenseverdier

Så vidt mulig bør trykkbegrensningsventilens åpningstrykk holdes konstant, uavhengig av gjennomstrømningene til enhver tid. Dette er vist med de horisontale linjene ③ i diagrammet til høyre. Når gjennomstrømningen økes, vil imidlertid den motstanden som oppstår mot volumstrømmen, gjøre seg mer og mer gjeldende. Denne motstanden kommer i tillegg til trykket slik at kurven begynner å stige ved økende gjennomstrømning ①. Til slutt kommer ventilen inn i et metningsområde ② derr den ikke lenger bør benyttes.

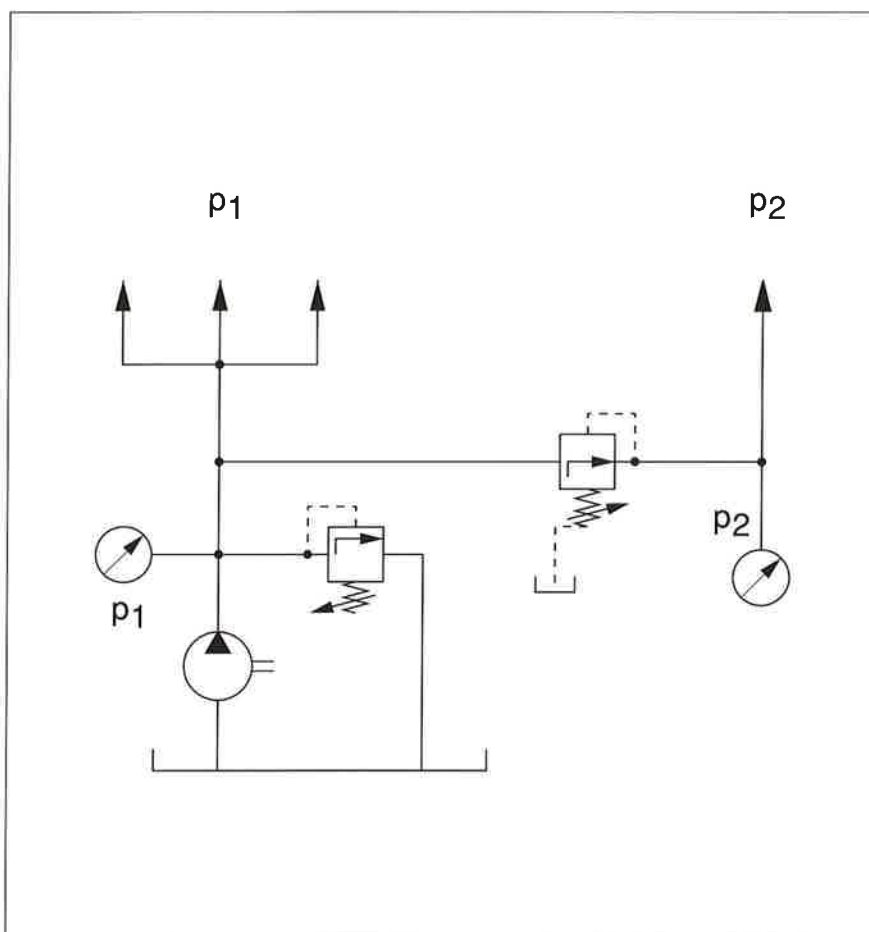
Forstyrte trykkbegrensningsventiler har en mer slakk karakteristikk enn de direktestyrte versjonene. På den annen side er minimum utløsningsstrykk for de forstyrte ventilerne litt høyere enn for de direktestyrte. Det skyldes forspenningen i hovedventilens fjær.



2 Trykkreduksjonsventil

Trykkbegrensningsventilens formål er å holde trykket i et helt system innenfor en viss grense. Trykkreduksjonsventilen, har derimot til oppgave å begrense trykket for en bestemt gren av kretsløpet til det som kreves av en bestemt belastning eller på et forbrukssted. Når tilført trykk overstiger det innstilte trykket, vil ventilen stenge helt av for en forbindelse som før var helt åpen.

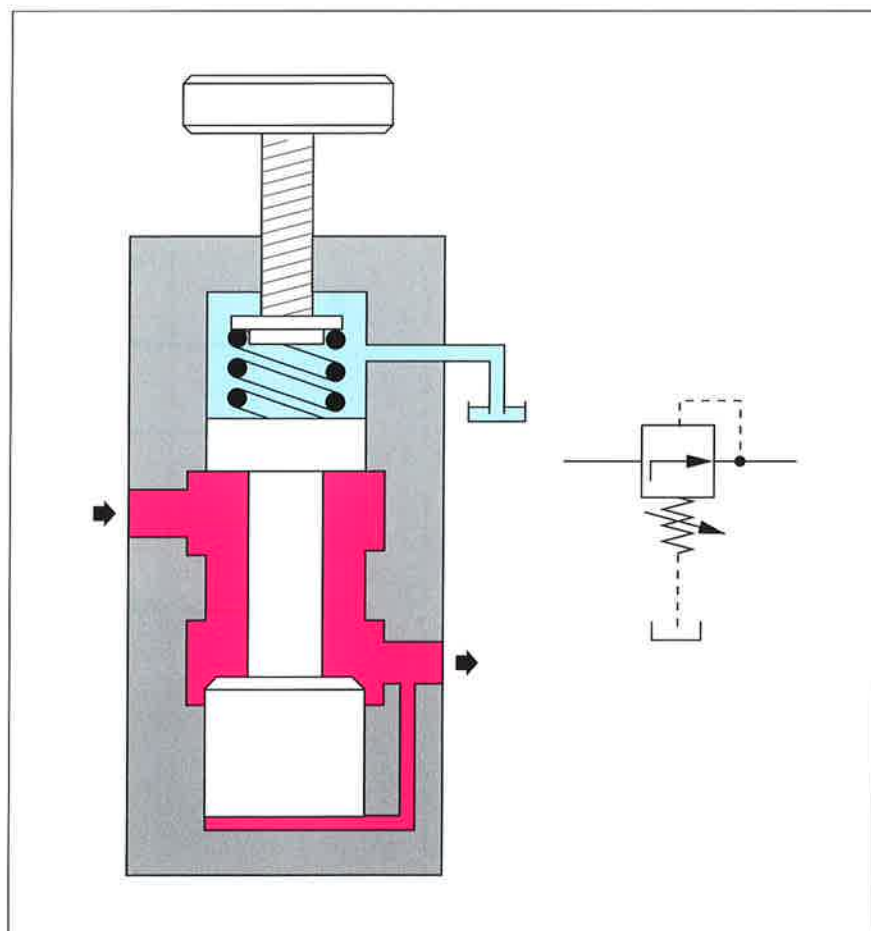
Det grafiske symbolet viser utgangsstillingen med helt åpen forbindelse, og den eksterne styringen av ventilen.



2.1 Direktstyrt trykkreduksjonsventil

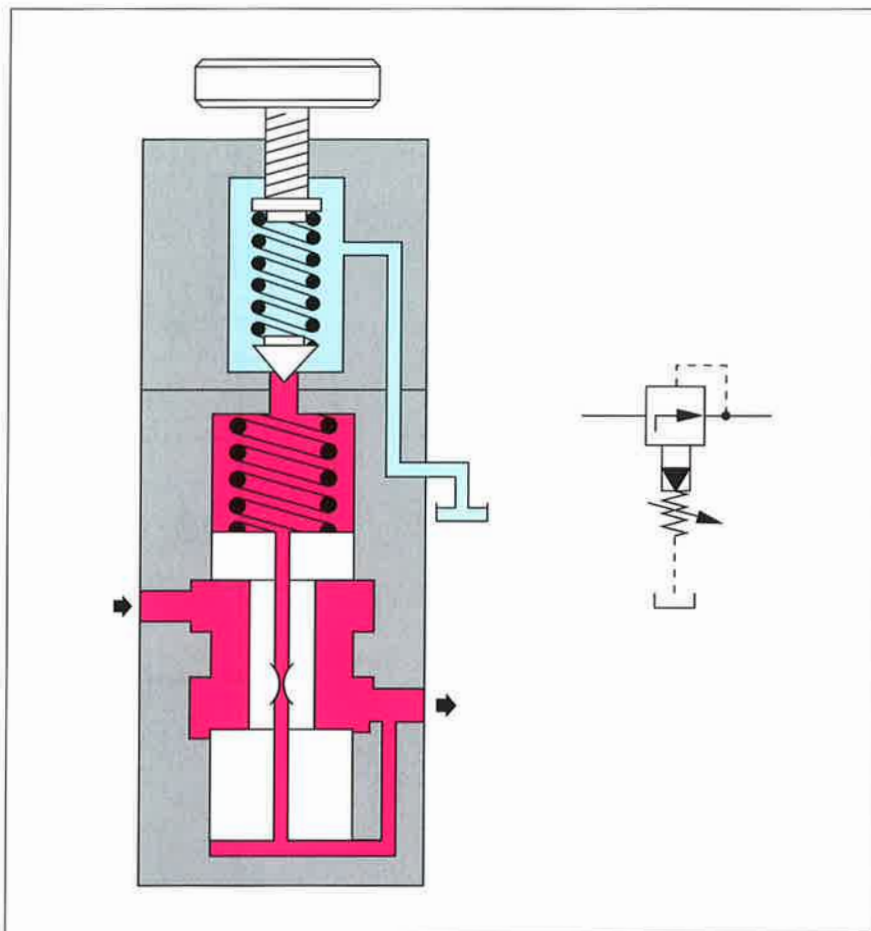
I denne ventilen er det utløpstrykket og ikke tilført trykk som virker på et areal i enden av sleiden. Den kraften som oppstår, blir sammenliknet med en fjærkraft. Hvis kraften fra sleiden overstiger kraften som er innstilt på fjæra, blir ventilsleiden forskjøvet og stengt for en forbindelse mellom to porter som før var helt åpen.

Det trykknivået som skal reduseres, blir regulert uavhengig av gjennomstrømningen. Ventsleiden kan stilles i en hvilken som helst mellomstilling (reguleringsventil). Trykkreduksjonsventiler konstrueres nesten uten unntak som sleideventiler, fordi denne anvendelsen legger særlig vekt på nøyaktig styring selv ved de minste volumstrømmer. Det er viktigere enn små oljelekkasjer i dette tilfellet.



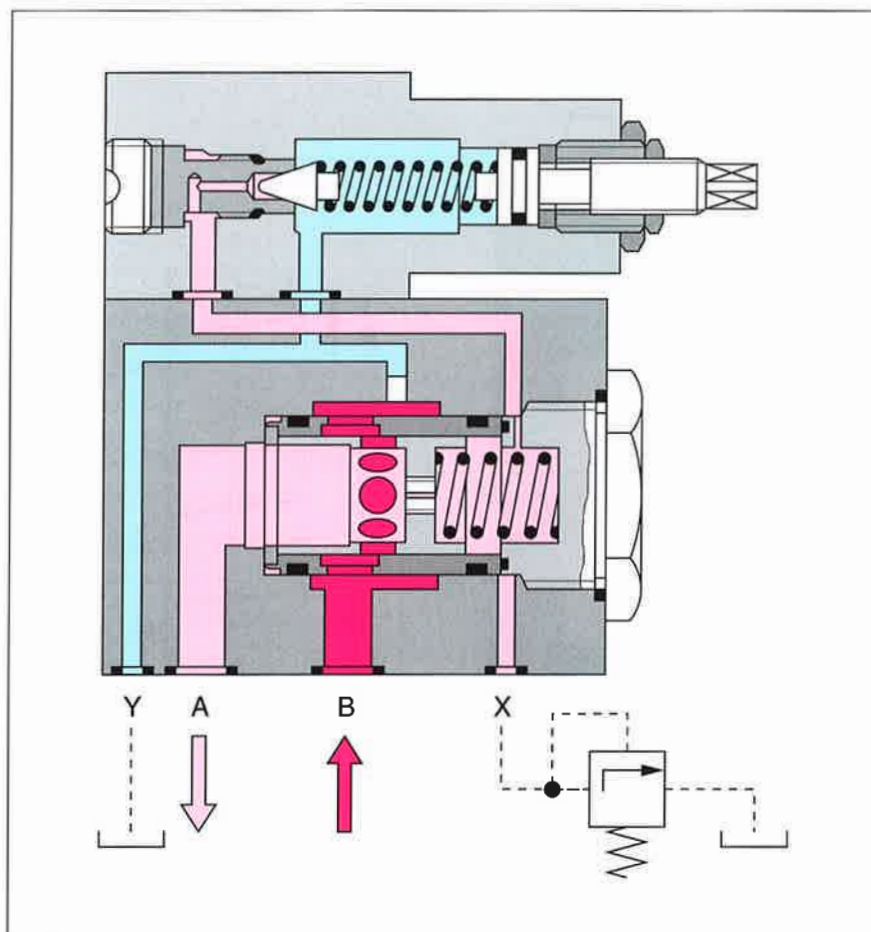
2.2 Forstyrt toveis trykkreduksjonsventil

Toveis trykkreduksjonsventiler benyttes ved store volumstrømmer. De er konstruert med forstyring, av grunner som ble forklart i avsnitt 1.2. Utstyret består av en hovedventil og en forstyringsventil. Den sistnevnte er utført som en enkel trykkbegrensningsventil med sete. Hovedventilen er vanligvis utrustet med sleide (nøyaktig styring) og er åpen i utgangsstillingen. Det utløpsstrykket som skal reguleres, ledes til bunnen av hovedventilen og via en struping til oversiden. Derfra er det en forbindelse til forstyringsventilen. Når innstilt trykk er nådd, åpner forstyringsventilen, og styreolje ledes via strupingen inn i hovedventilen. På grunn av trykktapet vil hovedventilens sleide bevege seg oppover mot fjærkraften og stenge forbindelsen mellom innløp og utløp for å holde utløpsstrykket konstant.



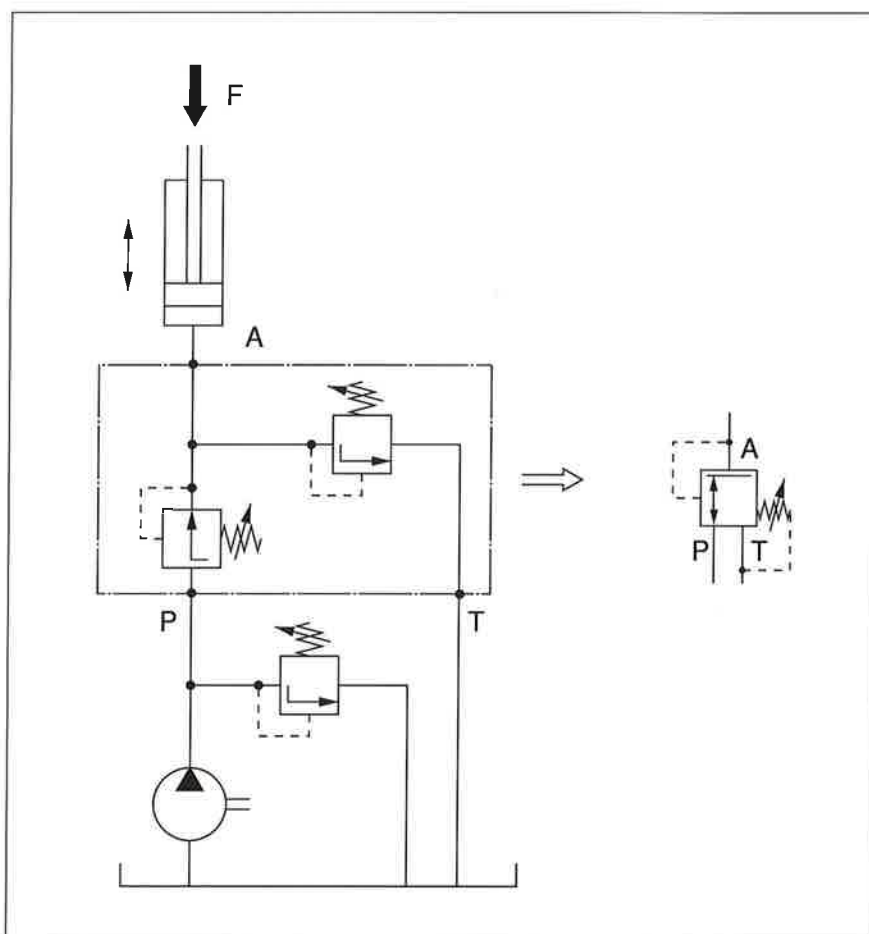
2.2.1 Trykkreduksjonsventiler i utførelse NG 10 og NG 25

Hovedventilen i disse utførelsene inneholder standardiserte patronventiler. Ventilene er også utstyrt med standardiserte hullkonfigurasjoner. Forstyringsventilene er av setetype og har hullkonfigurasjon NG 6. Denne utførelsen er den samme som ved forstyrte trykkbegrensningsventiler. I det tilfellet er ikke hovedventilens patron åpen i utgangsstillingen, men her benyttes det en normalt åpen patron i hovedventilen. Volumstrømmen er fra (B) til (A). Utløpsstrykket ved (A) bestemmes av forstyringsventilen. Styreoljen fra forstyringsventilen strømmes gjennom porten (Y).

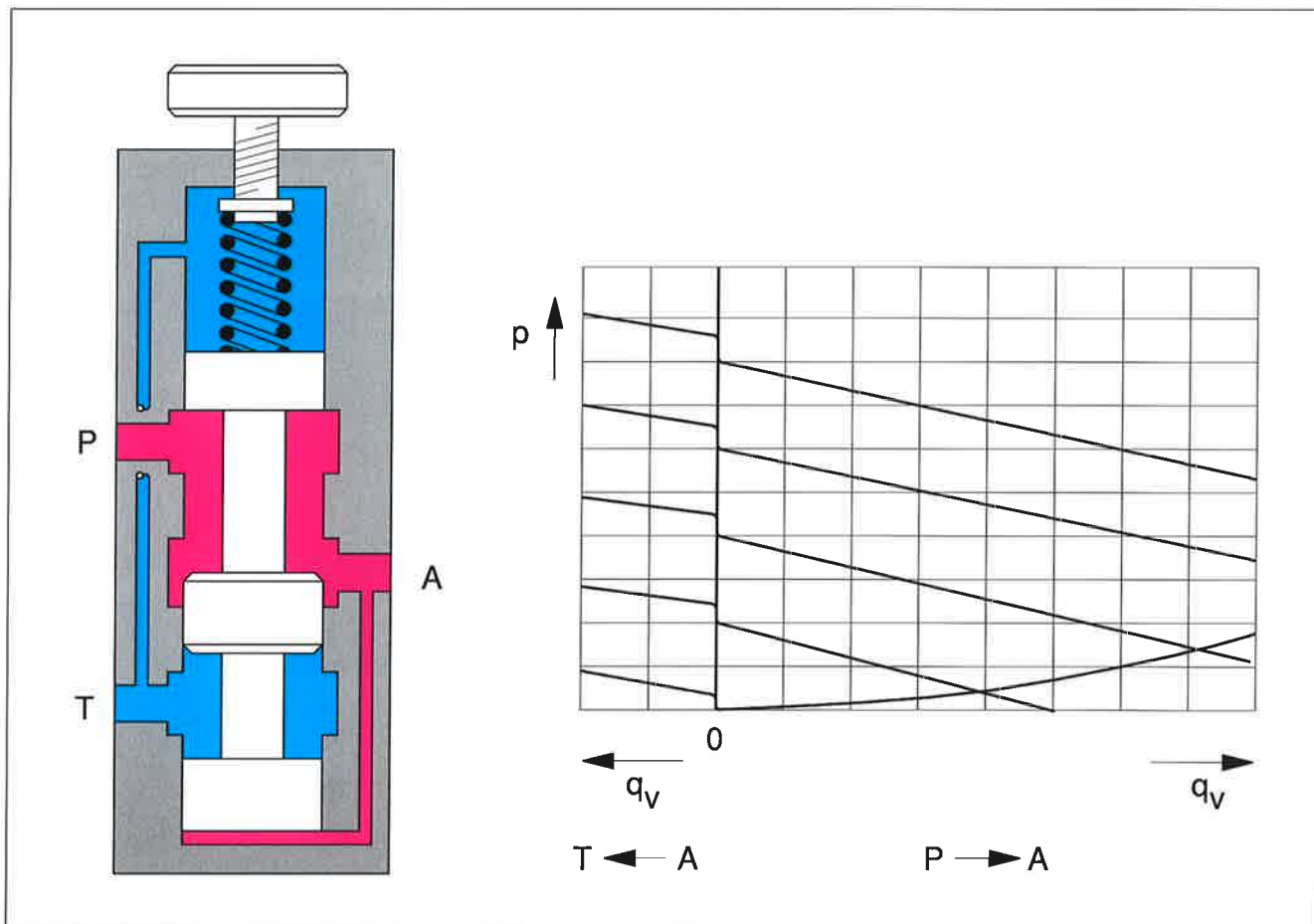


2.3 Treveis trykkreduksjonsventil

Når det opptrer en ekstern kraft på lasten, klarer ikke en vanlig trykkreduksjonsventil å redusere trykket i den aktuelle delen av kretsløpet. Til denne oppgaven benyttes en ekstra trykkbegrensningsventil som innstilles til et litt høyere trykk enn trykkreduksjonsventilen. Denne kombinasjonen av trykkreduksjonsventil og trykkbegrensningsventil kan sammenstilles i én enhet som kalles en treveis trykkreduksjonsventil.



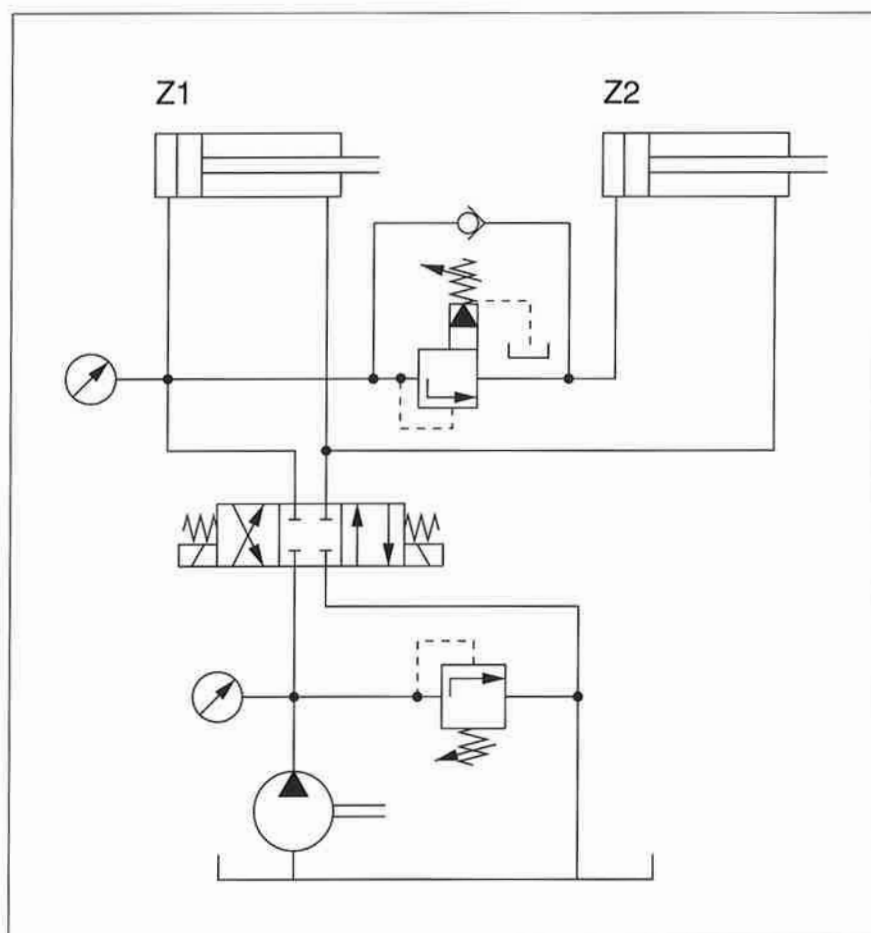
Figuren viser en direkte styrt versjon av en slik ventil. Diagrammet viser trykkvariasjonen for begge flyt-retninger.



3 Rekkefølgeventil og avlastningsventiler

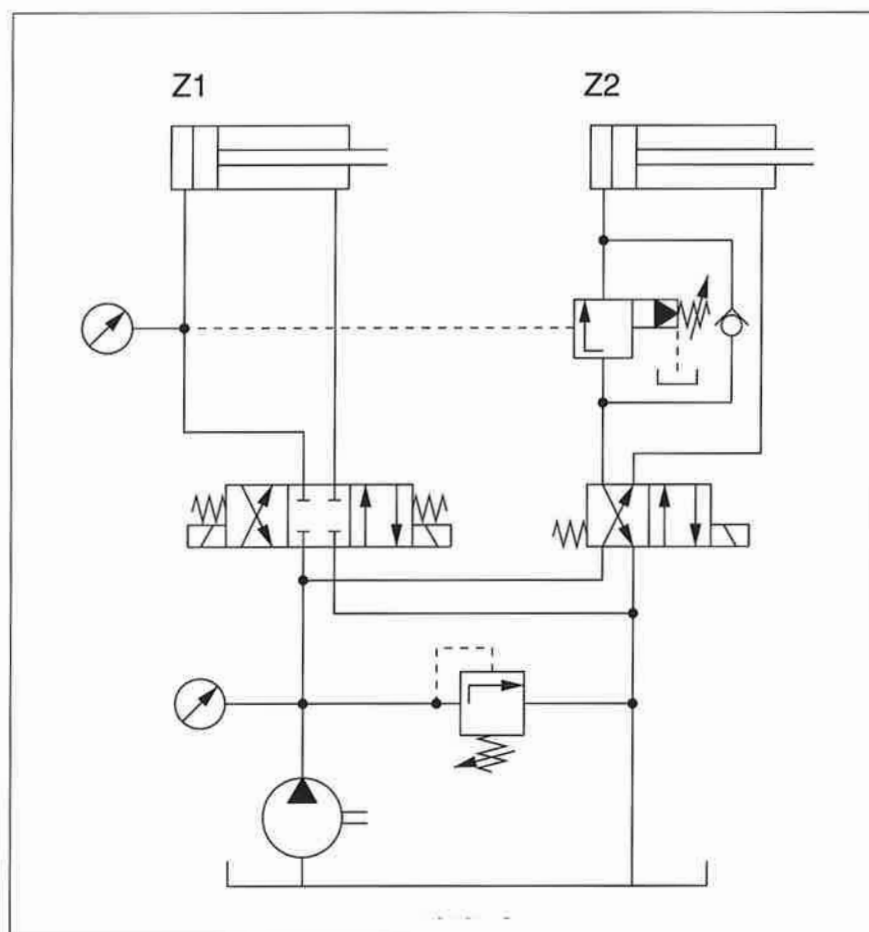
3.1 Rekkefølgeventil med intern styring

Rekkefølgeventilen med intern styring har til oppgave å sende væskestrømmen til en ekstra forbruker så snart trykket ved den første forbrukeren har nådd et visst nivå. Avhengig av trykket kan det benyttes en trykkbegrensningsventil med ekstern drenering til en slik styring av rekkefølgen. Til dette formålet kan det brukes forstyrte og eksternt styrte trykkbegrensningsventiler. Det kan også brukes direkte-styrte versjoner med ventilsleide og ekstern drenering av oljen fra fjærkammeret. Som regel er de kombinert med tilbakeslagsventiler.

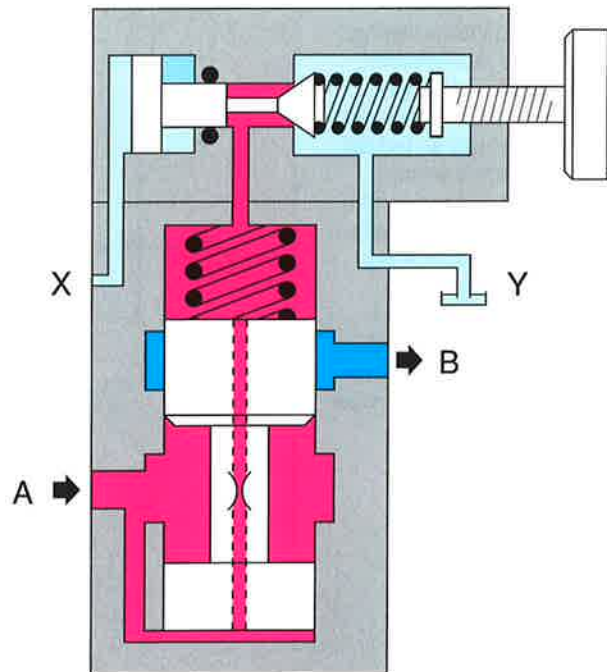


3.2 Rekkefølgeventil med ekstern styring

Denne ventilens oppgave minner mye om oppgaven til den tidligere beskrevne ventiltypen, men her tas styretrykket fra en ekstern kilde i det hydrauliske systemet. Virkemåten svarer til en hydraulisk styrt 2/2 retningsventil med justerbart forstyringstrykk.



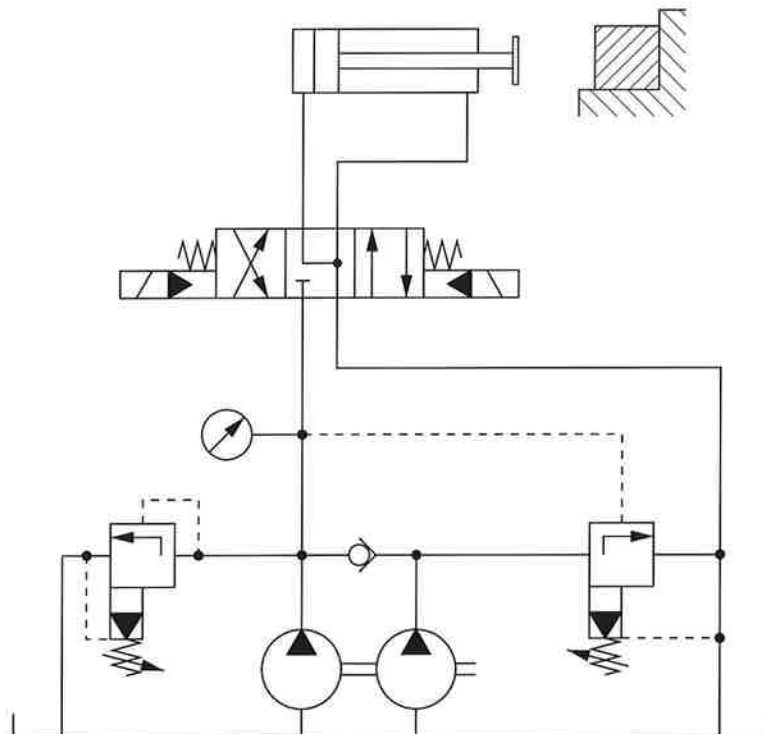
Styretrykket fra det første kretsløpet virker på et ubelastet stempel som i sin tur åpner den koniske styreventilen. Styreoljestrømmen fra det andre kretsløpet strømmer gjennom utløpsporten Y.



3.3 Avlastningsventil med internt styretrykk

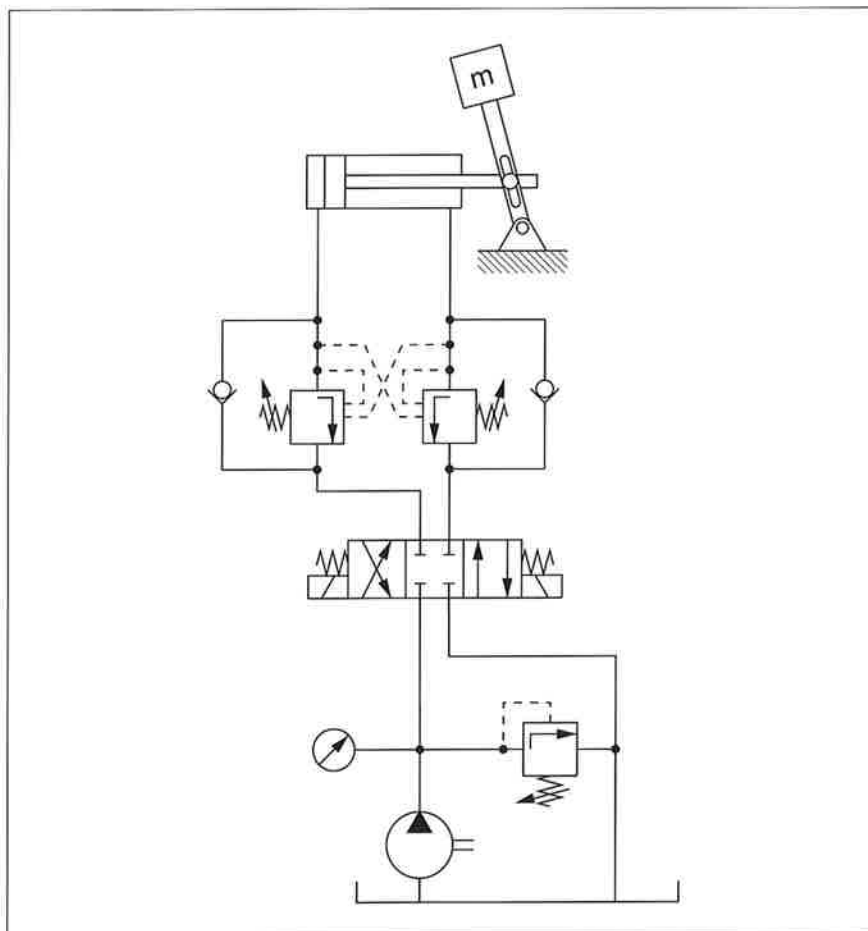
Denne avlastningsventilen brukes i hydrauliske systemer med to pumper, den ene for høyt trykk med liten volumstrøm og den andre for lavt trykk med stor volumstrøm. Lavtrykkspumpa avlastes til tank når trykket i systemet stiger på grunn av lasten. På denne måten vil forbrukerens bevegelse være avhengig av trykket. Trykket vil dessuten bestemme bevegelseshastigheten.

I dette tilfellet brukes det en fjernbetjent avlastningsventil og ekstern drenering.



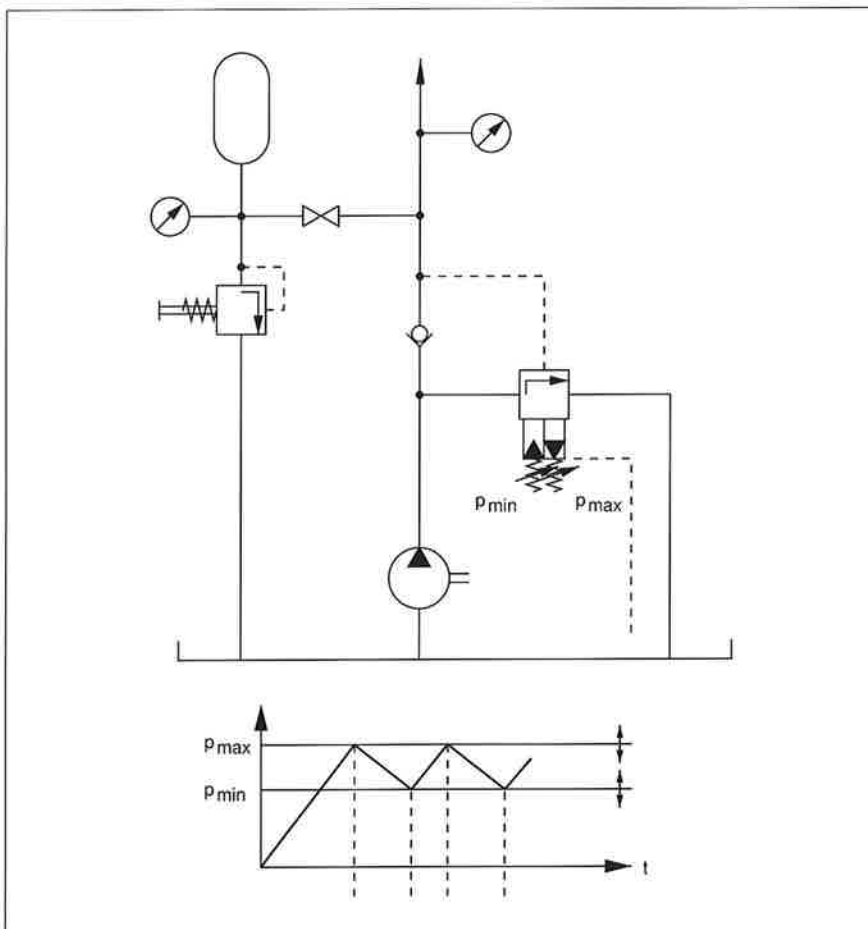
4 Oversenterventil

For å unngå ukontrollerte bevegelser i en sylinder som utsettes for last som vekselvis skyver og drar, kan det brukes en trykkbegrensningsventil som stenger for den aktuelle delen av det hydrauliske kretsløpet. Det medfører imidlertid et visst effekttap. For å unngå dette benyttes spesielle trykkbegrensningsventiler. Disse har en ekstra ekstern styreport som forbindes med sylinderens motsatte side. Ventilen åpner på grunn av det trykket som er et resultat av eksterne krefter.



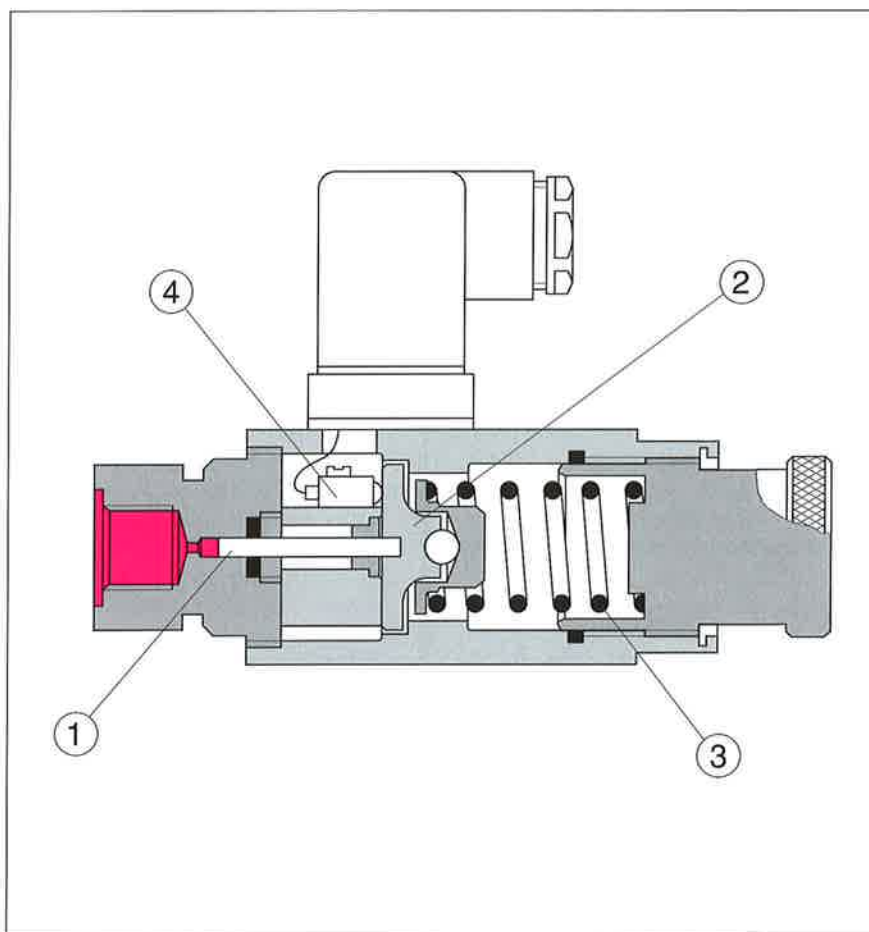
5 Ladeventiler for akkumulatorer

Ladeventiler for akkumulator benyttes i hydrauliske systemer med akkumulator og en pumpe med konstant fortrengningsvolum. Ventilen vil avlaste pumpa mot tanken så snart akkumulatoren er fylt. Når trykket i akkumulatoren har sunket til en viss verdi, kopler ventilen pumpa til systemet, og ladningen starter. Oppstillingen har to uavhengige forstyringsventiler.



6 Trykkbryter

Trykkbryteren omformer det hydrauliske trykket til et elektrisk signal. Stemplet ① støttes av en fjærbelastet plate ② og presser mot den vedvarende kraften fra kompresjonsfjæren ③. Fjærplaten ② påvirker en mikrobryter ④ som bryter eller åpner for den elektriske strømmen.

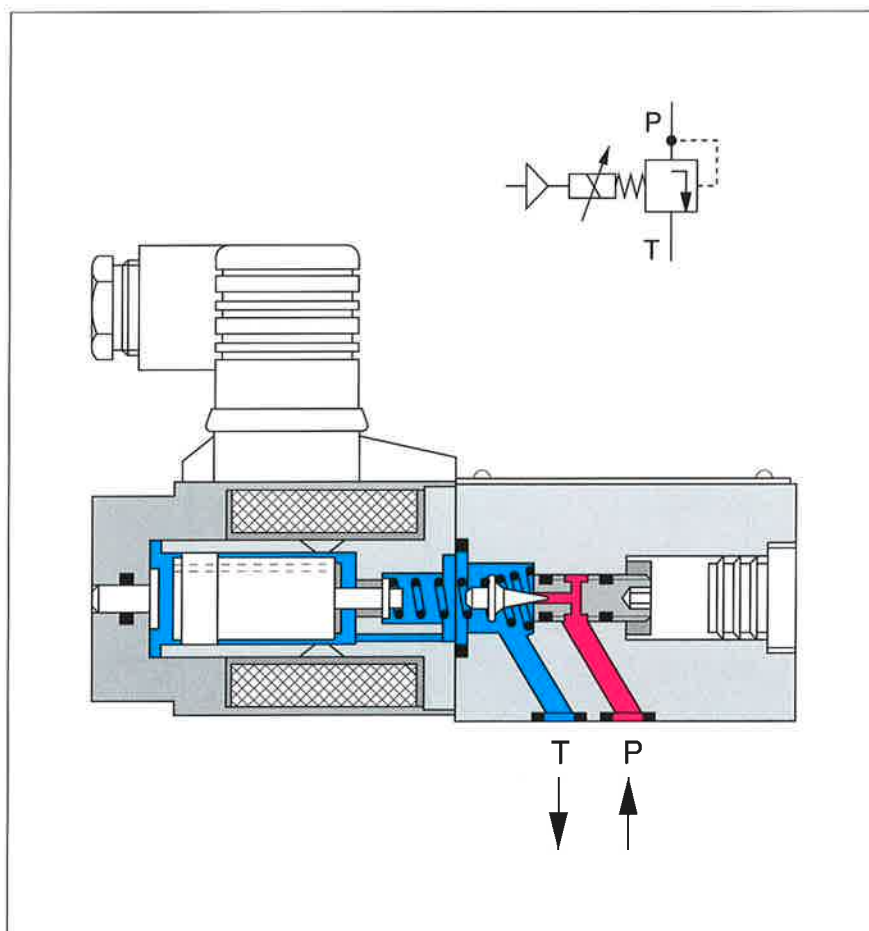


7 Proporsjonal trykkbegrensningsventil

Ventilen omformer en elektrisk like-spennning i området 0–10 V til et trykk som er proporsjonalt med inngangsspenningen.

Dette blir vanligvis realisert av en trykkbegrensningsventil med elektronisk styring, et manuelt betjent organ, en servostyring og en magnetpole med proporsjonal vinding.

Ytterligere opplysninger finnes i publikasjon 1 987 762 619.



Volumstrømsventiler



1 Formål

1.1 Loven om strømmende væsker

Rørledninger, strupinger, armaturer, flenser osv. representerer en viss hydraulisk motstand mot væskestrømmen og bidrar til tap på grunn av intern friksjon. Disse tapene omsettes i varme. Den hydrauliske motstanden kan sammenliknes med den ohmske motstanden i en elektrisk krets. Den kan imidlertid ikke bestemmes med en enkelt formel, men representeres av trykktap som stammer fra en bestemt volumstrøm.

Trykktapene i en struping bestemmes av:

- Strømningshastigheten (som påvirkes på en eller annen måte av hvordan strupingen er utformet)
- Lengden av strupeseksjonens innsnevring
- Formen på strupeseksjonen
- Viskositeten i den strømmende væsken
- Den spesifikke vekten til den strømmende væsken
- Strømningsprofilen (laminar eller turbulent)

Alt dette blir vanligvis sammenfattet i Hagen-Poiseus lov, som kan uttrykkes slik:

$$q_v = \alpha \cdot A \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta p}{\rho}}$$

Her er

α : Utløpskoeffisient – 0.6–0.9 (avhengig av viskositet og strupingens utforming)

A: Strupetverrsnitt, m²

Δp : Trykktap, pascal

ρ : Væskens spesifikke vekt, kg/m³

Denne likningen kan forenklet skrives slik

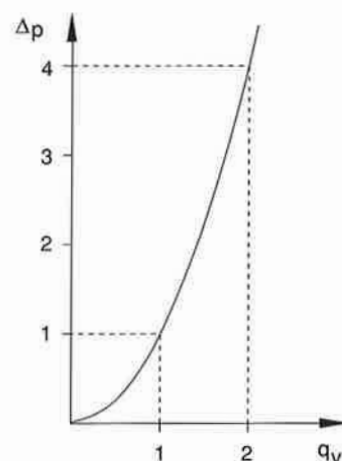
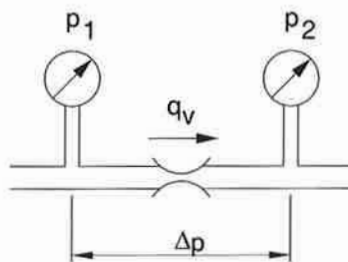
$$q_v \approx \sqrt{\Delta p}$$

eller

$$q_v^2 = \Delta p$$

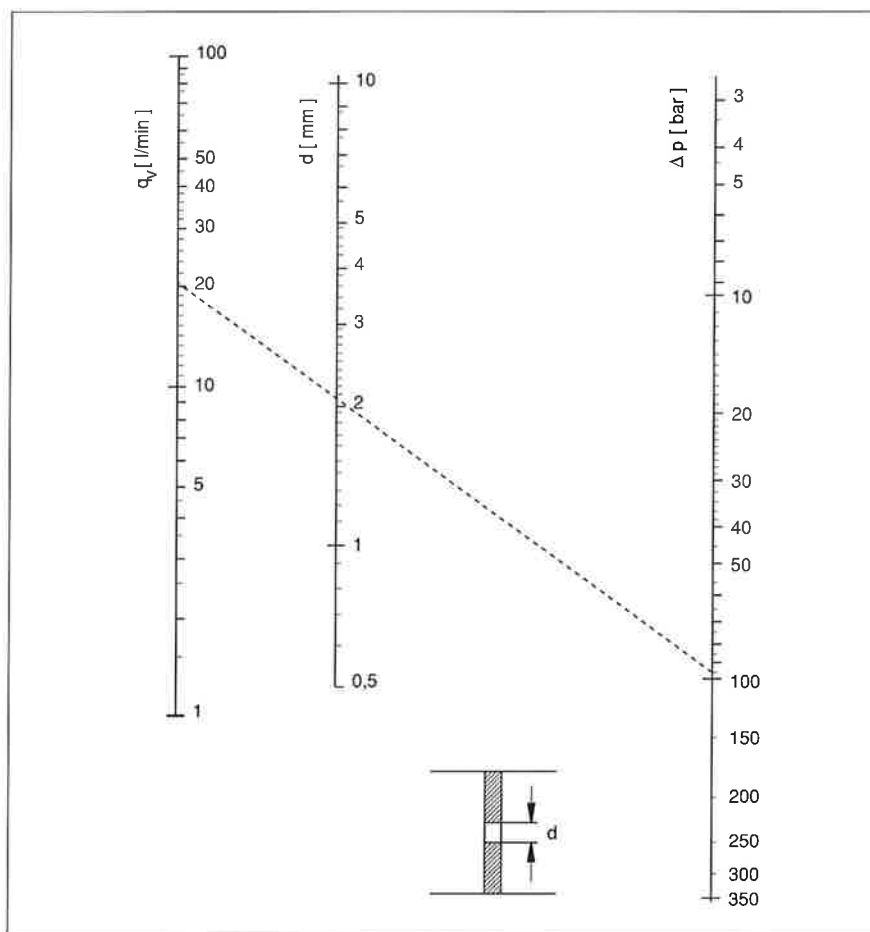
Dette betyr:

Strømningen gjennom en struping avhenger av trykkforskjellen mellom strupingens innløp og utløp. Funksjonen er kvadratisk og representeres grafisk ved karakteristikken, som har form av en parabel.



1.2 Diagram for beregning – fast struping

Gjennomstrømningsparametrene for en fast struping går fram av diagrammene. Ved hjelp av disse kan sammenhengen mellom volumstrøm og trykkforskjell over strupingen avleses direkte for en gitt diameter.



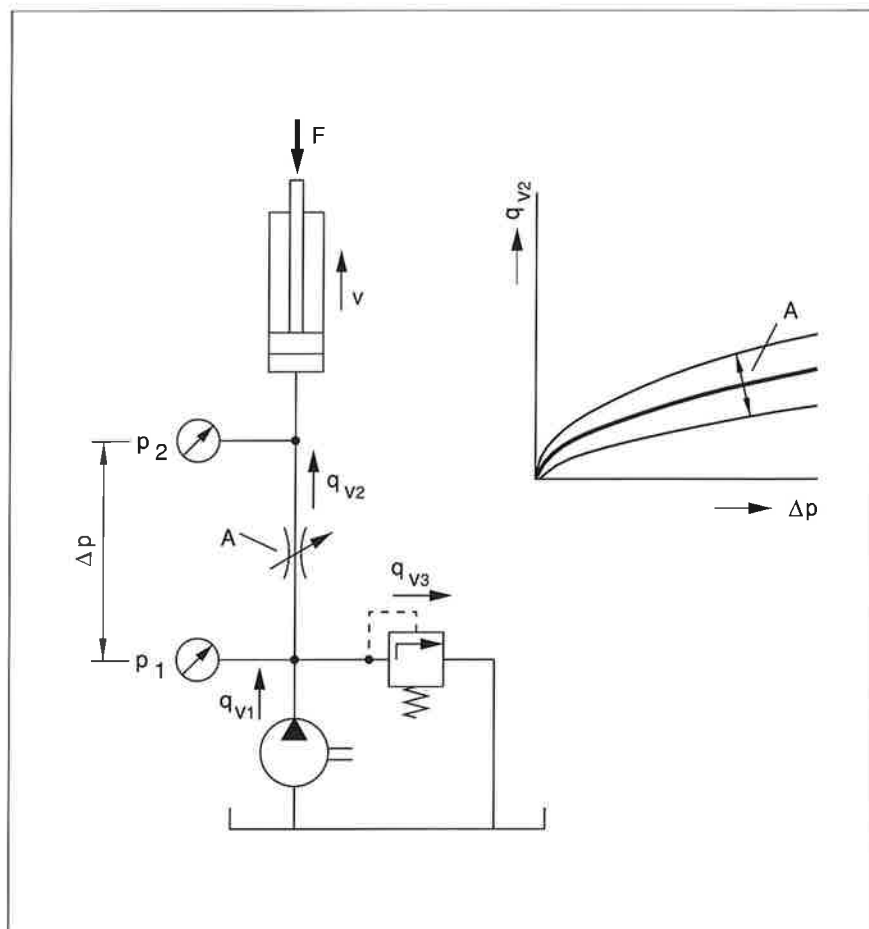
1.3 Avledet del av volumstrømmen

Volumstrømsventilenes formål er å styre hastigheten til hydrauliske manøvreringsorganer (sylindere og motorer). Det skjer ved å variere innnevringen i et strupetverrsnitt og dermed endre volumstrømmen q_v gjennom dette tverrsnittet. Den overskytende delen av pumpas volumstrøm ledes til tank gjennom trykkbegrensningsventilen. For regulerbare pumper kan volumstrømmen innstilles.

Ved disse prosessene vil tapene øke. Tapene omsettes direkte til varme (se side 211).

I praksis blir innløpstrykket p_1 holdt konstant ved hjelp av en trykkbegrensningsventil eller trykkregulatoren i en pumpe med regulerbar fortregning. Variasjoner i trykkforskjellen Δp skyldes variasjoner i lasten (eller i lasten hos forbrukeren) og de resulterende variasjonene i belastningstrykket p_2 .

Derfor kan enkle strupeventiler bare brukes ved små variasjoner i lasttrykket p_2 , dvs. når belastningen (eller lasten hos forbrukeren) varierer lite.



2 Strupinger og strupeventiler

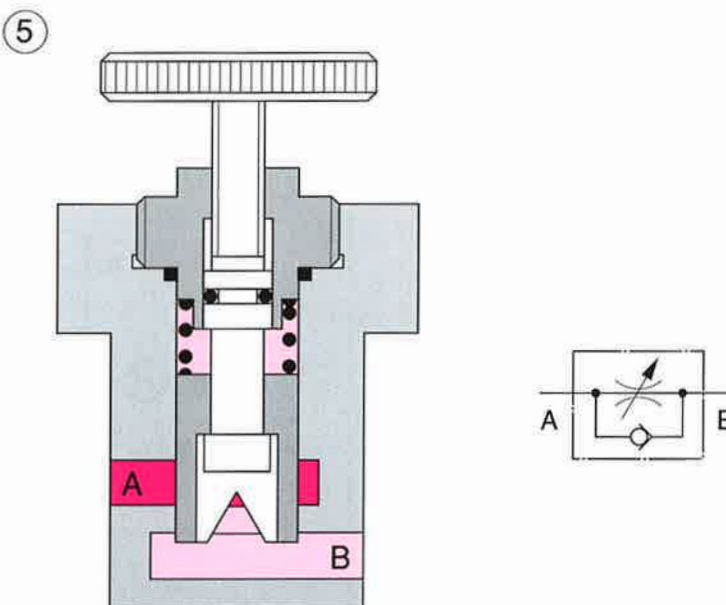
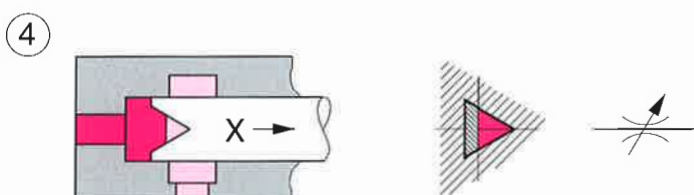
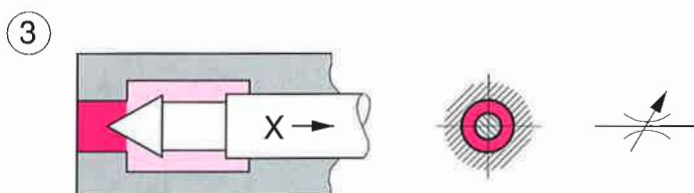
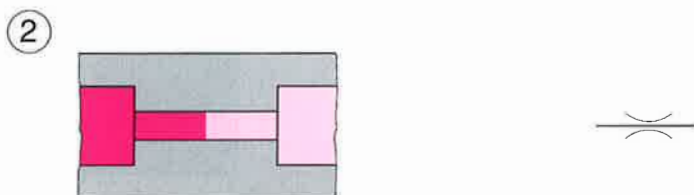
Oljeviskositetens betydning for volumstrømmen ved en innsnevring er hovedsakelig bestemt av hvordan strupingen er utformet. Viskositetens innflytelse øker med forholdet mellom strupingens omkrets og strupearelet.

Det betyr at den ideelle strupingen er minst mulig avhengig av viskositeten. Dette krever en sirkelformet åpning ① og kort strupningslengde. Denne formen gir maksimalt forhold mellom areal og omkrets. Det er imidlertid ikke mulig å konstruere ulike strupinger med trinnløs variabelt sirkelareal. Den likesidete trekanten er et akseptabelt kompromiss.

For lange strupelengder ② kan det observeres en økende innflytelse fra viskositeten. Strupetverrsnitt med variabelt areal kan realiseres ved hjelp av sirkelformede huller med finjustering av åpningen. Justerbare nåleventiler ③ har et uheldig forhold mellom areal og omkrets i strupeåpningen (spesielt for små åpninger). En ser også en økende innflytelse fra viskositeten i dette tilfellet. De egner seg derfor ikke særlig godt som strupinger, spesielt ikke ved små åpninger.

Strupearealet kan som et rimelig kompromiss realiseres som en likesidet trekant med sleidestrupinger ④. Strupinger og volumstrømsventiler utføres ofte slik at struping bare kan gjøres i én flytretning. Da kombineres de med en tilbakeslagsventil ⑤.

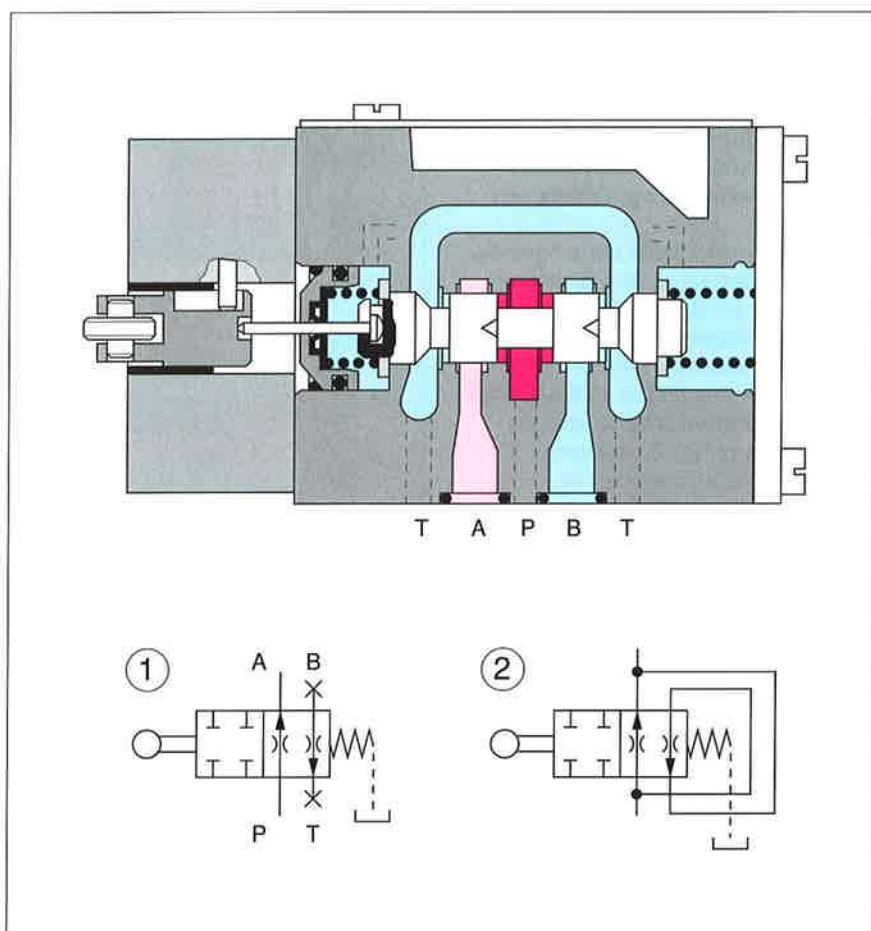
Ved struping med uhindret returflyt blir strupeåpningen løftet opp og åpner helt for strømningsverrsnittet når strømmingen går fra B mot A.



Det kan leveres en variant av retningsventilen NG 10 i form av en strupeventil som kan justeres med en vikende rulle. I motsetning til vanlige retningsventiler, har denne kontinuerlig overgang mellom de to endestillingene, fordi sleiden er utstyrt med innsnitt for finstyring.

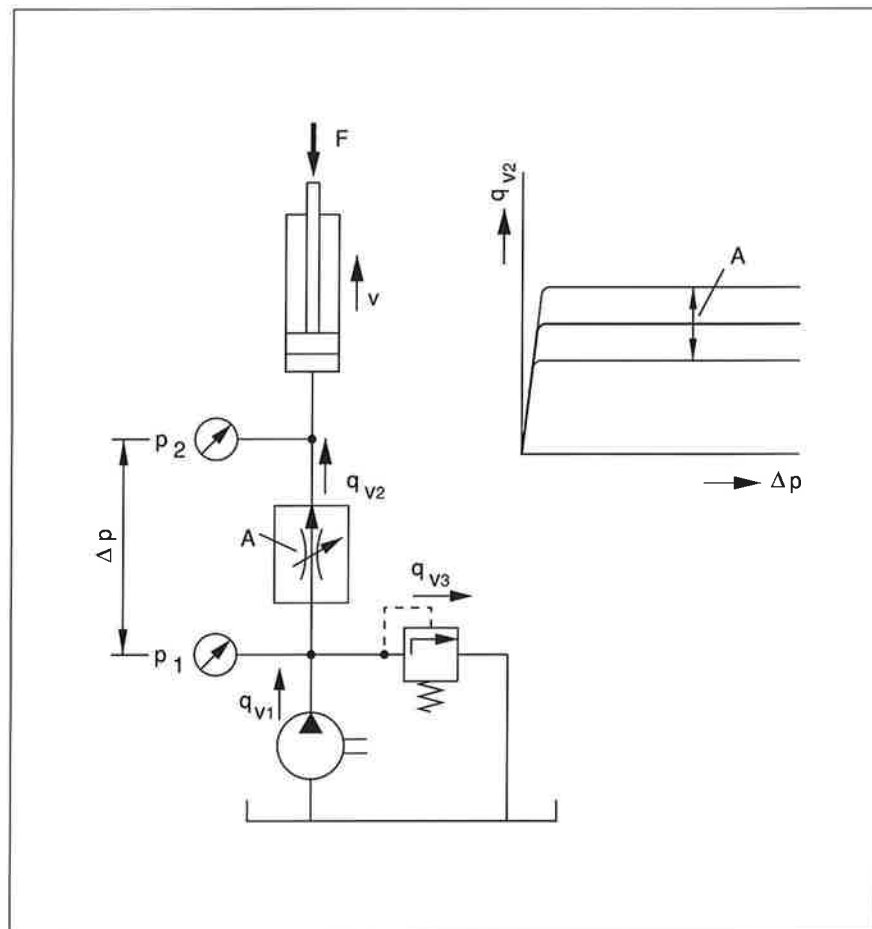
Denne ventilen blir mest brukt til en ren mekanisk justering av hastigheten, men den kan også brukes til å regulere forsinkelsen av masser i bevegelse.

- ① Gjennomstrømning i én retning
- ② Gjennomstrømning i to retninger



3. Toveis volumstrømsregulator

Hvis en forbruker krever konstant hastighet uavhengig av lasten, må det benyttes en volumstrømsventil med trykkregulering. Denne ventilens karakteristikk er horisontal, det vil si at gjennomstrømningen er uavhengig av trykkforskjellen over ventilen. Gjennomstrømningen vil bare avta hvis trykkforskjellen er svært liten (under ca. 8 bar).



3.1 Virkemåte

For å oppnå den ønskede uavhengigheten av trykket fra lasten blir en annen regulerbar struping montert i serie med selve måleblenden ①. Den regulerbare strupingen endres automatisk så snart det oppstår endringer i trykkfallet over måleblenden. Disse endringene kompenseres øyeblikkelig, og gjennomstrømningen forblir konstant.

Denne andre regulerbare strupingen kalles også en trykkregulator ② eller en hydrostat. Den består av en sleide med like store endeflater som påvirkes av trykkene p_2 og p_3 . Disse trykkene opptrer før og etter måleblenden. Trykkfallet ($\Delta p_{2,3}$) må holdes konstant og blir derfor overvåket kontinuerlig. Fordi trykket p_3 etter måleblenden er mindre enn p_2 , blir trykkregulatoren støttet av en fjær på den aktuelle siden, slik at den kan opprettholde likevekten.

Det medfører at fjæra bestemmer trykkfallet i måleblenden, og den har derfor avgjørende betydning for gjennomstrømningen, akkurat som tverrsnittet av måleblenden. Trykkfallet er omkring 6–8 bar og likevekten ved trykkregulatoren kan uttrykkes matematisk slik:

$$p_2 \cdot A = p_3 \cdot A + F_{\text{fjær}}$$

$$A (p_2 - p_3) = F_{\text{fjær}}$$

$$\Delta p_{2,3} = \frac{F_{\text{fjær}}}{A} = \text{konst.}$$

Derfor er trykkfallet $\Delta p_{2,3}$ ved måleblenden alltid konstant.

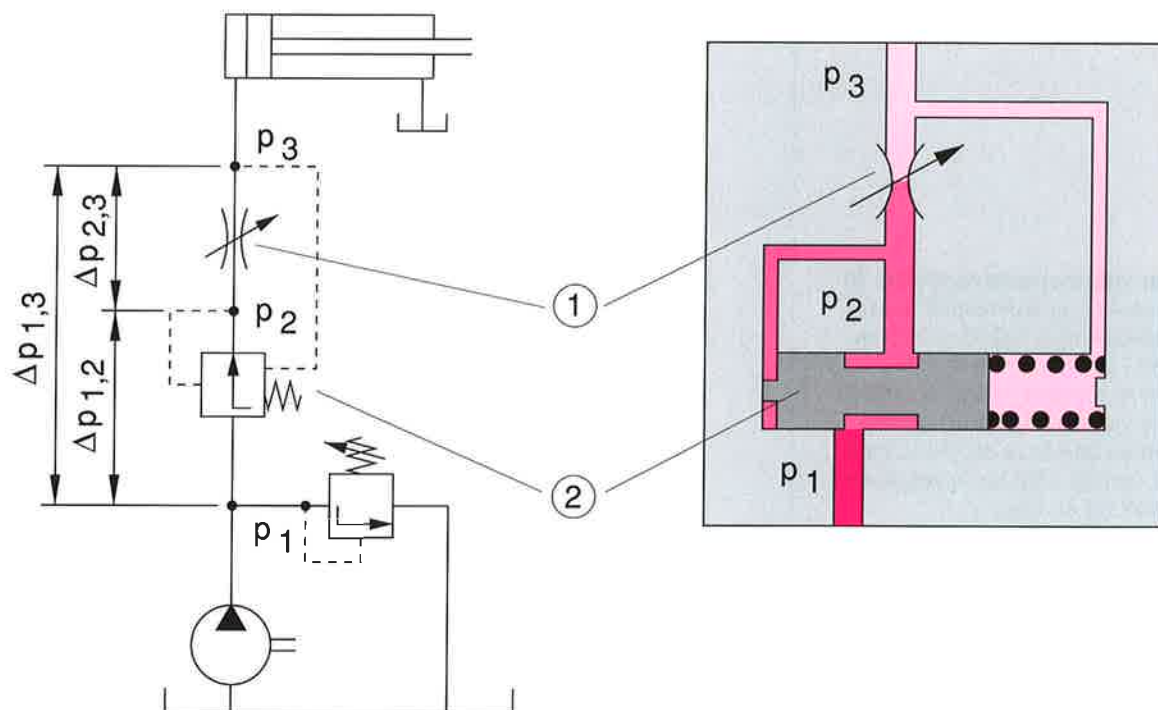
Hvis for eksempel lasten økes til p_3 , vil det bety at verdien $\Delta p_{2,3}$ blir endret når vi forutsetter konstant tilført trykk. Men fordi tverrsnittet ved trykkregulatoren automatisk øker, vil p_2 stige og $\Delta p_{2,3}$ går tilbake til den konstante verdien.

Trykkregulatoren kan i prinsippet monteres enten før eller etter måleblenden. Trykkregulatoren er helt åpen i nullstillingen, det vil si så lenge det ikke er noen gjennomstrømning i volumstrømsregulatoren.

Volumstrømmen justeres fra utsiden av ventilen ved å endre innstillingen av måleblenden. Dette kunne teoretisk sett også oppnås ved å endre forspenningen i trykkregulatorens fjær.

Merk:

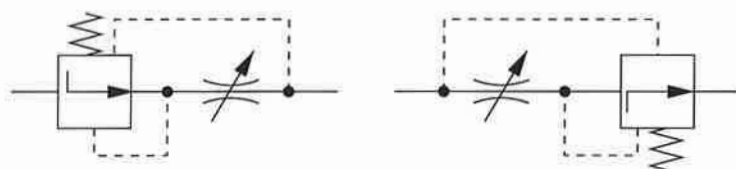
Denne volumstrømsventilen arbeider bare i én flytretning. Ved motsatt flytretning virker den som en struping.



3.2 Grafiske symboler

Trykkregulatoren kan plasseres før eller etter måleblenden. Det som er viktig i denne forbindelsen, er den måten trykket før måleblenden ledes til sleiden. Trykket etter måleblenden ledes til sleidens motsatte side, som er fjærbelastet. For slike kombinasjoner av måleblender og trykkregulatorer benyttes utførlige eller forenklete symboler.

Utførlig grafisk symbol



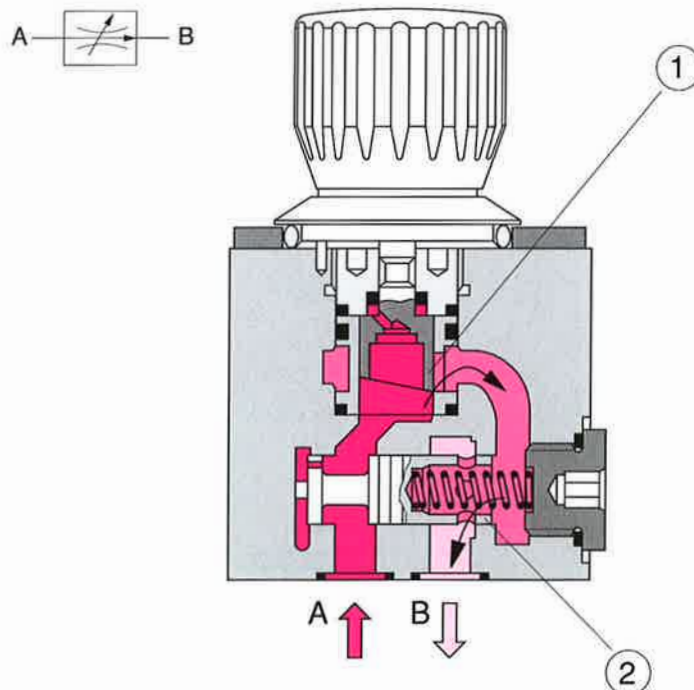
Forenklet grafisk symbol



3.3 Oppbygningen av en volumstrømsventil

Justerbar volumstrømsventil NG 6

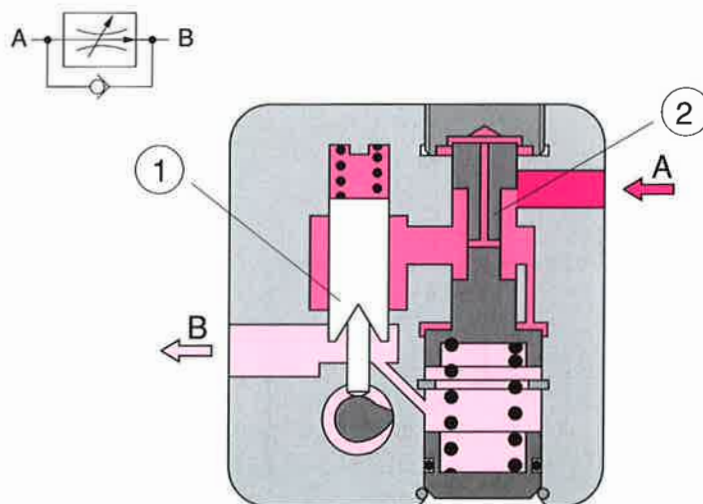
Måleblenden ① er seriekoplet med trykkregulatoren ②. Trykkregulatoren er montert ved utløpet. Måleblenden er en bevegelig hylse. I denne er trykkregulatorens sleide montert. Måleblenden innstilles ved hjelp av en gjenget spindel.



Justerbar volumstrømsventil NG 10

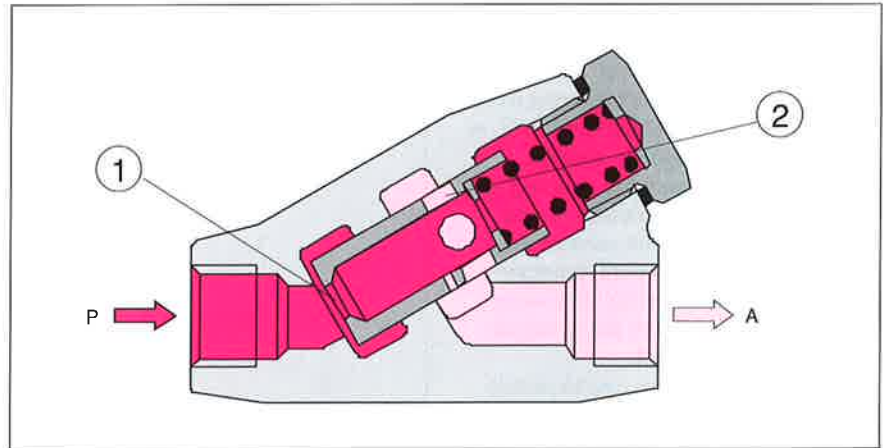
Måleblenden ① er seriekoplet med trykkregulatoren ②. Trykkregulatoren er montert i innløpet. Ventilens to elementer er montert ved siden av hverandre i et felles hus (se figuren). Måleblenden består av en sleide med trekantet åpning. Den forskyves aksielt med en stift og en kam.

Når strømmingen går fra A til B, blir strupesleiden løftet bort fra kammen, og strømmingen kan gå uhindret igjennom (tilbakeslagsventil). Det kan realiseres ulike justeringsområder ved å endre kammens form. Når strømmen går fra B til A, trykkes sleiden mot fjæra, og ventilen virker som en tilbakeslagsventil.



VC Toveis volumstrømsregulator uten innstilling

Denne ventilen er konstruert for mon-
tasje i rørledninger. Seriekoplingen
mellom måleblenden ① og trykk-
regulatoren ② er enkel å realisere.
Måleblenden bestemmer volumstrøm-
men og er utstyrt med en bevegelig
sleideåpning. De variable strupe-
åpningene er utformet som radiale
boringer i sleiden. Når tilført volum-
strøm øker, beveger sleiden seg mot
høyre og reduserer utløpstverrsnittet
slik at trykkfallet over måleblenden
holdes konstant.



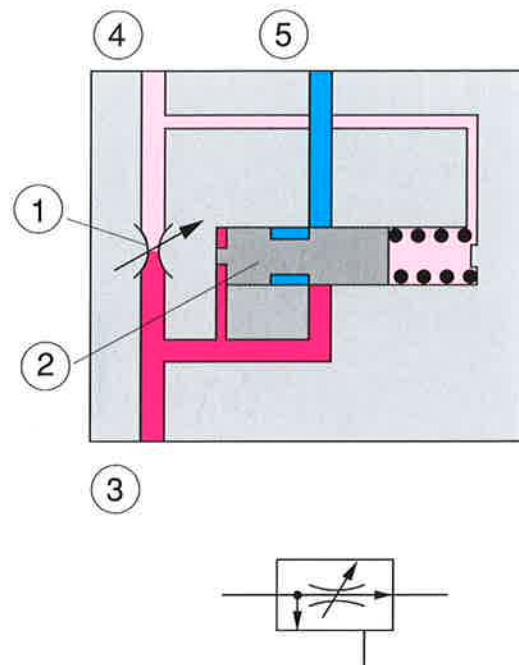
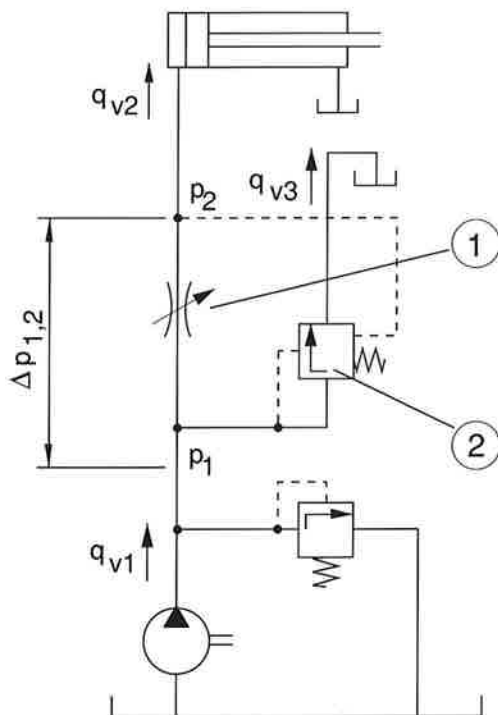
4. Treveis volumstrømsregulator

I denne utførelsen er trykkregulatoren
② og måleblenden ① ikke seriekoplet,
men parallellkoplet. Trykkregulatoren
struping er stengt i nullstilling. Lastva-
riasjonene ved forbrukeren blir kom-
pensert av den automatisk regulerende
strupingen. Dette vil dele opp volum-
strømmen slik at overskuddsstrømmen
fra pumpa blir sendt til oljetanken via
den tredje porten.

Utløpsstrømmen ved den tredje porten
kan også brukes til ytterligere laster el-
ler forbrukere (reststrømning ⑤).
Det er imidlertid ikke mulig å kople
flere treveis volumstrømsventiler
parallelt.

Denne ventilen brukes bare ved
kombinasjon med hydrauliske pumper
med fast fortrengning.

- ① Måleblende
- ② Trykkregulator
- ③ Innløp P
- ④ Utløp (regulert) volumstrøm
- ⑤ Overskytende volumstrøm (bypass)



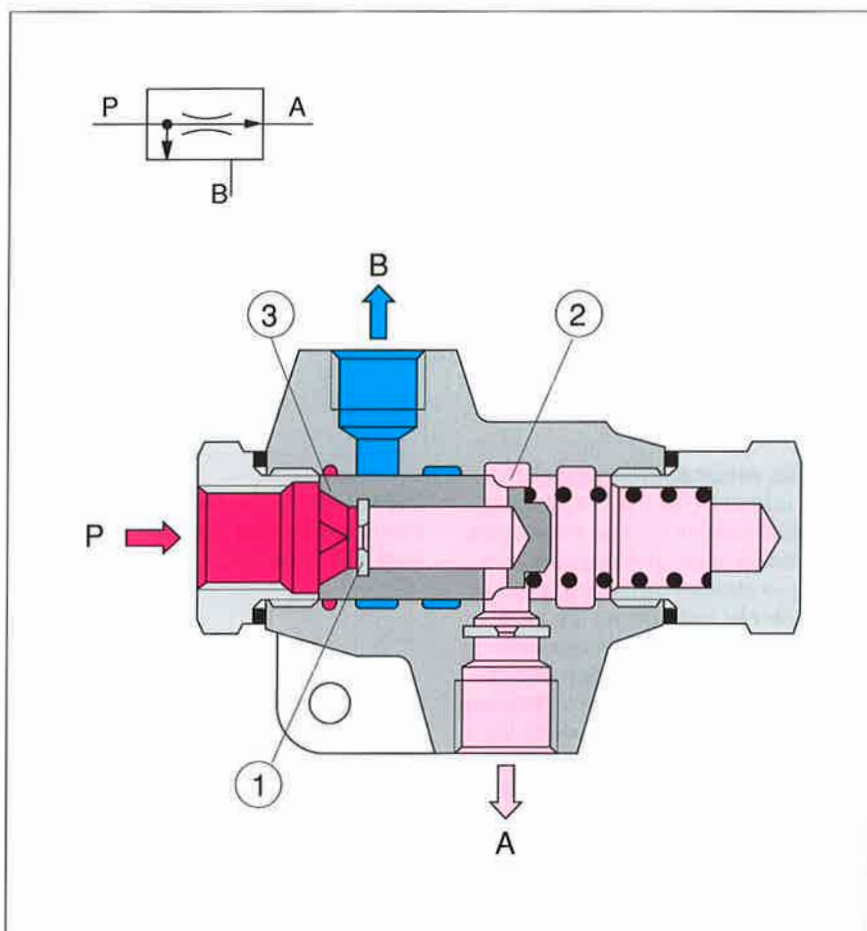
4.1 Utførelse

Type VH Treveis volumstrøms-regulator uten innstilling

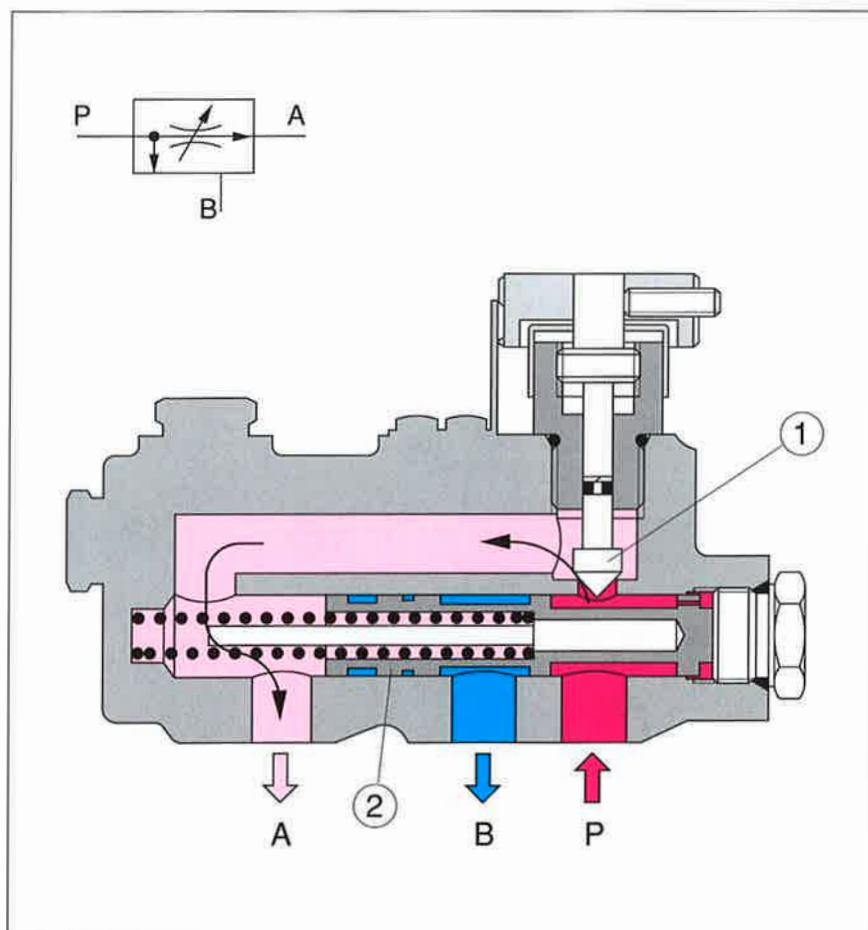
Måleblenden ① er parallellkoplet med trykkgulatoren ②. Måleblenden ③ er plassert i den bevegelige sleiden.

Trykkgulatoren variable struping for regulering av utløp av overskytende væske skjer på sleidens venstre side. Når innløpsstrømmen øker, beveger sleiden seg mot høyre og innsnevrer den variable strupingen slik at volumstrømmen blir konstant.

Samtidig åpnes det for overskytende volumstrøm.



Type VHR justerbar volumstrøms-regulator

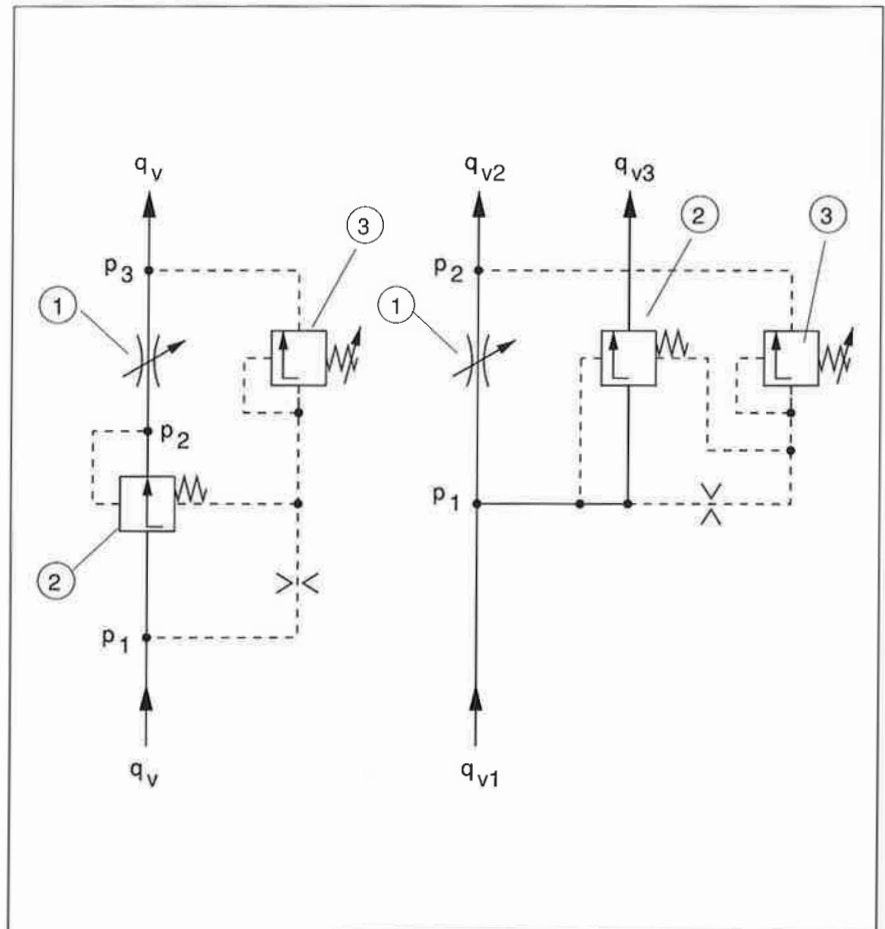


5 Forstyrte volumstrømsregulatorer med trykkregulering

Som nevnt bestemmes trykkfallet over måleblenden (1) i direktestyrte volumstrømsventiler av fjæra (2) i en trykkregulator.

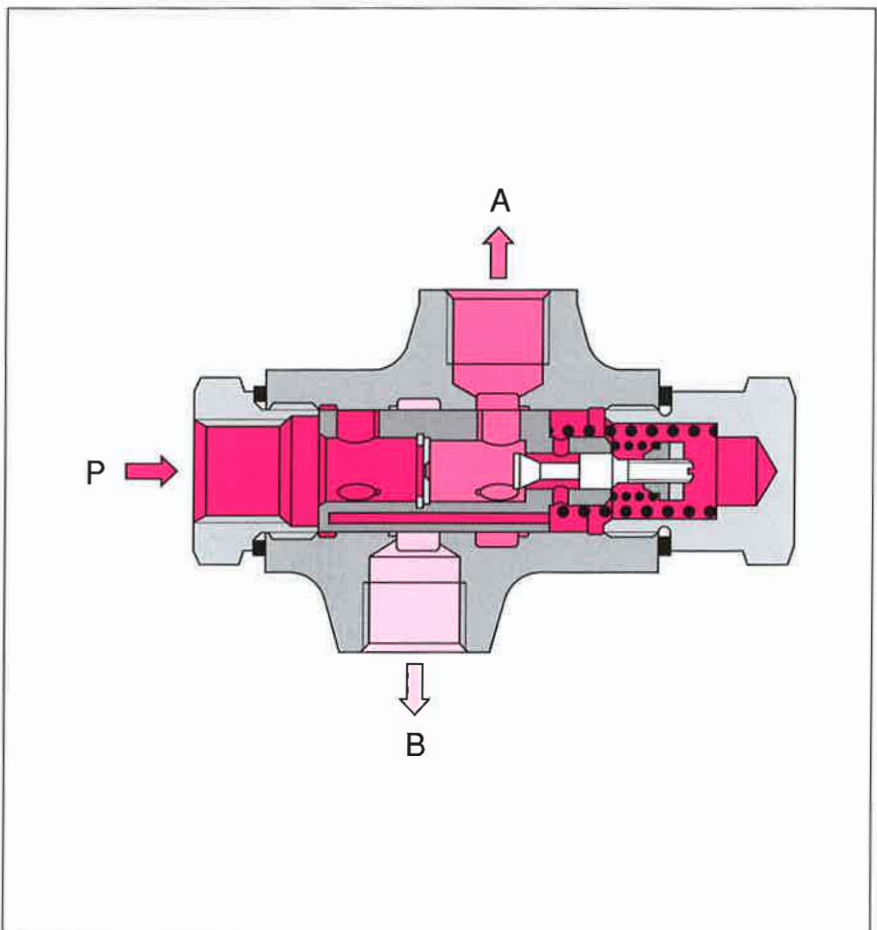
Ved store gjennomstrømningsmengder blir også komponentene i utstyret store. Det betyr at fjæra blir så stor at det blir vanskeligere å sette den inn. Videre må det tas hensyn til at fjærkraften endres som funksjon av slaget, og at trykkfallet bare kan holdes noenlunde konstant. For å unngå disse problemene kan trykkregulatorens fjær erstattes av en liten trykkbegrensningsventil som bestemmer trykkfallet ved måleblenden. Det er nødvendig å montere en struping før måleblenden for å begrense gjennomstrømningen av styreolje.

Denne formen for forstyring kan benyttes for både toveis og treveis volumstrømsregulatorer.



5.1 Utførelse

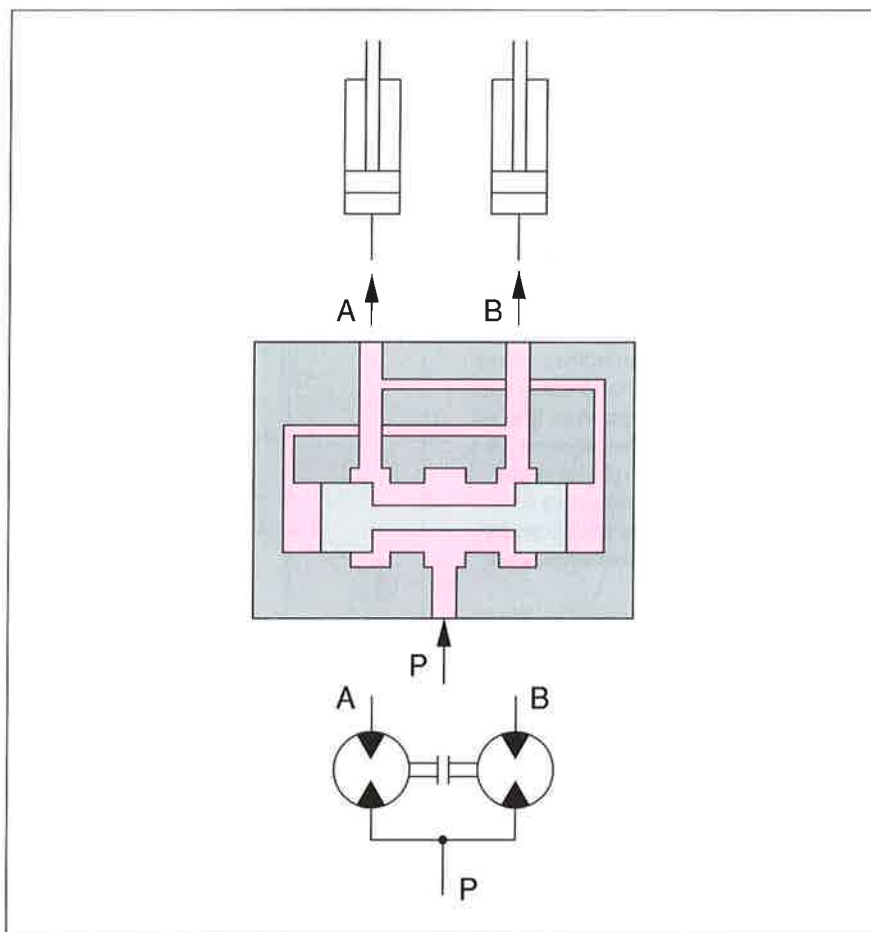
Type VHA ventiler uten innstilling



6 Volumstrømsdeler

I treveisventilen ble tilført strøm delt opp i en konstant volumstrøm (primær eller regulert strøm) og en overskytende strøm. I strømdeleren skapes to like store delstrømmer i utløpet, uavhengig av tilført volumstrøm. Slike ventiler blir for eksempel brukt til å synkronisere laster eller forbrukere.

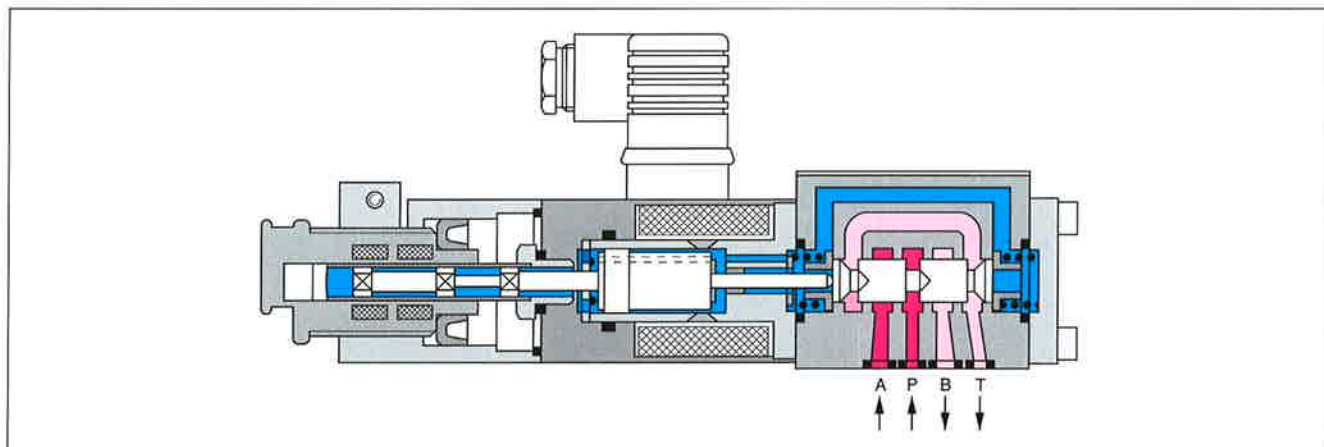
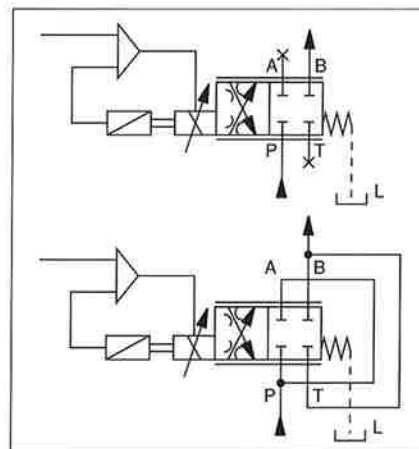
For dette formålet kan det også brukes to like store hydrauliske motorer som er stivt sammenkopleet med en aksel. På denne måten leveres det to like store utløpsstrømmer.



7 Proporsjonal volumstrømsventil

Med denne ventiltypen er det mulig å variere gjennomstrømningen kontinuerlig som funksjon av et elektrisk inngangssignal ($U = 0-10\text{ V}$). Disse ventilene består i det vesentligste av en ventil med sleide med styrespor for finstyring. Deres struping endres ved hjelp av en proporsjonal magnetpole. For å øke repeterbarheten blir ventil-sleidens stilling styrt i en lukket krets for posisjonsregulering.

Hvis den proporsjonale volumstrømsventilen kombineres med en trykkregulator, blir resultatet en volumstrømsventil med lastregulering som virker som volumstrømsregulator. Ytterligere opplysninger finnes i publikasjon 1 987 762 619



Tilbakeslagsventiler

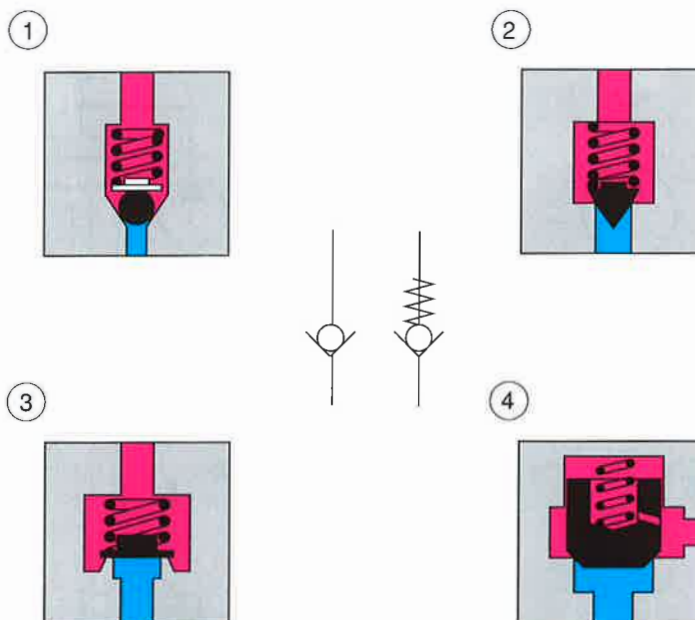


1 Tilbakeslagsventiler

1.1 Funksjon og grafiske symboler

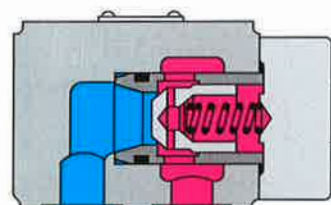
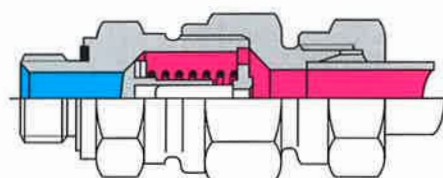
Oppgaven til en tilbakeslagsventil er å stenge strømmen i én retning, men åpne for uhindret strøm i motsatt retning. De kan derfor også kalles enveisventiler. Det må ikke forekomme lekkasjer fra ventilen i stengt stilling. Derfor blir tilbakeslagsventiler alltid utført som seteventiler.

Tetningen kan være med kule ①, kjegle ②, sete ③ eller patrontype ④. Tetningselementet åpnes mot trykket fra en relativt slakk fjær. Den grunnleggende virkemåten illustreres forholdsvis enkelt av det grafiske symbolet.



1.2 Konstruksjon

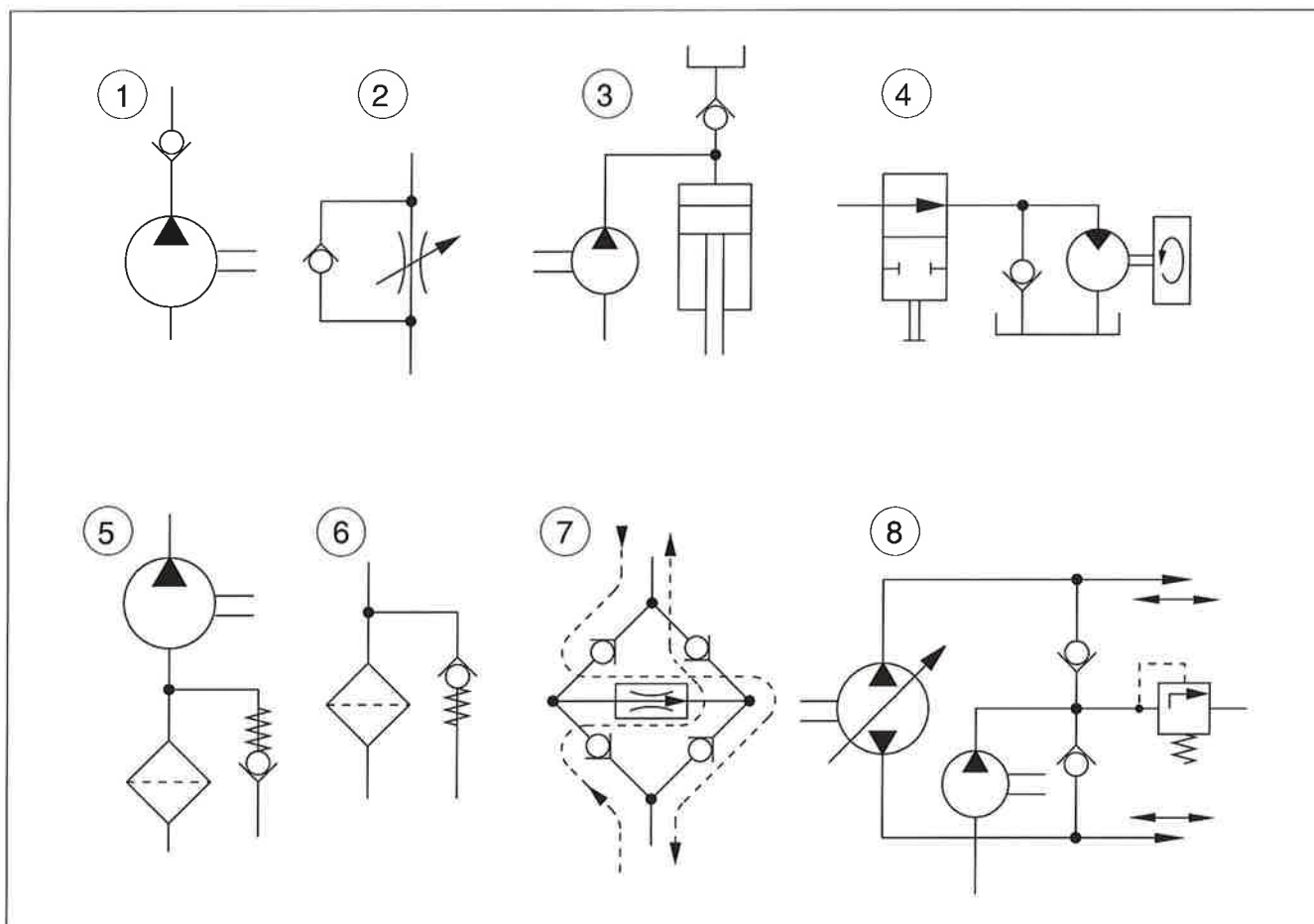
Figuren viser versjoner for rørtilknytning og for platemontering.



1.3 Bruksområder for tilbakeslagsventiler

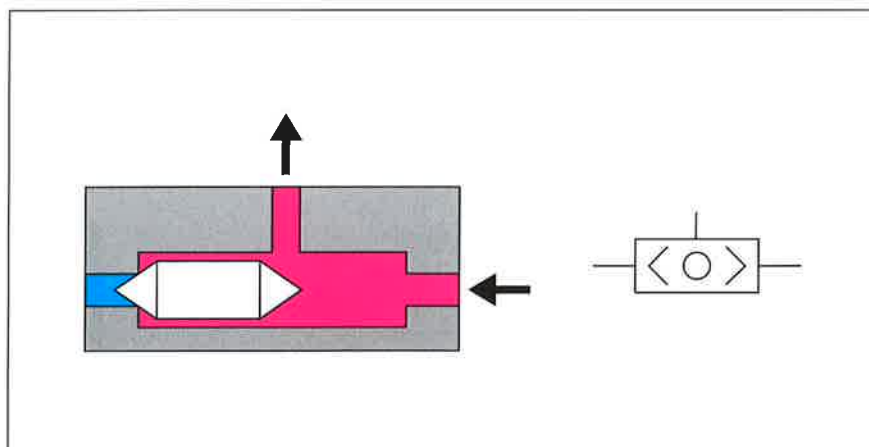
Tilbakeslagsventiler har mange bruksområder. For eksempel:

- ① Tilbakeslagsventil, som sperrer for pumpereversering ved fallende last
- ② Volumstrømsventil med fritt returløp (tilbakeslagsventil med parallellkoplet struping)
- ③ Forfyllingsventil i presse
- ④ Antikavitasjonsventil for roterende masser
- ⑤ Forbikopling (bypass) ved tilstoppet sugeledningsfilter $\Delta p < 0,1$ bar
- ⑥ Forbikopling (bypass) ved tilstoppet returløpsfilter $1 \text{ bar} < \Delta p < 3 \text{ bar}$
- ⑦ Graetz likeretterbrokoppling for volumstrømsventiler med trykkregulering
- ⑧ Mating i lukket krets



1.4 Vekselventil

Vekselventilen virker som et hydraulisk logisk "ELLER" element. Den består av en tilbakeslagsventil utstyrt med to seter og tre utløp. Den brukes for eksempel for å ta opp trykket når trykksidene veksler. Den kan også bestå av to vanlige tilbakeslagsventiler.



2 Forstyrte tilbakeslagsventiler

2.1 Funksjon, utførelse, grafiske symboler

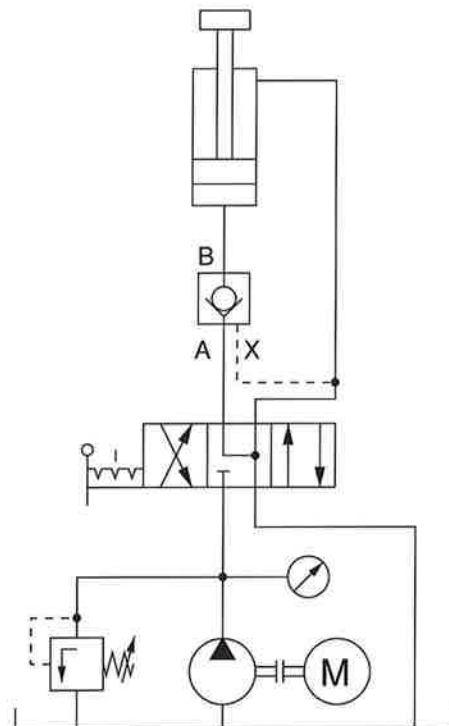
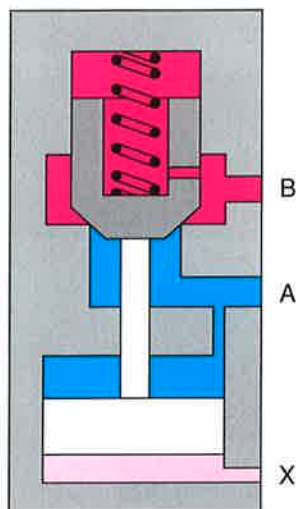
I de forstyrte tilbakeslagsventilene kan det åpnes i sperreretningen ved en styrt bevegelse av ventilkjeglen. Da blir det ingen hindring for strømmen i denne retningen.

Disse ventilene benyttes i alle tilfeller der det på den ene siden ikke kan tillates selv den minste bevegelse av sylindren i sperreretningen (for eksempel ved senking av en last når det er oljlekkasje i sleideventiler); men hvor det på den annen side må kunne tillates

bevegelse i den retningen som før var stengt.

Styringen av ventilsetet skjer med en pinne. Den forskyves ved hjelp av det hydraulisk drevne styrestemplet som står under trykk fra porten X. I det eksemplet som er vist, tas styretrykket fra den motsatte sylindrens ledning.

I det grafiske symbolet blir muligheten for forstyring vist ved tilknytningen til styreport X.



2.2 Forstyrte tilbakeslagsventiler, direkte styring

Styrestemplet drives direkte av ventilsetet. Åpningstrykket svarer til trykket ved port B multiplisert med forholdet mellom arealene til ventilkjeglen A_1 og styrestemplet A_2 . Dette forholdet er vanligvis 1:2.

2.3 Forstyrte tilbakeslagsventiler, forstyring

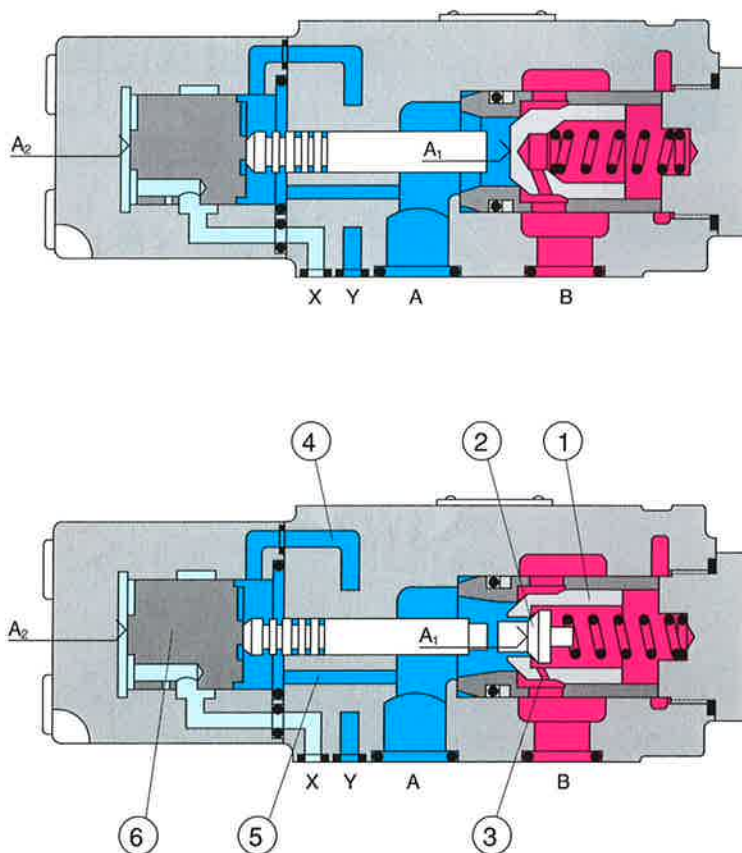
Med de direktstyrte ventilene som ble beskrevet i avsnitt 2.2, vil hele åpningstverrsnittet fra B til A bli tilgjengelig med en gang når styretrykket er oppnådd. Dette medfører avlastningssjokk, spesielt når store mengder av olje avlastes fra høyt trykk. Det relativt store styretrykket kan dessuten iblant være en ulempe. Ved hjelp av en forstyring kan disse negative forholdene motvirkes.

Forstyringsstemplet ① går mot ventilstyrekjegle ② og avlaster fjærkammeret. Deretter åpner hovedkjeglen ③ fordi den påvirkes av trykkfallet.

Styretrykket er et resultat av arealforholdet mellom styrekjeglen ① og styrestemplet ⑥, henholdsvis A_1 og A_2 .

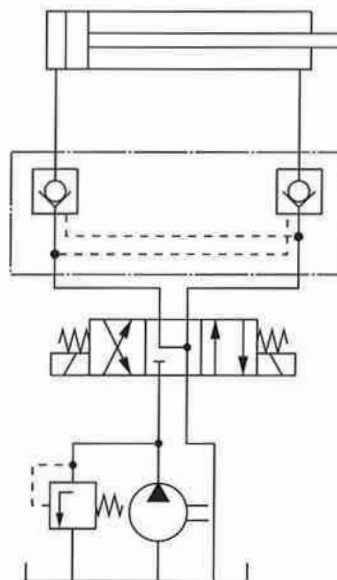
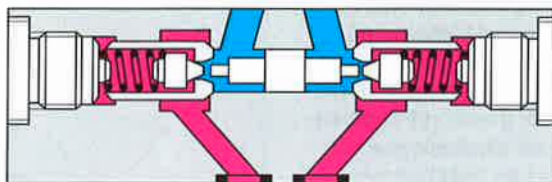
Dette forholdet er vanligvis 1:5.

Den lekkasjeoljen som kommer fra styrestemplet, ledes bort, enten internt ⑤ til port A eller eksternt ④ til port Y. Avledningen av lekkasjestrømmen i dette tilfellet oppnås ved å rotere endelokket som inneholder styrestemplet.



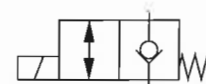
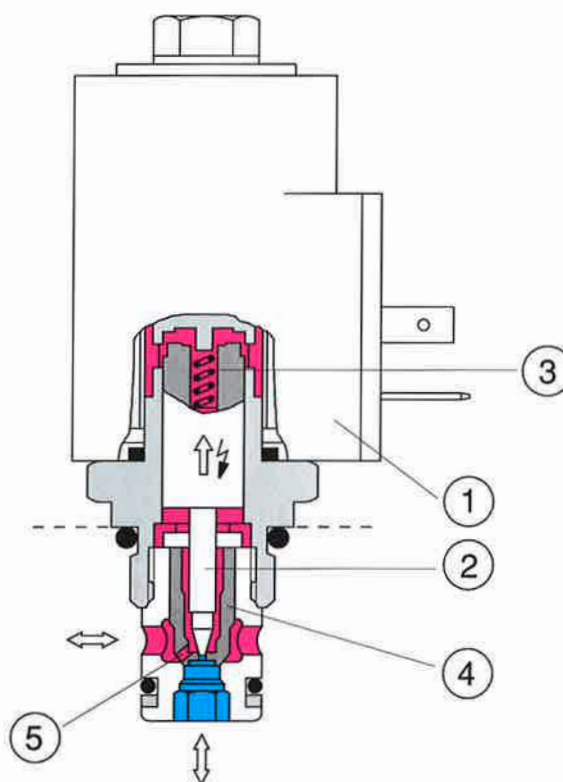
2.4 Forstyrt dobbelt tilbakeslagsventil

For å oppnå en lekkasjefri stengning i begge retninger til en last eller forbruker settes det en forstyrt dobbelt tilbakeslagsventil inn i begge lastledningene. Styreledningen for tilbakeslagsventil 1 kommer fra tilbakeslagsventil 2, og den som går til tilbakeslagsventil 2, kommer fra tilbakeslagsventil 1. På denne måten hindres sylinderen i å bevege seg på grunn av eksterne krefter så lenge den aktuelle retningsventilen står i sin midtstilling. De to tilbakeslagsventilene som trengs til denne oppstillingen, er kombinert i ett enkelt hus.



2.5 Elektrisk styrt tilbakeslagsventil

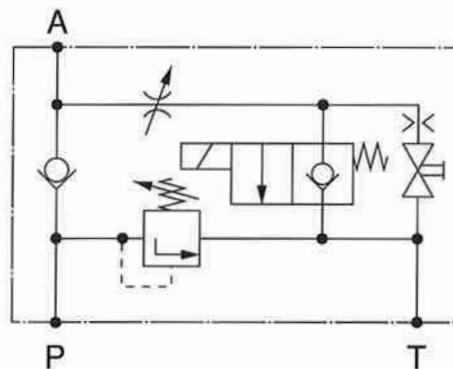
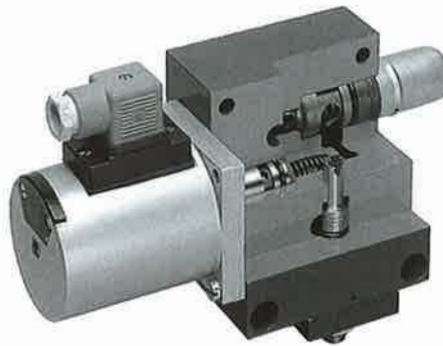
Når spolen ① blir aktivert, vil den koniske styresleiden ② bevege seg i motsatt retning av fjæren. Innsiden av det koniske hovedsetet ④ blir trykkavlastet. Det strømmes litt olje gjennom strupingen ⑤ i hovedsetet og gjennom den koniske styresleiden. Som et resultat av dette åpnes det koniske hovedsetet av den trykkdifferansen som oppstår.



2.6 Laststyreblokk

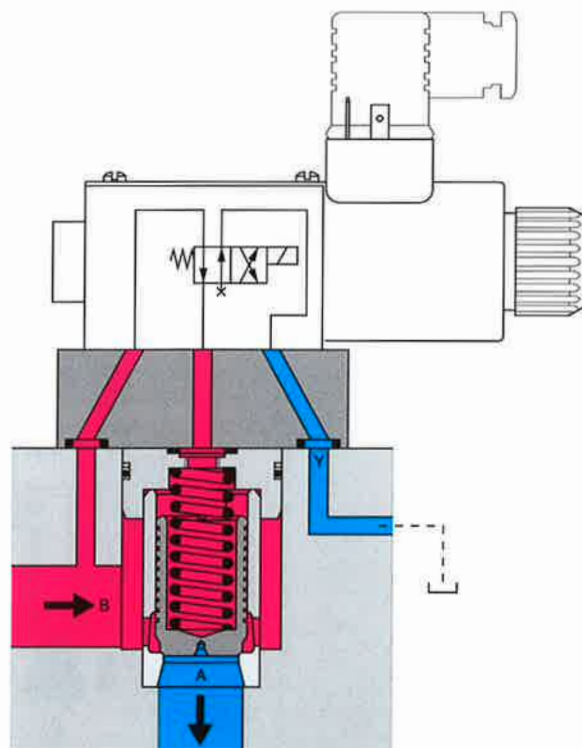
Den laststyreblokken som er vist, representerer en kompakt løsning på lekkasjefri fastholding og kontrollert reduksjon av en last. Denne blokken består av en elektrisk drevet retningsventil av setetypen, en tilbakeslagsventil, en strupeventil og en trykkbegrensningsventil.

Når pumpa slås på, ledes oljen fra innløpet P og gjennom tilbakeslagsventilen til sylinderens utløpsport A. Lasten heves. Hvis lasten skal senkes, blir magnetspolen for retningsventilen aktivert slik at ventilen kopler om til gjennomstrømning. For å kontrollere senkehastigheten kan det monteres en regulerbar struping før retningsventilen.



2.7 Tilbakeslagsventiler av patronstype for blokkmontasje

Patroner med logiske elementer representerer en spesiell utførelse av forstyrte tilbakeslagsventiler. En rekke av disse standardiserte elementene kan kombineres og hvis det er tilsvarende styring, kan selv de mest komplekse hydrauliske kretser sammenstilles. Selve basiselementene er montert i borer i ventilblokker. Dette emnet behandles i et eget kapittel, "Patron-ventilsystemer", på side 234. Figuren til høyre viser en komponent med en typisk styring ved hjelp av en retningsventil.



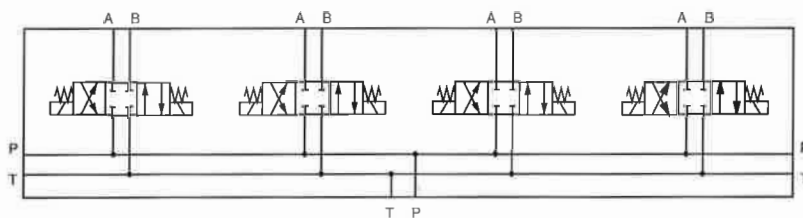
Sammenstilling av hydrauliske enheter (modulsystemer)

1. Generelt

Bruken av rør, slanger og skrueforbindelser til å forbinde ventiler med hydrauliske kretsløp, er ikke alltid den ideelle løsningen på behovet for kompakte, rimelige og meget pålitelige installasjoner. Røropplegget og den plassen det krever, kan reduseres betraktelig når utstyrskomponentene forbindes direkte med kretsløpet ved hjelp av manifoldblokker og modulelementer. De ulike tilknytningssystemene blir nærmere beskrevet på de neste sidene. Noen av disse systemene kan kombineres.

2 Manifoldblokker

Retningsventiler for platemontering som er parallellkoplet, og som har felles trykk- og returledninger, kan monteres på en såkalt manifoldblokk. På samme måte som for retningsventiler i stablet utførelse er ledningsopplegget, bortsett fra innløps- og returledninger, begrenset til tilknytningene for selve forbrukerne.

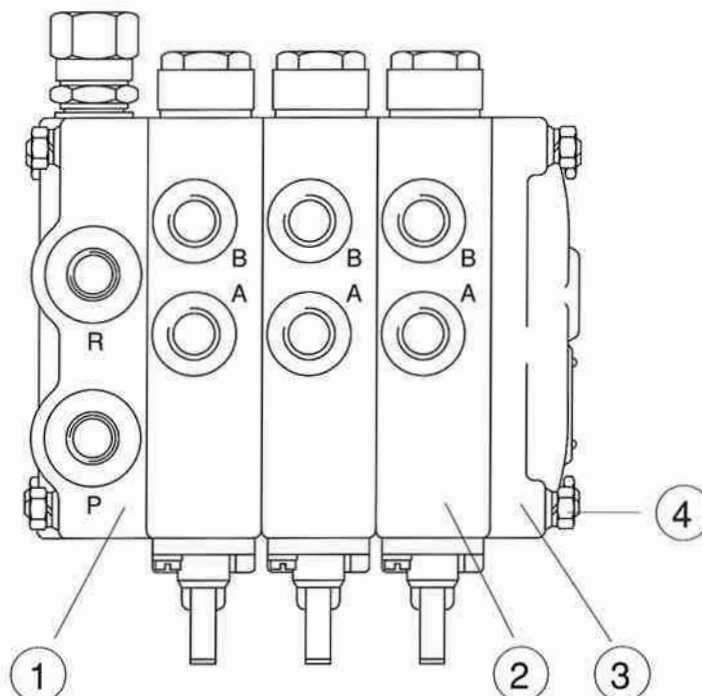


3 Ventilsentraler

Hydraulikk i kjøretøyer krever ofte at en lang rekke ulike funksjoner skal styres. Flere retningsventiler utformet som "sandwich-elementer" kan stables sammen ved siden av hverandre med spesielle bolter slik at de danner en ventilsentral. Trykkledninger og returledninger til alle ventilene er hver for seg samlet i en egen felles ledning. Dette gjelder også ledning for nøytralsirkulasjon. Pakning utføres med O-ringer som settes inn mellom de flatene som skal tettes.

- ① Innløps- (/utløps-) seksjonen
- ② Retningsventilseksjoner
- ③ Endeplate
- ④ Bolt

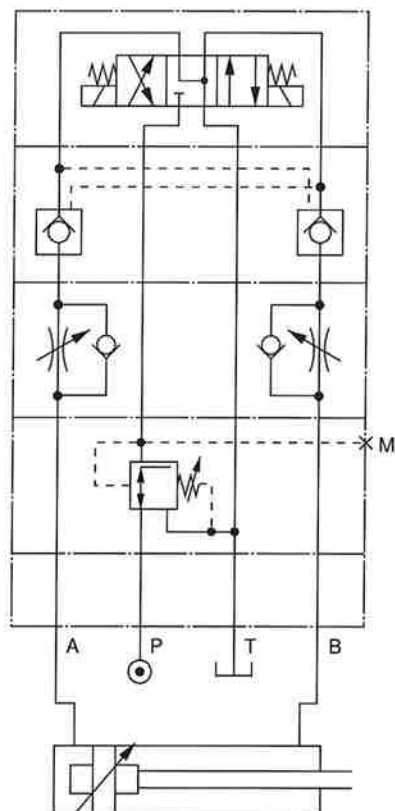
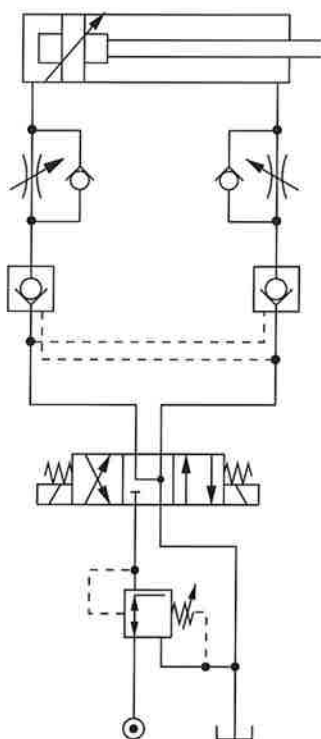
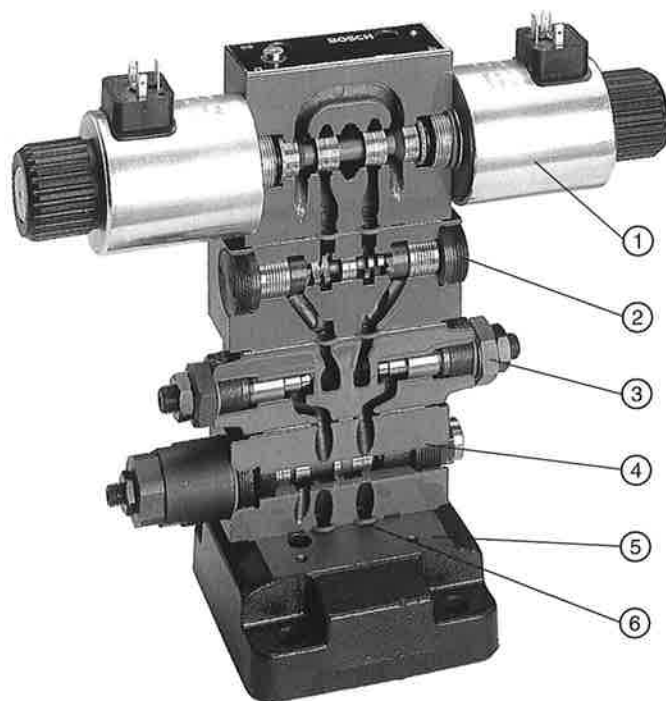
Ytterligere opplysninger finnes på side 261.



4 Vertikal modulblokk av stabelttype

Trykkventiler, volumstrømsventiler og tilbakeslagsventiler for platemontering kan monteres mellom hovedventilen, vanligvis en retningsventil, og monteringsplaten for denne. Det medfører at slike ventiler har to motstående flenser. Pakning skjer med O-ringer som passer inn i spesielle spor, eller med en O-ringskive som monteres mellom de flatene som skal tettes. Ventilene boltes sammen med hovedventilen til monteringsplaten (eller styreblokken eller monteringsplaten for horisontal stabling) og danner en såkalt vertikal modulblokk. Portkonfigurasjonen svarer til det som gjelder for hovedventilen. Det kan benyttes en eller flere plater for ulike funksjoner.

- ① 4/3 retningsventil
- ② Dobbelt tilbakeslagsventil
- ③ Dobbelt strupetilbakeslagsventil
- ④ Trykkreduksjonsventil
- ⑤ Monteringsplate
- ⑥ O-ring pakninger

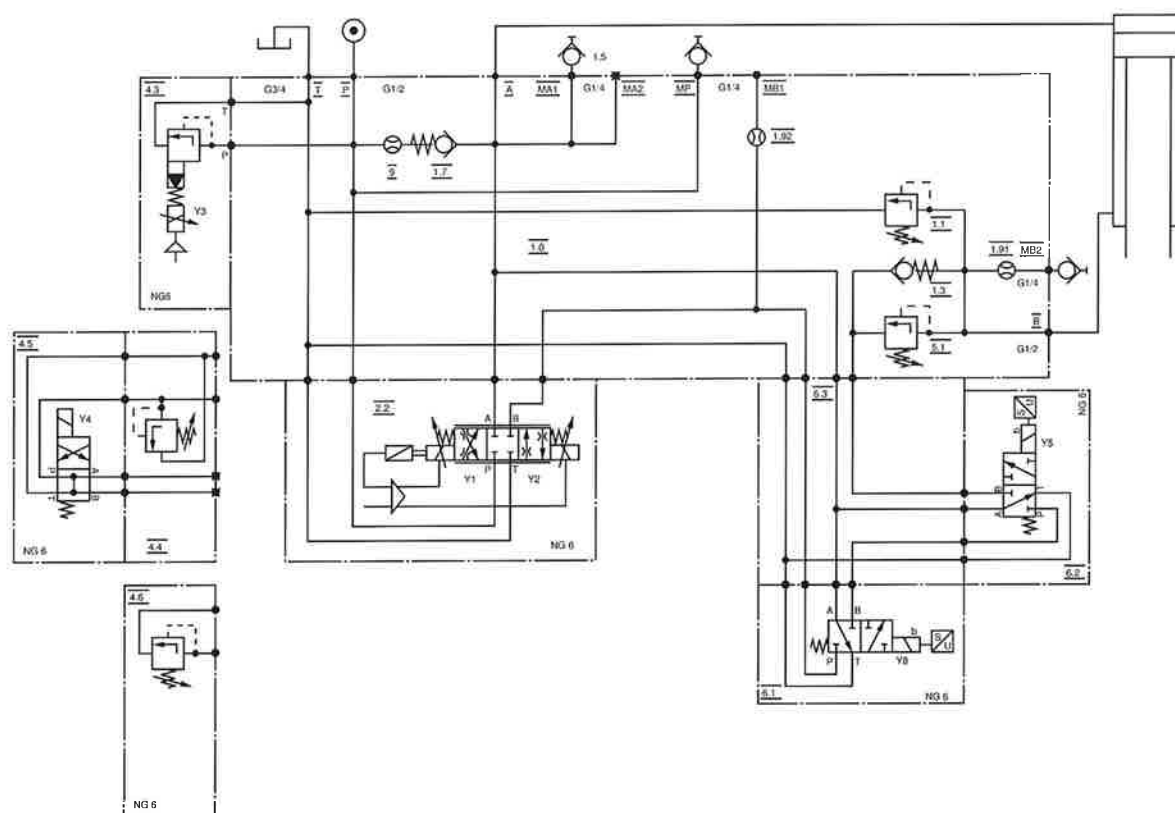
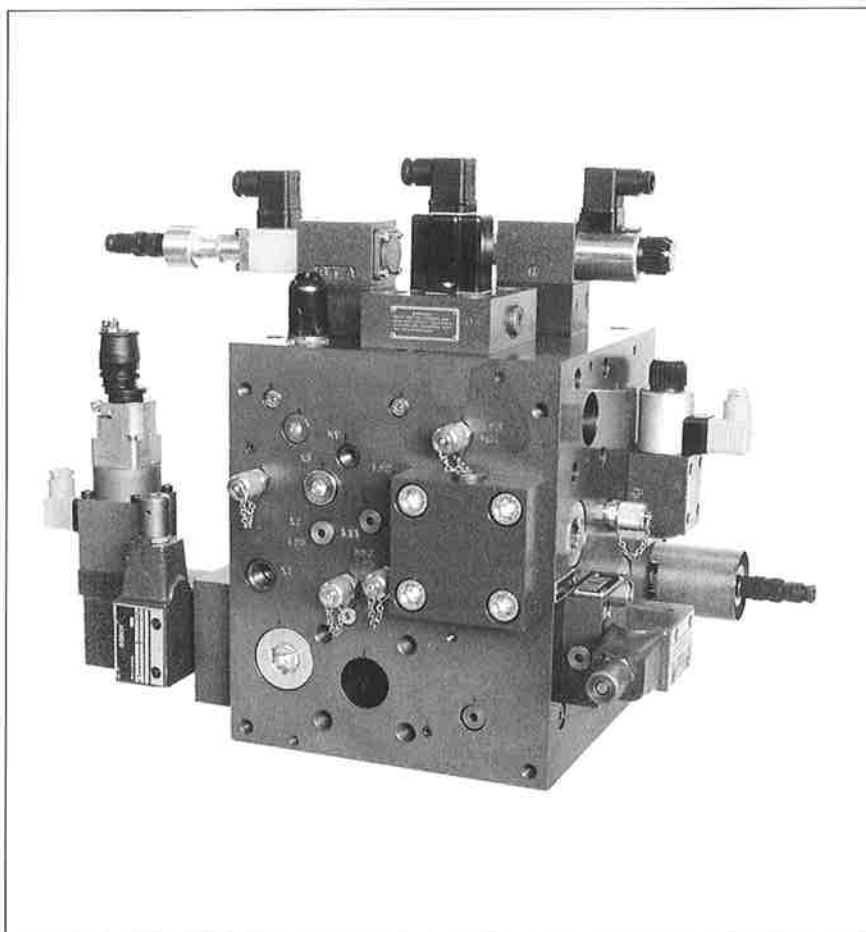


5 Styreblokke

En styreblokk inneholder tilknytningene for en kompleks styrekrets. Ventilene er flenset på blokkens utside. Det er også mulig å feste enheter for innstikking eller innskruing (patroner) i spesielle borer i styreblokken. En konsekvent videreutvikling av denne teknikken har resultert i et modulært blokksystem med standardiserte innbyggingsventiler (patroner).

Vanligvis er styreblokker utført for en spesiell anvendelse og krever en utforming som bare kan forsvares ved tilstrekkelig store produksjonsserier.

Visse industrigrener (for eksempel presser) har behov for spesielle standardkretser. Slike kan realiseres som styreblokksegmenter som kombineres i samsvar med kravene til kretsløpet. Dette vil si at en kompleks maskinstyring kan settes sammen ved å kombinere passende modulære styreblokker. Når et antall styreblokker er satt sammen vertikalt, kalles dette en modul-kolonne.



Akkumulatorer

1. Formål

Hydropneumatiske akkumulatorer brukes til lagring av den hydrauliske energien fra pumpe for senere å sende denne energien tilbake til systemet ved behov.



Utjevning av store strømningsvariasjoner

Hvis en hydraulisk installasjon har behov for periodevis store volumstrømmer over kortere tidsrom, kan akkumulatoren til en viss grad dekke dette behovet. Dermed kan det brukes relativt små pumper, motorer og oljetanker. Med denne metoden kan kostnadene for installasjonen også holdes nede.

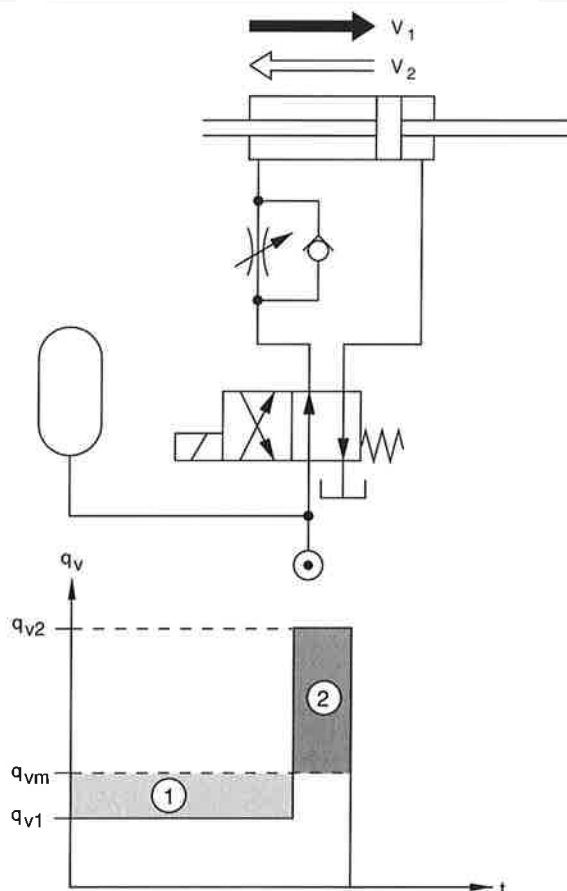
Eksempel:

q_{v1} : Sakte utløp

q_{v2} : Hurtig innløp

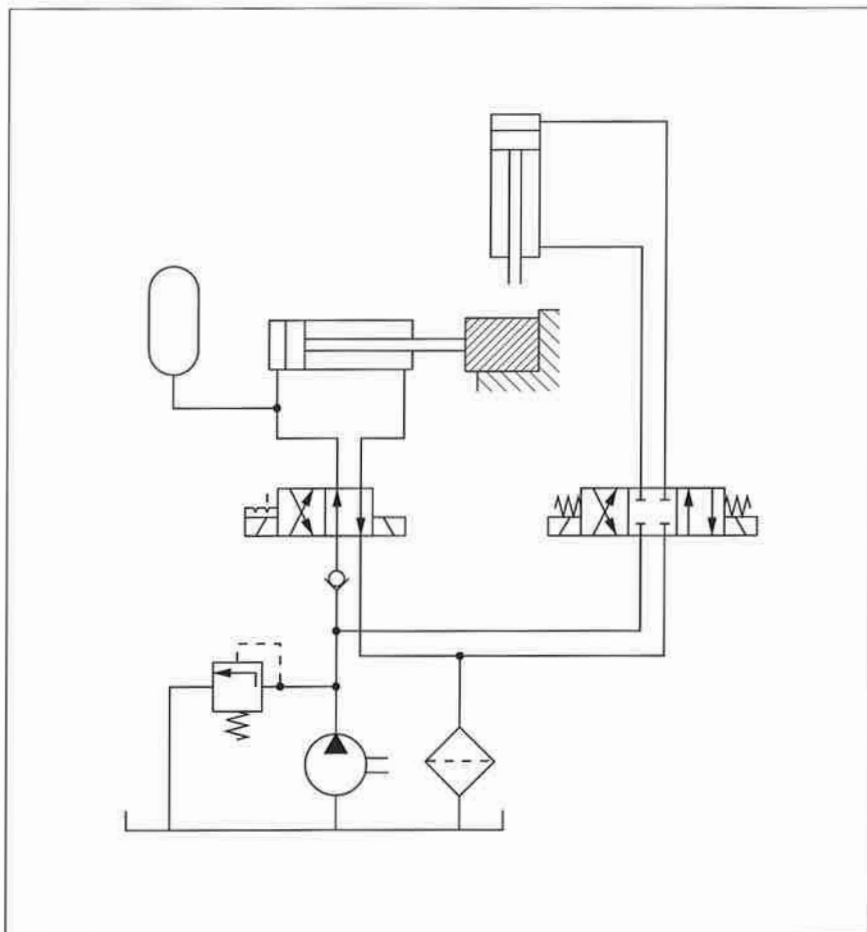
q_{vm} : Middelverdi for et dobbeltslag

- ① Behov for volumstrøm
- ② Overskytende volumstrøm



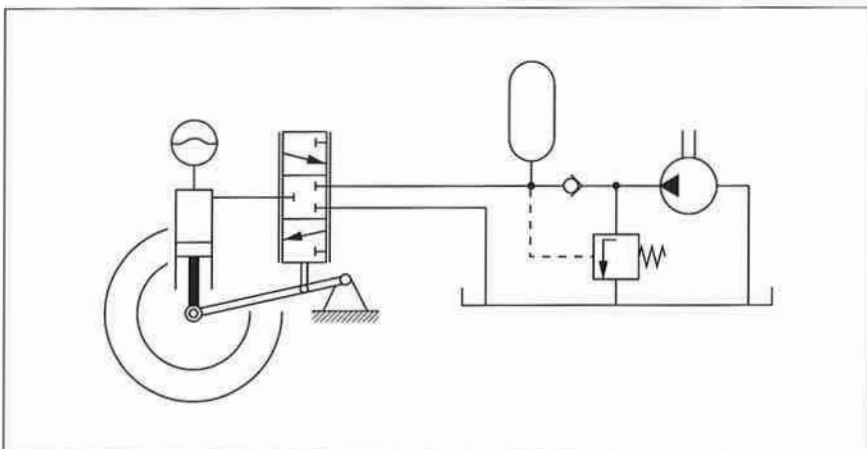
Opprettholdelse av konstant trykk

Det hender at det er nødvendig å opprettholde et konstant trykk over en viss tid, for eksempel under fastspenning av emner, stenging av en støpeform osv. Hvis det er installert en akkumulator, betyr det at pumpa enten kan brukes til å mate andre funksjoner, eller den kan trykkavlastes til tanken.



Hydropneumatisk hjuloppheng

Den hydrauliske akkumulatoren blir brukt i stadig større utstrekning som et fjærende element i kjøretøyer. Figuren viser et hydropneumatisk hjuloppheng med nivåregulering (Citroën system).



Andre bruksområder

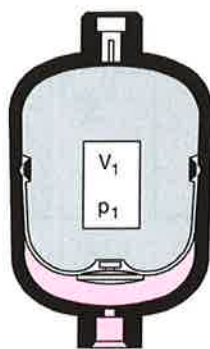
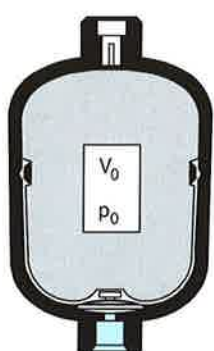
- Energireserve for nødforsyning
Hvis pumpeenheten svikter, kan akkumulatoren levere energi. Dette kan for eksempel hjelpe til å avslutte en arbeidssyklus.
- Volumkompensator
Akkumulatoren kan brukes til å kompensere for variasjoner i volumet i en lukket krets når disse skyldes endringer i trykk og temperatur.
- Sjokkabsorberende elementer
Mekaniske støt på sylindere resulterer i trykkspisser i sylindrens ledninger. Slike sjokk kan absorberes av akkumulatorer.
- Utglatting av pulserende volumstrøm
For å glatte ut pulsasjonene i en volumstrøm monteres det en akkumulator med membran i trykkløden, umiddelbart etter pumpa. Brukt slik vil akkumulatoren bare være effektiv hvis volumstrømmen sendes rett inn mot membranen.

2 Virkemåte

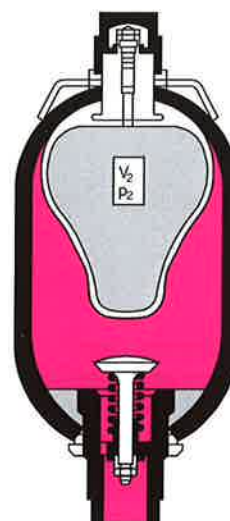
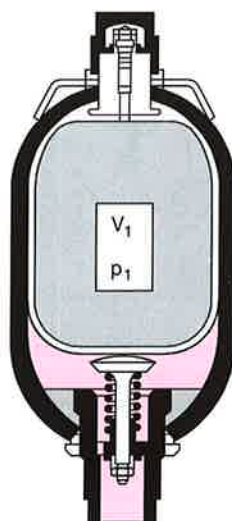
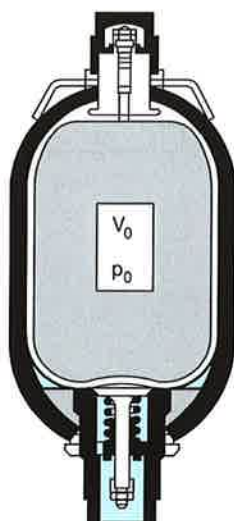
I pneumatisk teknologi blir luft direkte komprimert og brukt som lagret energi. Når det gjelder hydraulikk, er det derimot ikke mulig å komprimere oljen. Derfor må lagring av energi i et hydraulisk system skje ved hjelp av komprimert gass. For å kunne lagre gass under trykk må det benyttes nøytral gass – som regel nitrogen. Nitrogenet blir komprimert av oljen i en trykktank. Ved behov dekomprimeres den, og olje presses framover. For at ikke den nøytrale gassen skal blande seg med oljen, slik at det dannes skum, er trykktanken inndelt i to

rom som er atskilte av en elastisk skillevegg. Man skiller mellom akkumulatorer med membran og akkumulatorer med blære. Forskjellen ligger i den konstruktive utførelsen av den elastiske skilleveggen.

Akkumulator med membran



Akkumulator med blære



Normal stilling
 p_0 = gassens forspenningstrykk
 V_0 = nominelt volum

Tom akkumulator
 p_1 = minimalt arbeidstrykk

Full akkumulator
 p_2 = maksimalt arbeidstrykk

Disponibel væskemengde
 $\Delta V = V_1 - V_2$

3 Utførelse

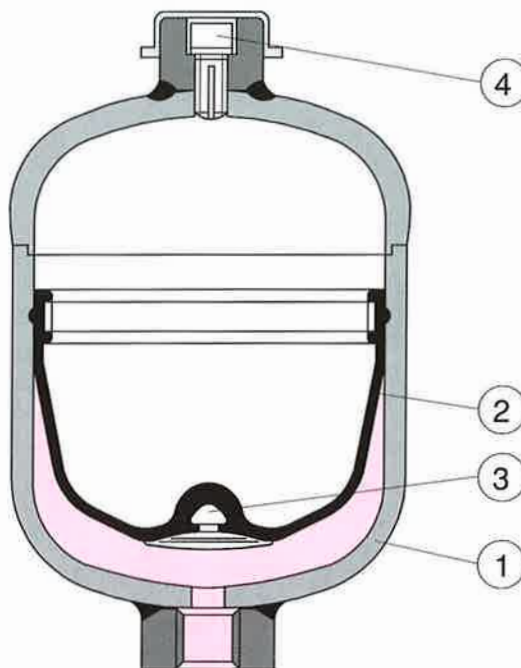
3.1 Akkumulator med membran

En membran (2) er festet mellom veggene i trykktanken (1) og virker som en elastisk atskillelse mellom oljen og nitrogenet. Det er festet en stengeknapp (3) til membranens bunn. Denne knappen vil stenge for innløpsporten ved rørtilknytningen når membranen er helt utvidet. Dette hindrer membranen fra å bli presset inn i åpningen når den er forspent. En skruplugg (4) på gassiden gjør det mulig å sjekke nitrogentrykket og etterfyllingen i akkumulatoren. Dette skjer ved hjelp av en påfyllings- og testanordning.

Tekniske data:

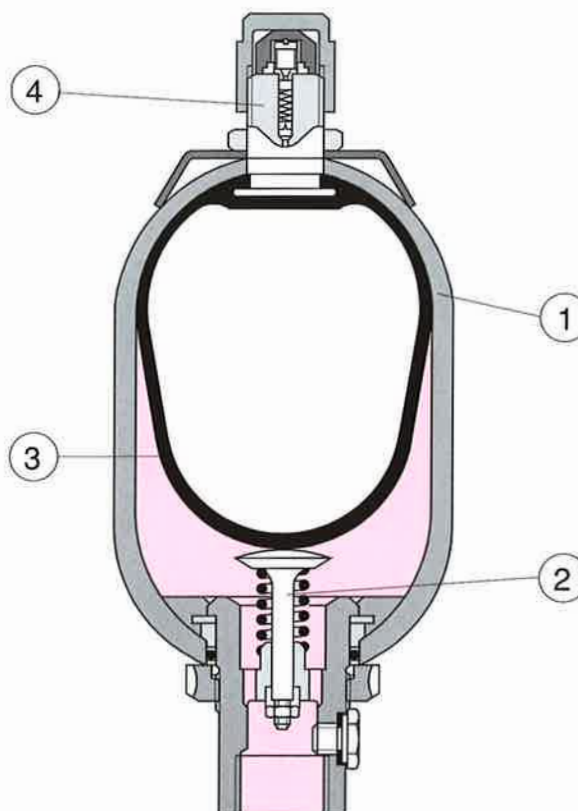
$V_0 = 0,075-2,8 \text{ l}$

$p_{\text{maks}} = 160-250 \text{ bar}$



3.2 Akkumulator med blære

En blære (3) danner en elastisk skillevegg mellom oljen og det kompresible mediet (nitrogen). Denne blæren er festet inne i ståltanken (1) ved hjelp av en vulkanisert gassventil (4). Den kan tas ut og erstattes gjennom åpningen i ståltanken ved olje-ventilen (2). Olje-ventilen har til formål å stenge innløpsåpningen når blæra er helt ekspandert. Når det skjer, hindres blæra i å bli presset inn i åpningen. En dempeanordning beskytter ventilen mot sjokk når den åpnes plutselig.



4 Forskrifter til forebyggelse av ulykker

Hydrauliske akkumulatorer er trykk-tanker og dermed underkastet offentlige forskrifter. I Norge gjelder Arbeidstilsynets regler for trykktanker.

Akkumulatorvolum klasse	Test ved oppstart	Funksjonstest	Senere tester		
			Internt	Trykk	Eksternt
II $p \cdot V \leq 200$	O	O	O	O	O
III $200 \leq p \cdot V \leq 1000$	X	X	O	O	O
IV $p \cdot V \geq 1000$	X	X	X 5 år	X 10 år	X 2 år

4.1 X Tester på prøvestand

Slike tester skal gjennomføres en gang i året og omfatter kontroll av komponentens karakteristikker.

O Tester basert på faglig vurdering

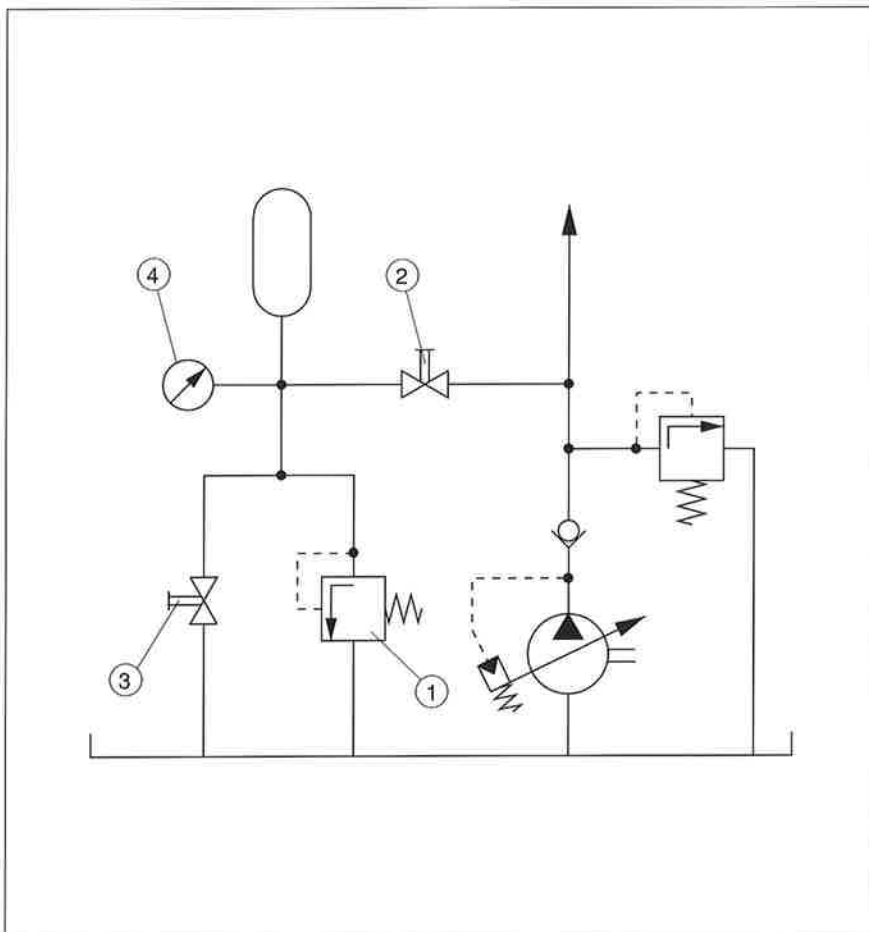
Disse testene gjennomføres på installasjonsstedet. De spesifikke ytelses-karakteristikkene kontrolleres.

Hver akkumulator er utstyrt med eget serienummer og sertifikat. Vanligvis bør slike akkumulatorer oppfylle kravene ifølge klasse II for hydraulisk utstyr.

4.2 Sikkerhetsutstyr

Under funksjonstest av akkumulatoren må nedenstående fire sikkerhetsdetaljer benyttes. Disse må oppfylle gjeldende krav til funksjonstest av akkumulatorer.

- ① Trykkbegrensningsventil
- ② Stengeventil
- ③ Dreneringsventil
- ④ Manometer



4.3 Sikkerhetsventiler

Det må benyttes passende trykkbegrensningsventiler som oppfyller aktuelle sikkerhetsforskrifter. I Tyskland leveres spesielt tette ventiler som er testet og godkjent av den offisielle prøveanstalten TÜV. Disse er typegodkjente.

- ① Plombering mot åpning og endring av ventilfjærer
- ② Fiksering av p_{maks}
- ③ Plombering av ventillinnsatsen

4.4 Sikkerhetsblokker

Alle tilslutningsblokker for akkumulatorer må være utrustet med forskriftsmessige sikkerhets- og stengeanordninger.

- ① Sikkerhetsblokk
- ② Tilslutningsskrue
- ③ Akkumulator
- ④ Trykkbegrensningsventil med plombering
- ⑤ Elektrisk trykkavlastningsventil (opsjon)
- ⑥ Manuell trykkavlastning
- ⑦ Stengeventil
- ⑧ P port
- ⑨ Måleport

4.5 Sikkerhetsdetaljer på gassutløp

Ved spesielle anvendelser trengs følgende ekstra detaljer, som monteres på gassventilens sammenstilling:

– Permanent manometer

Permanent avlesning av trykk i akkumulatorer ved hjelp av manometre er en del av fabrikantens sikkerhetsforskrifter. Disse blir tillagt stadig større vekt, spesielt i bilindustrien.

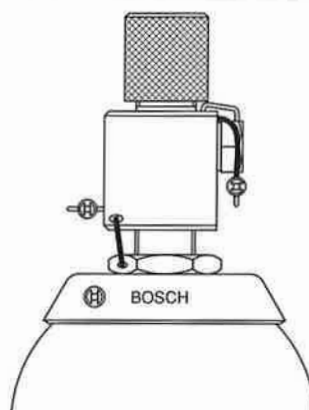
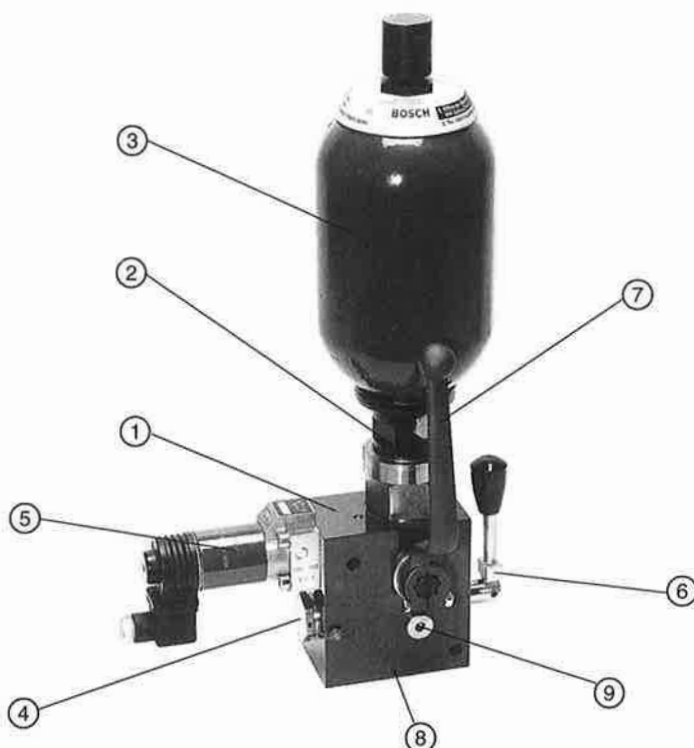
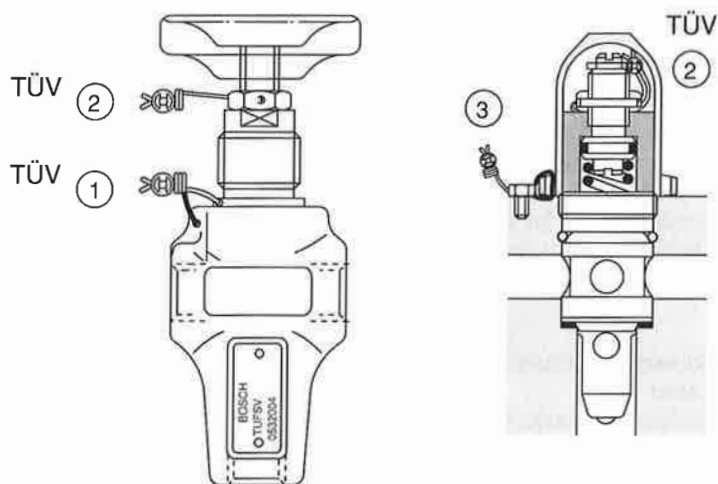
– Sikkerhetsdetaljer for temperatur (180 - 190 °C)

Temperatursikkerhet er et krav for skipsverft og, til en viss grad, i tog og energiforsyning.

– Eksplosjonsvern

(ca. 10 % over maksimalt arbeidstrykk)

Gjelder i offshorevirksomhet og ved gruvedrift.



4.6 Montasjetips

Akkumulatorer må plasseres lett tilgjengelig. Det anbefales at akkumulatorer med blære monteres vertikalt med væskeventilen nederst. De bør ikke anbringes slik at ventilen er øverst. Montasje i horisontal stilling kan under visse omstendigheter tillates, men er ikke å anbefale. Akkumulatorer med membran kan monteres i en hvilken som helst stilling. Akkumulatorer må festes skikkelig slik at de holder seg på plass selv om tilknytningen brytes.

4.7 Arbeid ved akkumulatorinstallasjoner

Ved hydrauliske installasjoner med akkumulator kan det arbeides selv om pumpa er slått av. Dette er fordi nødvendig energi er opplagret i trykkvæskens. For å forebygge fare, anbefales det å trykkavlaste akkumulatoren straks maskinen slås av. Med tanke på dette bør det monteres en elektrisk styrt trykkavlastningsventil.

Arbeid på installasjoner med akkumulator (reparasjon, montasje av manometer osv.) må bare utføres etter at akkumulatoren er trykkavlastet.

All sveising og mekanisk bearbeiding av akkumulatorens metallhus må bare utføres når trykket er avlastet. I tilfelle av alvorlige skader bør alle reparasjonsarbeider på akkumulatorer utføres samtidig med at det benyttes hensiktsmessig sikkerhetsutstyr fra Bosch.

4.8 Fylling med nitrogen og kontroll av gassens forspenningstrykk

Merk!

Det må ikke brukes andre gasser enn nitrogen i akkumulatorer, og **ALDRI** oksygen eller luft. **Eksplisjonsfare!**

Akkumulatorer med blære er forspent til 10 bar (manometertrykk) for transportformål. Når de settes i drift, må de lades opp til nivået p_0 . Til dette benyttes en forfyllingsanordning. Den tilknyttes som vist på figuren. Den danner en forbindelse mellom nitrogenflasken og akkumulatoren. For å øke gassens forspenningstrykk åpnes stengeventilen på nitrogenflasken slik at gassen kan strømme **langsomt** inn i akkumulatoren. Steng for strømmingen med visse mellomrom ved å stenge ventilen, og sjekk forspenningstrykket ved å trykke på knappen ved forfyllingsanordningen.

Hvis forspenningstrykket er høyt, kan det reduseres med et forsiktig trykk på trykkknappen etter at utluftingsventilen er åpnet.

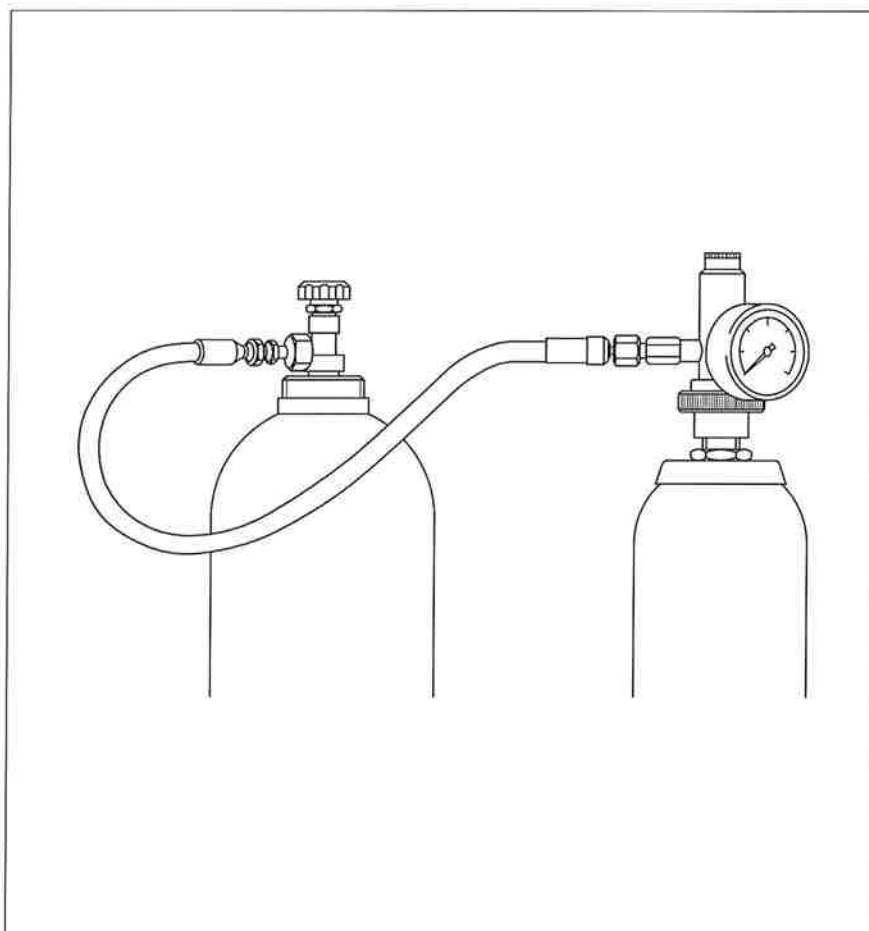
Fordi forspenningstrykket p_0 endrer seg med temperaturen, er det nødvendig å vente i ca. 2 minutter etter påfyllingen for at temperaturen skal stabiliseres. Deretter måles forspennings-

trykket igjen og korrigeres om nødvendig.

Normalt leveres membranakkumulatorer ferdig oppladet til rett trykk p_0 . Hvis det viser seg nødvendig å justere trykket, må det benyttes spesialutstyr til dette fordi akkumulatoren bare er stengt med en skrue på gassiden.

Det er også mulig å måle forspenningstrykket uten bruk av forfyllingsanordning. For å gjøre dette må det knyttes et manometer til akkumulatorens hydrauliske tilknytning. Akkumulatoren må fylles av pumpa, og deretter må pumpa slås av. Hvis akkumulatoren nå tømmes ved at utluftingsventilen eller utløpsventilen åpnes langsomt, kan trykket avleses på manometeret mens det synker.

Så snart oljeventilen stenges, går manometertrykket øyeblikkelig ned til null. Det trykket som avleses umiddelbart før trykkfallet, er forspenningstrykket p_0 .



5 Beregning av akkumulatorer

5.1 Trykk

Ved beregning av en akkumulator er følgende trykk av avgjørende betydning:

p_0 = gassens forspenningstrykk ved romtemperatur og tomt væskekamer

p_1 = minimalt hydraulisk arbeidstrykk

p_2 = maksimalt hydraulisk arbeidstrykk

Følgende forhold gjelder:

Gassens forspenningstrykk må være litt lavere enn det minimale hydrauliske trykket slik at blæra ikke hele tiden slår imot innsiden av oljeventilen (slitasje).

$$(1) \quad p_0 \approx 0.9 p_1$$

Det maksimale hydrauliske trykket må ikke være mer enn tre ganger større enn det minimale trykket. Ellers kan det ha skadelig innflytelse på blæras elastisitet. Dessuten vil ekstreme trykkvariasjoner føre til betydelig oppvarming av gassen. Det betyr at blæras levetid er lengre jo mindre forskjell det er mellom p_1 og p_2 . På den annen side må det tas hensyn til at dette begrenser det virksomme volumet vi har til rådighet.

For akkumulatorer med blære

$$(2.1) \quad p_2 \leq 4 \cdot p_0$$

For akkumulatorer med membran

$$(2.2) \quad p_2 \leq 8 \cdot p_0$$

Gassens forspenningstrykk p_0 målt ved en temperatur som er forskjellig fra arbeidstemperaturen

Hvis gassens forspenningstrykk måles i kald tilstand før drift, må denne korrigeres med følgende formel:

$$p_{0k} = p_{0w} = \frac{273 + T_k}{273 + T_w}$$

hvor k = Kald
 w = Varm
 T = Temperatur C

5.2 Oljevolumer

Gassvolumene $V_1 \dots V_3$ svarer til trykkene $p_1 \dots p_3$. Her er V_1 akkumulatorens nominelle volum.

Det disponible oljevolumet V svarer til forskjellen mellom gassvolumene V_1 og V_2 :

$$(3) \quad \Delta V = V_1 - V_2$$

Det regulerbare gassvolumet for en gitt trykkdifferanse bestemmes ved hjelp av følgende formler:

a) For en isotermisk tilstands- endring i gassen gjelder følgende likning:

Den isoterme formelen benyttes når endringene i gasskammeret skjer så sakte at det er tilstrekkelig tid til at en fullstendig varmeutveksling mellom nitrogenet og dets omgivelser kan finne sted. Resultatet blir en konstant temperatur.

$$(4.1) \quad p_0 \cdot V_0 = p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$$

b) For en adiabatisk tilstands- endring i gassen gjelder følgende likning:

Formelen for reversibel adiabatisk tilstands- endring benyttes når endringene i gasskammeret skjer så fort at nitrogenets temperatur også endres.

$$(4.2) \quad p_0 \cdot V_0^x = p_1 \cdot V_1^x = p_2 \cdot V_2^x$$

Her er x virkningen av gassens spesifikke varme (adiabatisk eksponent), $x = 1,4$ for nitrogen

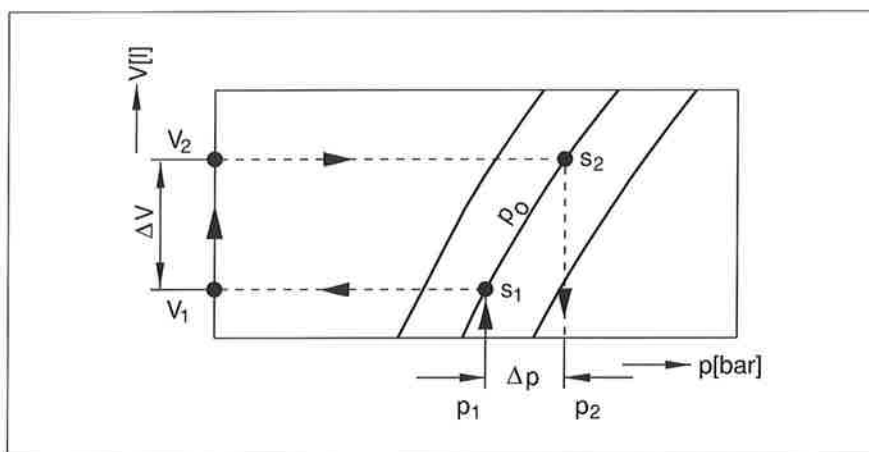
I de fleste tilfeller har endringene en tilbøyelighet til å være adiabatisk snarere enn isoterme. Det er ofte tilfellet når oppladningen er isoterm og utladningen er adiabatisk.

På bakgrunn av formlene (1) og (2) ser vi at ΔV ligger mellom 50 % og 70 % av akkumulatorens nominelle volum. Følgende formel kan være retningsgivende:

$$(5) \quad V_0 = 1.5 \dots 3 \times V$$

5.3 Beregningsdiagram

Formlene (4.1) og (4.2) ligger til grunn for diagrammer som finnes for alle størrelser av akkumulatorer. Ved hjelp av disse diagrammene kan sammenhengen mellom tilgjengelig væskevolum og forskjellen mellom trykkene p_1 og p_2 avleses direkte. Fordi endringer av tilstanden i gasskammeret ikke kan bestemmes nøyaktig, og fordi akkumulatorer med blære bare leveres i mer eller mindre jevnt fordelte størrelser, vil det vanligvis være tilstrekkelig å foreta en grov beregning. Diagrammet viser skematisk prinsippet for en slik beregning.



Gjennomføring av en beregning

Vi forutsetter at det minste nødvendige hydrauliske trykket p_1 er kjent. I dette tilfellet beregnes gassens forspenningstrykk med formel (1). Ved hjelp av formel (5) beregnes omtrentlig den nødvendige nominelle størrelse for akkumulatoren og det nødvendige disponible volumet ΔV . Den neste større dimensjonen velges. Ved hjelp av diagrammene gjennomføres nå følgende trinn:

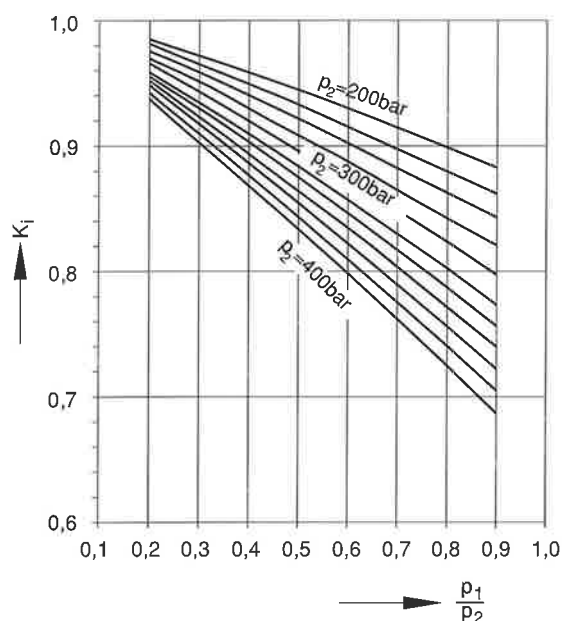
- I beregningsdiagrammet går vi inn horisontalt til vi finner p_1 , og fra dette punktet vertikalt oppover til vi kommer til forspenningstrykket p_0 . Vi har nå funnet punktet S_1 .
- Vi går nå fra S_1 mot venstre inntil vi treffer den vertikale linjen. Dette er punktet V_1 . Her må vi bruke skalaen for det allerede fastsatte nominelle volumet.
- På den vertikale akselen adderes nå verdien for ΔV til V_1 . Dette gir punktet V_2 .
- Gå nå tilbake fra S_2 ned til horisontalen. Det gir punktet p_2 .
- Forskjellen mellom p_2 og p_1 svarer til området for akkumulatorens arbeidstrykk. Dette blir mindre jo høyere nominelt volum det velges for akkumulatoren.

5.4 Korreksjonsfaktorer K_i og K_a

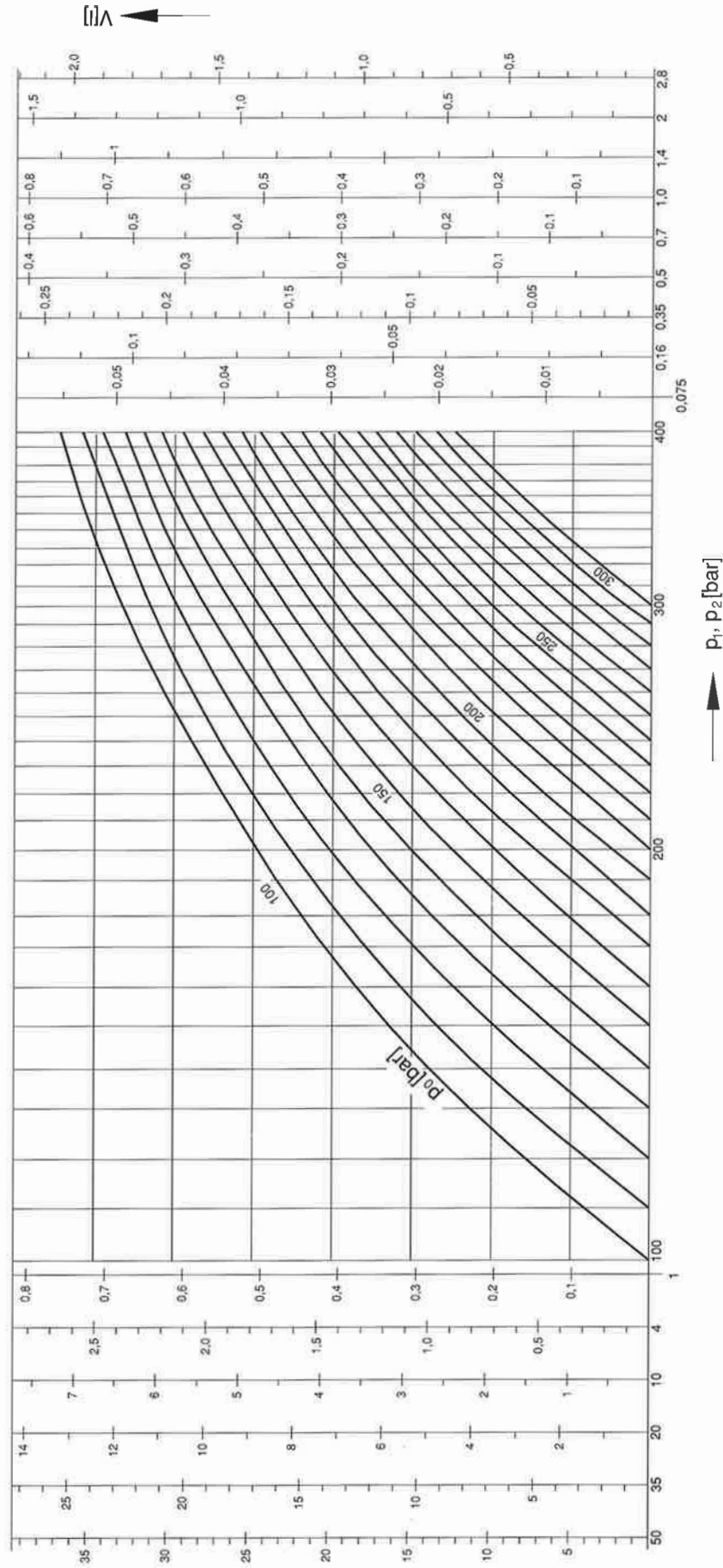
Formlene (4.1) og (4.2) er teoretiske og gjelder for ideelle gasser. I praksis vil gassen avvike sterkt fra en ideell gass når trykket overstiger 200 bar. Det er derfor nødvendig å bruke korreksjonsfaktorer. Disse finner vi også i katalogens $p - V$ diagrammer. De ligger mellom 1 og 0,6.

Isotermisk tilstandsendring

$$\Delta V_{\text{real}} = \Delta V_{\text{ideal}} \cdot K_i$$



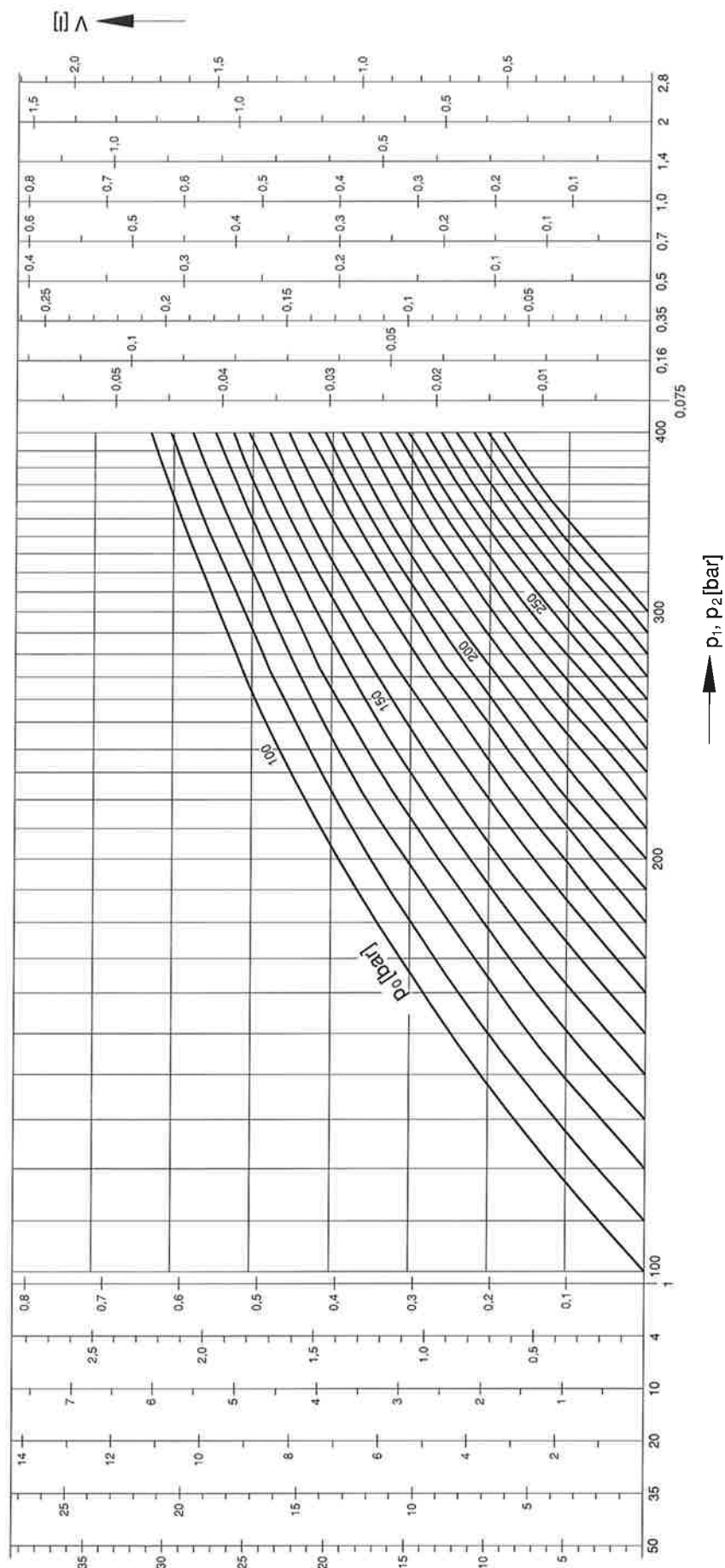
Isotermisk
tilstandsændring
 $p_0 = 100 \dots 200 \text{ bar}$



Akkumulatorenes nominelle størrelser
for udførelse med blære

Akkumulatorenes nominelle størrelse
for udførelse med membran

Adiabatisk
tilstandsændring
 $p_0 = 100 \dots 200 \text{ bar}$

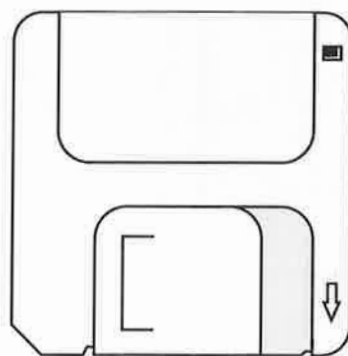


Akkumulatorenes nominelle størrelser
for udførelse med blære

Akkumulatorenes nominelle størrelse
for udførelse med membran

Beregningsprogram for PC

Et beregningsprogram som betjenes via en meny, gir nøyaktige beregninger. Det finnes ulike alternativer med denne programvaren.



BERECHNUNG EINES BOSCH - HYDRO-SPEICHERS

EINGABEN		BERECHNUNGEN	
** Druckwerte absolut **		Gas Vorfuehlldruck bei	
min. Betriebsdruck P1 =	55.0 bar	Raumtemp. 22 °C PU =	45.2 bar
Betriebstemp. (Öl) TB =	50.0 °C	Betriebstemp. PB =	49.5 bar
max. Betriebsdruck P2 =	150 bar	Polytropenexponent nL =	1.40
		Polytropenexponent nE =	1.40
Ladezeit TL =	5.000 s	Ladevolumenstrom QL =	191 l/min
Entladezeit TE =	2.000 s	Entladevolumenstrom QE =	477 l/min
des Hydrospeichers		berechnetes Nutz-	
gewünschte Flüssig-		volumen fuer dU U0 =	25.29 l
keitsmenge (U1-U2) dU =	12.00 l	verfügbare Flüssig-	
Nennvolumen des		keitsmenge m. Unenn dU =	15.90 l
Hydrospeichers Unenn =	35.00 l	Gasvolumen bei P0 U0 =	33.50 l
Speicherausführung =	Blase		
		Datum	13.3.1991

F1 Hilfe

F2 Uebers.-Speicher

F3 Uebers.-Werkst.

F5 Menue

F60 Ende

Oljetanker

1 Oljetankens funksjon

Enhver hydraulisk installasjon bør ha sin egen oljetank. Oljetanken fyller en rekke ulike oppgaver:

Lagring av det hydrauliske oljevolumet

Oljetanken må dimensjoneres for å kunne romme hele systemets oljevolum. Pumpa suger oljen fra tanken, og oljen løper tilbake til tanken etter å ha vært brukt av forbrukeren.

Avkjøling av oljen

Effekttapene i det hydrauliske systemet fører til at oljen blir oppvarmet. Denne varmen blir for en stor del ledet ut gjennom oljetankens vegger. Tanken må derfor dimensjoneres tilstrekkelig med tanke på varmeavledning og, om nødvendig, forsynes med kjøleribber. Den bør også plasseres på et hensiktsmessig sted av hensyn til dette.

Utskillelse av luft

Luftbobler i oljeskum fører til sjenerende støy og skader, spesielt i pumpa (kavitasjon). Det dannes luftbobler når metningspunktet for oppløst luft overskrides ved undertrykk. Luftbobler kan også trenge inn i systemet gjennom lekkasjer i sugeledningen. Virveldannelser i returoljen vil også danne skum. For store mengder av luft i oljen vil bety at oljen kan komprimeres i stigende grad. Dette vil i sin tur føre til mindre nøyaktig posisjonering av sylindren. Dessuten vil komprimeringen av luftboblene føre til høyere oljetemperatur. Ikke oppløst luft kan slippe ut i oljetanken og det er derfor ønskelig at oljearealet i denne er så stort som mulig. Oljen bør være i tanken så lenge som mulig.

Avsetning av forurensninger

Produkter som skyldes aldring, og svært små forurensninger som ikke stoppes av filtret, vil synke til bunns i oljetanken. Denne bør derfor utformes eller monteres med hellende bunn.

Separering av kondensvann

På grunn av temperaturvariasjoner vil det dannes kondensvann i oljetanken. En meget liten del av dette kondensvannet blir oppløst i oljen. Den ikke oppløste delen av vannet vil sammen med oljen danne en emulsjon eller bli separert. Det vil samle seg ved tankens nederste punkt.

Plassering og montasje av pumpe, drivmotor og ventiler

I små og mellomstore installasjoner er drivmotor og ventilkomponenter montert direkte på oljetanken. Derfor må tanken konstrueres så kraftig at den kan støtte dette utstyret. En solid tank spiller også en positiv rolle ved støydemping.

2 Størrelsen av oljetanken

Oljetanken må utføres så stor som mulig for å ta rimelig hensyn til krav om varmeavledning og luftseparering. Spesielt i mobile installasjoner er plasseringen av avgjørende betydning, og vekten må holdes så lav som mulig. Disse forholdene er ikke så viktige i stasjonære installasjoner. På den annen side er det slik at fra et rent kostnadsmessig synspunkt vil kostnadene for å fylle opp installasjonen med olje sette en grense for størrelsen på tanken. Tankens dimensjoner avhenger først og fremst av pumpas matestrøm. Følgende størrelser gjelder:

$$V = 3 - 5 \cdot q_v \quad \text{for stasjonære installasjoner}$$

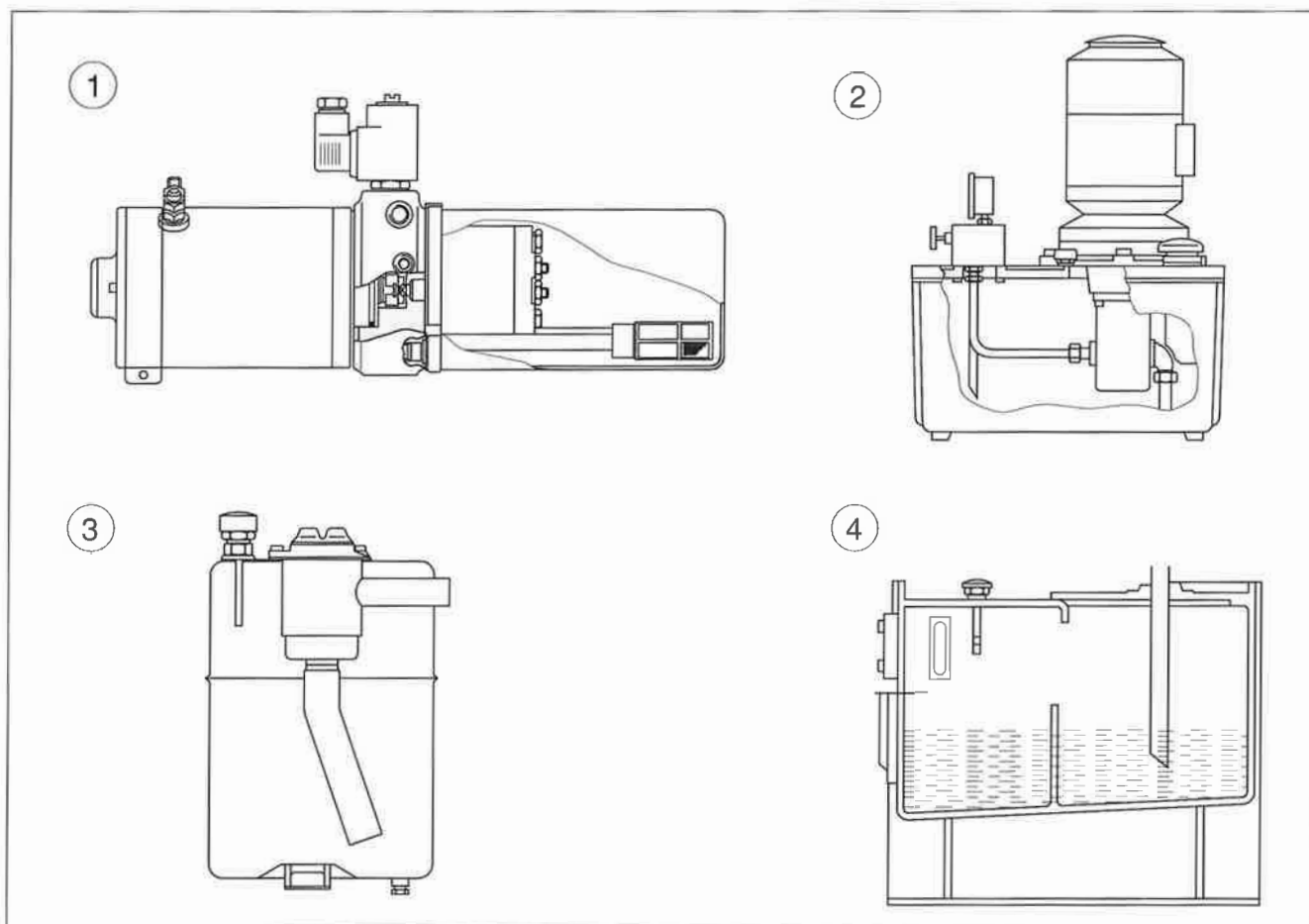
$$V = \text{ca } 1 \cdot q_v \quad \text{for mobile installasjoner}$$

der V uttrykkes i liter og q_v i l/min.

I tillegg til oljevolumet må det være plass til en luftpute på 10–15 % over oljens overflate i tanken. Luftputa tjener til å absorbere de variasjonene i oljenivå og skum som kan oppstå, spesielt i enkeltvirkende sylindere med anker, men også i sylindere med ulike arbeidsflater. Under alle omstendigheter må tanken kunne romme all olje i systemet, også den som er i rørledningene og sylindere.

3 Oljetankens form

- ① Miniatyr plasttank for kompakte mobile installasjoner $V = 1 - 10 \text{ l}$
- ② Liten støpt tank for kompakte stasjonære installasjoner $V = 10 - 50 \text{ l}$
- ③ Sylindrisk tank for mobile installasjoner $V = 10 - 50 \text{ l}$
- ④ Standard ståltank for stasjonære installasjoner $V = 60 - 1200 \text{ l}$



4 Utførelse

Det må tas hensyn til følgende punkter ved utforming av oljetanken:

Økonomiske, funksjonsmessige eller tekniske hensyn kan bety at vi i visse tilfeller må se bort fra en eller flere av disse retningslinjene. Det bør imidlertid bare skje etter nøye overveielse, og når det er tatt hensyn til mulige negative virkninger.

4.1 Sugeledning og returledning

Disse ledningene bør legges så langt fra hverandre som mulig for å sikre effektiv oljesirkulasjon. Begge ledningene må avsluttes et godt stykke under oljens laveste overflate. For å unngå at slam som har samlet seg på bunnen av tanken, blir sugd eller virvlet opp, bør ledningsåpningene ha en avstand til tankens bunn på to til tre ganger deres diameter.

4.2 Avskjerming

Sugeområde og returområdet må skilles av en skjermplate. Den går fra bunnen av tanken og opp til overflaten av oljen. Skjermplaten sørger for sirkulasjon inne i tanken og leder returoiljen langs veggene av tanken for å gi bedre kjøling. Dette systemet gir også oljen lengre oppholdstid i tanken og fremmer på den måten en effektiv utskilling av skitt, vann og luft.

4.3 Påfyllingstrakt, luftfilter

Oljetanken må fylles gjennom et påfyllingsfilter eller, enda bedre, gjennom spesielt filtreringsutstyr.

Hvis tankens oljenivå varierer, må den utstyres med en trykkregulering. Det skjer gjennom en pusteventil med filter som også ofte kombineres med en påfyllingstrakt. I meget støvfylte omgivelser benyttes et spesielt vått filter.

4.4 Oljestandsviser

Avhengig av hvor viktig installasjonen er, kan oljestanden overvåkes ved hjelp av oljestandsrør, seglass eller elektriske flottører med bryter. I alle tilfeller er det nødvendig med maksimal og minimal markeringer.

4.5 Tanklokk

Utførelsen av tankens lokk avhenger av hva som skal monteres på lokket. Hvis det for eksempel er plassert en pumpe i tanken under oljenivået, må lokket kunne tas av.

Hvis det skal monteres drivaggregater, må lokket være fritt for vibrasjoner og tilstrekkelig solid til at det ikke oppstår støy. Selve drivaggregatet må monteres elastisk (isolasjon mot strukturlyd). For å lette vedlikeholdet blir returfiltere ofte integrert i lokket på tanken.

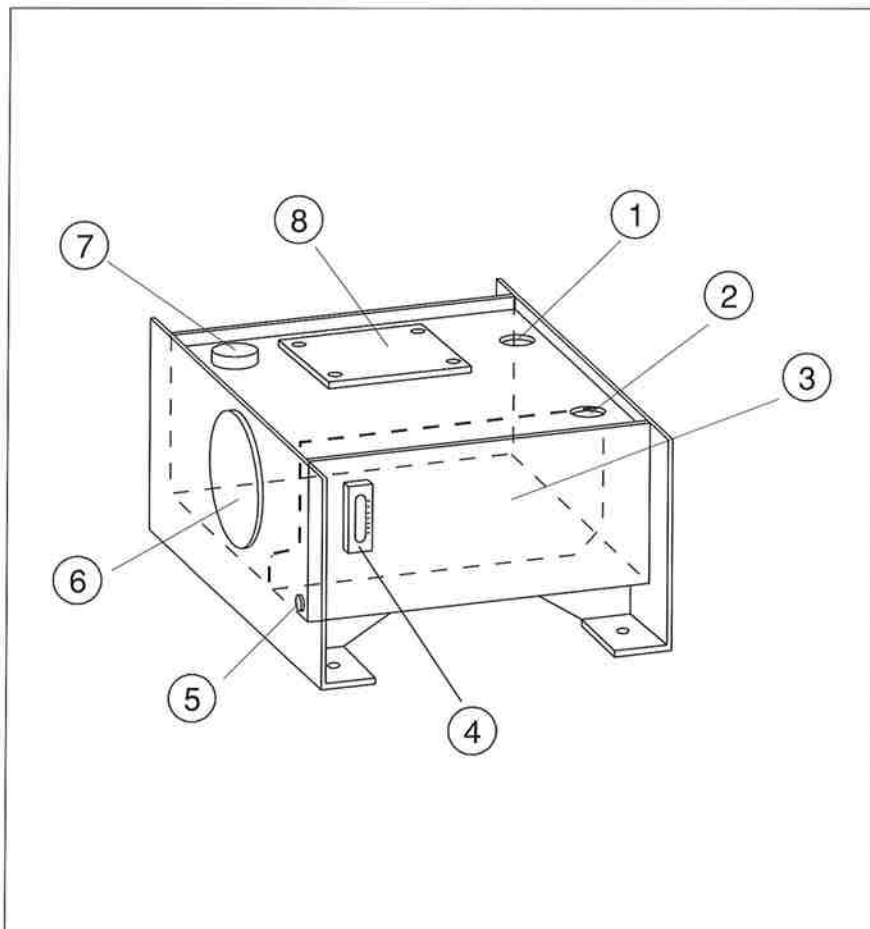
Det anbefales å forsyne kantene på lokket med en rille for lekkasjeolje. Det gjelder særlig for tanker med kontrollutstyr montert på toppen. Rillen samler olje som slipper ut når utstyr som er montert på lokket, blir demontert for reparasjon eller utskifting.

4.6 Inspeksjonsluker

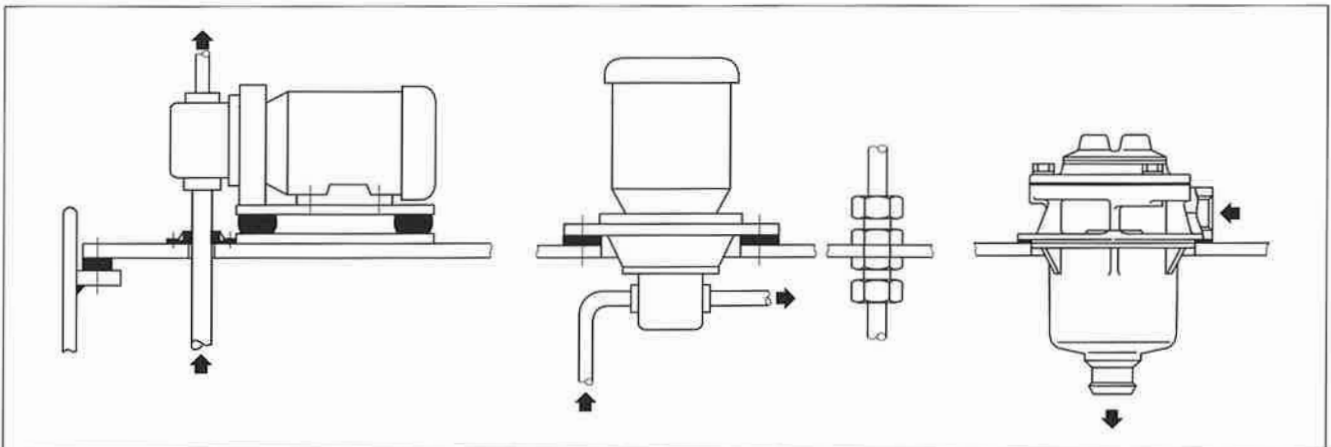
For lokk som ikke kan tas av, er det nødvendig å ha åpninger (mannhuller) i sidene på tanken. Fra disse hullene må det av hensyn til rengjøring være mulig å komme til alle steder inne i tanken.

4.7 Oljedrenering

Bunnen på tanken må helle. Det tjener til å samle avleiringer av slam og vann ved tankens laveste punkt slik at det kan dreneres ved hjelp av en dreneringsskrue eller kran.

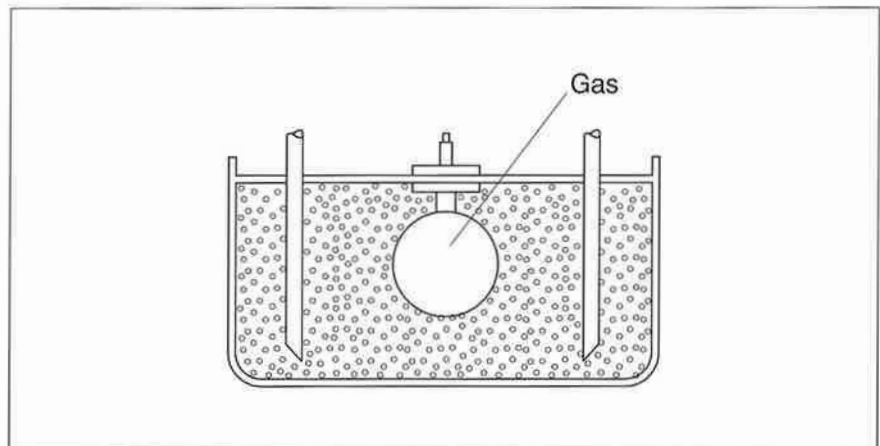


- ① Sugeledning
- ② Returledning
- ③ Skjerm
- ④ Oljestandsviser
- ⑤ Dreneringsplugg
- ⑥ Inspeksjonsluke
- ⑦ Luftfilter
- ⑧ Montasjeplate for drivenheter



5 Trykktanker

Trykktanker benyttes for å slippe å bruke utlufting i vanskelige miljøer (skitt og høy luftfuktighet), og også for å skape et overtrykk i pumpas sugeløsning som ellers ville utsettes for kavitasjon. En gasslomme i tanken tjener til å skape trykk. Lomma holdes atskilt fra oljen med en fleksibel blære slik at olje og gass ikke kan blandes.



Hydrauliske væsker

1 Funksjonen til hydrauliske væsker

Det er av største betydning å velge den hydrauliske væsken som egner seg best til formålet for å få feilfri drift, driftssikkerhet, lang driftstid og lønnsomhet for et hydraulisk system. Det benyttes vanligvis hydrauliske væsker basert på mineralolje. I tillegg til slike uproblematisk hydrauliske væsker benyttes det også tungt antenneelige væsker i hydrauliske systemer. Det medfører at det i noen tilfeller er nødvendig å begrense bruksområdet for utstyret. I den senere tid har miljøvennlige, biologisk oppløselige væsker kommet mer i bruk.

Det stilles svært ulike krav til hydrauliske væsker. De krav som kan stilles er:

- Overføring av hydraulisk effekt fra pumpa til den hydrauliske motoren eller sylindren.
- Smøring av bevegelige deler som glideflater på stempler, sleider, lagre, sjaltelementer osv.
- Beskyttelse av de metallflatene som er i kontakt med oljen.
- Fjerning av forurensninger, skitt, slitasjepartikler, vann, luft osv.
- Avledning av varmetap som skyldes lekkasje og friksjonstap.

På bakgrunn av disse kravene er det nødvendig at den væsken som velges, har bestemte egenskaper. Noen av disse egenskapene er definert med standardiserte betegnelser.

2 Klassifisering

2.1 Hydrauliske væsker basert på mineralolje

De hydrauliske væskene er definert i normene DIN 51 524 og 51 525. Det er ennå ikke gjennomført noen endelig og fullstendig standardisering ifølge ISO.

- H Hydrauliske væsker uten additiver. Når det gjelder egenskapene for slike hydrauliske væsker svarer de til smøreoljer som definert i DIN 51 517. Disse hydrauliske væskene blir nesten ikke brukt lenger i hydraulikken.
- HL Hydrauliske væsker med additiver for å øke graden av beskyttelse mot rust og for å øke motstandsdyktigheten overfor aldring. Disse blir vanligvis benyttet i hydraulikk med trykk opp til ca. 200 bar. De klarer de vanligste termiske belastningene.
- HLP Hydrauliske væsker med spesielle høytrykksadditiver som gir økt beskyttelse mot slitasje. Disse blir brukt i systemer med arbeidstrykk over 200 bar.
- HV Hydrauliske væsker der viskositeten er svært lite avhengig av temperaturen. Øvrige egenskaper er som for HLP-væsker.

Dessuten brukes SAE-klassifisering i mobile anvendelser for motor- og transmisjonsvæsker, fordi dette forenkler bestillingsprosedyren. Her må også nevnes ATF-væsker (Automatic Transmission Fluid), som brukes i hydrodynamiske omformere.

2.2 Brannsikre væsker

Mineraloljebaserte hydrauliske væsker er brennbare. Derfor må det benyttes brannsikre væsker der det er brannfare. Slike væsker er for eksempel påbudt ved lov i kullgruver. Brannsikre væsker kan også brukes oppe på bakken der væsker som eksponeres på grunn av lekkasje eller defekte ledninger, kan komme i kontakt med meget varme metalleder eller åpen flamme. Det gjelder for eksempel ved maskiner for kokillestøping, smiepresser, kontrollanlegg i kraftstasjoners turbiner, stålverker og valseverker. Andre forhold av betydning ved erstatning av mineraliske hydraulikkvæsker med væsker som har et meget høyt innhold av vann, gjelder kostnader og miljøpåvirkning.

Brannsikre væsker klassifiseres i følgende grupper (VDMA, CETOP):

- HFA** Emulsjoner med høyt vanninnhold og maksimalt 20 % brennbare komponenter. Inneholder additiver for korrosjonsbeskyttelse. De har lave viskositetstall og derfor høye lekkasjetap. De er billige. Brukes fortrinnsvis ved gruvedrift. Forsyning kommer vanligvis fra en sentral stasjon med akkumulatorer (vannkrafthydraulikk).
- HFB** Vannbaserte væsker som inneholder maksimalt 60 % brennbare komponenter. Inneholder additiver for korrosjonsbeskyttelse. Denne typen hydraulisk væske brukes sjelden, fordi den ikke alltid kan oppfylle kravene til brannsikkerhet.

HFC Polyglykol-vannemulsjoner (polymere vannopløsninger). Vanninnholdet og antikorrosjonsadditivene må hele tiden overvåkes.

Motstandsdyktigheten mot slitasje er bedre enn for HFA og HFB væsker. HFC væsker passer til de fleste vanlige standardtyper av tetninger og pakninger. Den er den mest brukte typen av brannsikre væsker. Den brukes til vanlige hydrauliske bruksområder og har få restriksjoner med hensyn til driftsdata.

HFD Vannfrie (anhydride) syntetiske væsker.

- a) Fosforaktig ester
- b) Klorinerte hydrokarboner
- c) Blandinger av a) og b), også med mineraloljer

Høy motstandsdyktighet mot aldring og god slitestyrke. Kan brukes i et stort temperaturområde. Passer dårlig til vanlige tetninger og pakninger og til malte overflater. Det må brukes Viton pakninger med denne væsken. Slike væsker skaper også problemer for miljøet fordi spesielle hydrokarboner er svært giftige.

2.3 Miljøvennlige hydrauliske væsker

I den senere tid har miljøvennlige og biologisk oppløselige væsker vunnet større innpass. I betraktning av myndighetenes stadig økende krav til miljøvern har betydningen av sikkerhet ved bruk av hydrauliske væsker i hydrauliske installasjoner fått stadig større betydning. Dette gjelder i særlig grad hydrauliske installasjoner i naturparker, i jordbruk og skogbruk og i stasjonært utstyr i matvareindustrien. For tiden benyttes følgende typer:

HFG Polyglykol (syntetisk, vannfri) biologisk oppløselig, ufarlig for vannkilder, oppløses i vann. Øvrige egenskaper for disse væskene likner på de som gjelder for de mineraloljebaserte væskene, men disse kan ikke oppløse dem.

HTG Planteoljer (rapsfrøoljer, TG-triglyserider) er biologisk oppløselige, ufarlige for vannkilder og uoppløselige i vann. Sammenliknet med mineraloljer har disse begrenset temperaturområde og livslengde. De kan blandes med mineraloljer, men det vil redusere den biologiske oppløseligheten.

HT Syntetiske estere som er meget godt biologisk oppløselige, ufarlige for vann og uoppløselige i vann. Øvrige egenskaper minner om egenskapene til mineraloljer.

Alle tre typer av hydrauliske væsker kan stort sett brukes med standardkomponenter for hydraulikk. Det er ennå ikke høstet så mange erfaringer med hensyn til yteevne og resultater i bruk. Det må imidlertid tas hensyn til begrensningen i temperaturområde og til aldring.

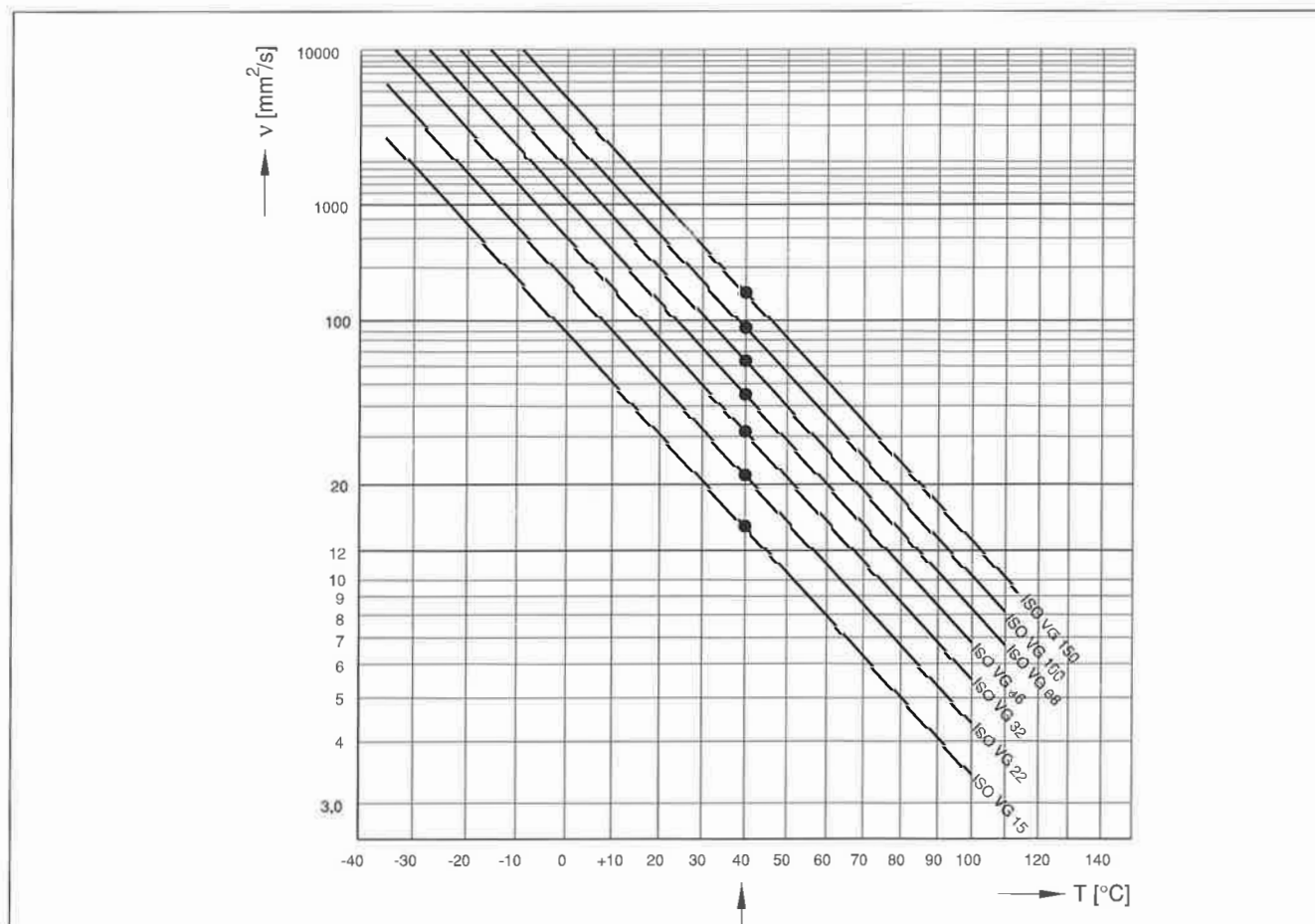
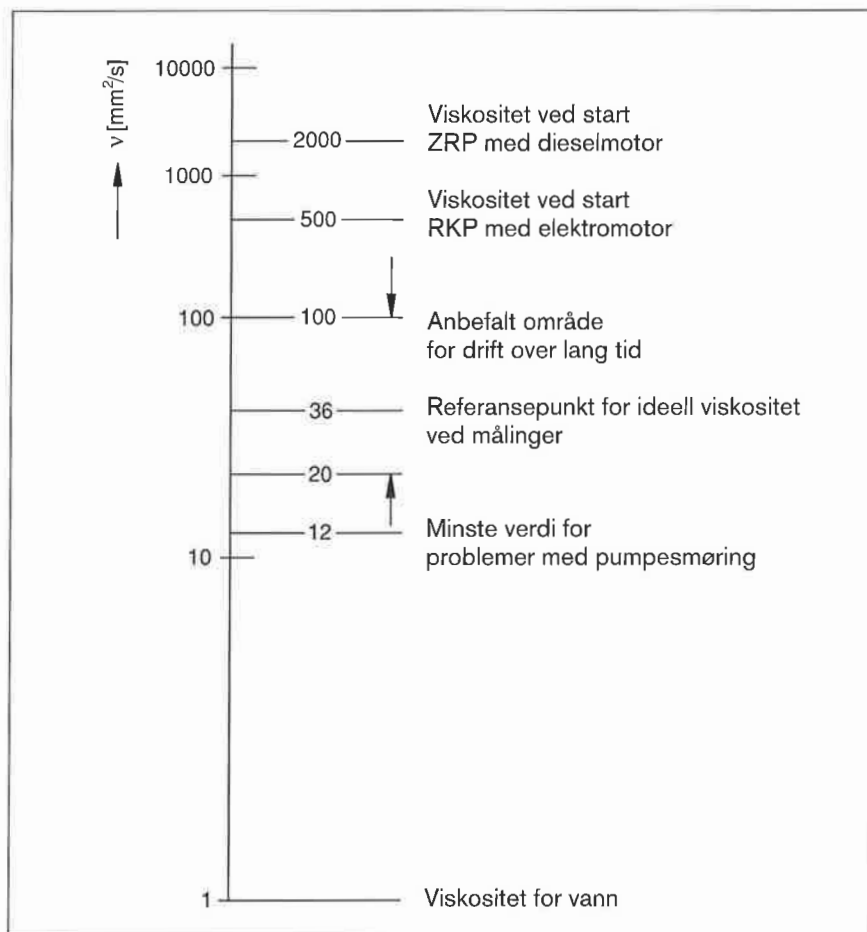
3 Tekniske data for hydrauliske væsker

3.1 Viskositet ν

Dette er kanskje den viktigste egenskapen for en hydraulisk væske, og den er et mål på intern friksjon. Viskositet måles med standardiserte metoder som den tiden det tar for en væske å flyte igjennom et kapillarrør. SI enheten for kinetisk viskositet ν er mm^2/s . Dette svarer til den tidligere enheten centistoke.

3.1.1 Forholdet mellom viskositet og temperatur

I nesten alle hydrauliske væsker vil viskositeten endres med temperaturen. Dette forholdet illustreres i ν -T-diagrammet. Med en dobbelt logaritmisk skala for aksene blir kurvene rettlinjete for de ulike viskositetsklassene.



3.1.2 Viskositetsklasser

Data for viskositet baseres på ISO-standard ved en temperatur på 40 C. På grunnlag av denne temperaturen er viskositetsklassene VG 15, 22, 32, 46, 68, 100 og 150 utledet. Disse verdiene benyttes til å utvide basisbetegnelse, for eksempel HLP 36.

3.1.3 Sammenlikning av SAE og ISO

Motor- og transmisjonsoljer klassifiseres ifølge SAE standarden. Tabellen nedenfor viser en sammenlikning mellom viskositetsklassene ifølge SAE og ISO.

ISO-VG	SAE
100	30
68	20, 20 W
46	
32	
22	10 W
	5 W

3.1.4 Forholdet mellom viskositet og trykk

Viskositeten i hydrauliske væsker øker med stigende trykk. Dette er et forhold som det må tas hensyn til, spesielt ved trykk på over 200 bar. Når trykket stiger til ca. 400 bar, blir viskositeten omtrent fordoblet.

3.2 Volumelastisitet

(Sammentrykbarhet)

Volumelastisiteten i oljen kan ikke alltid ignoreres når trykket er høyt og volumet stort. For eksempel er responstiden for styre- og reguleringsprosesser, og nøyaktigheten med hensyn til fortrenkning og forskyvning, avhengig av sammentrykbarheten i oljen etter en rask trykkavlastning i store trykkamre. Det kan også føre til avlastningssjokk. Graden av sammentrykbarhet bestemmes av en såkalt elastisitetsmodul, som er $E = 1.4 \cdot 10^4$ [bar] for de fleste trykkområder.

Kompresjonsvolumet beregnes ved hjelp av formelen

$$\Delta V = V_0 \cdot \frac{1}{E} \cdot \Delta p$$

hvor

ΔV = kompresjonsvolum [cm^3]

V = startvolum [cm^3]

E = elastisitetsmodul [bar]

Δp = trykkstigning

3.3 Spesifikk vekt

Mineraloljebaserte hydrauliske væsker har en verdi på 0.9 kg/dm^3 .

Vannbaserte væsker nærmer seg 1 kg/dm^3 .

HFD væsker har verdier rundt 1.4 kg/dm^3 . Dette må det tas hensyn til når ledningstverrsnitt og sugehøyder skal spesifiseres.

3.4 Volumøkning

Hvis temperaturen stiger ved atmosfærisk trykk, vil oljevolumet øke med ca. 0,7 % for hver gang temperaturen stiger med 10 C. Dette forholdet er spesielt viktig ved systemer som inneholder store mengder olje. For eksempel vil en mengde på 200 liter som sirkulerer i systemet, øke med ca. 8 liter når temperaturen stiger med 60 C.

3.5 Smøreevne

For at alle de bevegelige delene inne i hydrauliske komponenter skal bli smurt effektivt, må væsken ha tilstrekkelig smøreevne og adhesjonsevne (vedhengsevne). Det gjelder i særlig grad for hydrauliske pumper. Hvis oljefilmen brytes ned på grunn av utilstrekkelig viskositet eller for stort overflatetrykk, vil de delene som beveger seg i forhold til hverandre, komme i kontakt, og dette vil til sist føre til skade. Det stadig økende arbeidstrykket som benyttes i moderne hydraulikk, sammen med stadig tettere pasninger mellom bevegelige deler, betyr at utstyret er mer utsatt for å bryte sammen. Denne tendensen kan delvis motvirkes ved bruk av høytrykksvæsker (HLP).

3.6 Evne til luftutskilling

Ved normale atmosfæriske forhold inneholder hydrauliske væsker ca. 9 volumprosent oppløst luft. Dette vil ikke føre til at systemets yteevne reduseres. Evnen til å løse luft øker med stigende trykk og temperatur. Ved ca. 50 bar og 50 C er den ca. 500 volumprosent. Hvis trykket faller, for eksempel etter innsnevring eller på grunn av delvis vakuum i sugeledningene, faller trykket til under metningspunktet, og oppløst luft utskilles i form av luftbobler. Luft kan også komme inn i systemet via lekkasje i sugeledninger eller gjennom pumpeakselens pakninger. Denne ikke oppløste luften er synlig i form av skumdannelse, og den er svært farlig for hydrauliske systemer. Den kan føre til de fryktede kavitasjonseffektene, spesielt i pumper og ventiler.

Kavitasjon viser seg ved materialforvitring ledsaget av trykksjokk og støy. Ikke oppløst luft vil dessuten øke sammentrykbarheten i oljen med det resultatet at sylindrens fortrenkningsnøyaktighet og forskyvning blir dårligere. Skumdannelse i tanken må også unngås i den grad det er mulig. På den ene siden er dette mulig ved korrekt utforming og dimensjonering av tanken og ledningene. På den annen side bør oljen selv være slik at luftbobler brister og lar luften forsvinne ut i atmosfæren så snart boblene når opp til overflaten.

3.7 Motstandsdyktighet mot oksidering (aldring)

Når det snakkes om oksidasjon (aldring) i hydrauliske væsker, menes det kjemiske forandringer som forekommer i væsken under innflytelse av høye temperaturer og metallers katalytiske effekt (spesielt ikke-jernholdige metaller). Som en tommelfingerregel kan man regne med en fordobling av oksidasjonshastigheten for hver gang temperaturen stiger med 10 C ved temperaturer over 70 C. Oksidasjonen vil også bli verre av forurensninger av vann, rust, slipemidler, støv osv.

Gammel (oksidert) olje blir mørkere i fargen. Syrer og avsetninger av resiner dannes og kan føre til at ventilsleider setter seg fast. Motstandsdyktigheten mot aldring kan bedres med oksidasjonshindrende additiver.

3.8 Andre karakteristiske trekk ved hydrauliske væsker

Avhengig av driftsforholdene kan følgende karakteristiske verdier ha betydning:

- Vannutskilling
- Beskyttelse mot korrosjon
- Forlikelighet med ikke-jernholdige metaller
- Forlikelighet med pakninger, slanger osv
- Filtreringsevne
- Flytepunkt
- Kokepunkt
- Flammepunkt

Noen av disse egenskapene kan bestemmes med standardiserte prosedyrer og påvirkes med passende additiver.

Filtre

1 Funksjon

I hydrauliske installasjoner passerer store volumstrømmer gjennom ekstremt små åpninger og klaringer under svært store trykk. Derfor er en slik installasjon vesentlig mer følsom for forurensninger i oljen, særlig faste partikler, enn tilfellet er for andre typer av maskiner.

Erfaringen har vist at mer enn 50 % av tidlige havarier i hydrauliske installasjoner, skyldes forurenset olje.

Oppgaven til et hydraulisk filter er å redusere forurensningen på grunn av faste partikler til et akseptabelt nivå i størrelse og konsentrasjon og å beskytte mot for tidlig slitasje av komponenter.

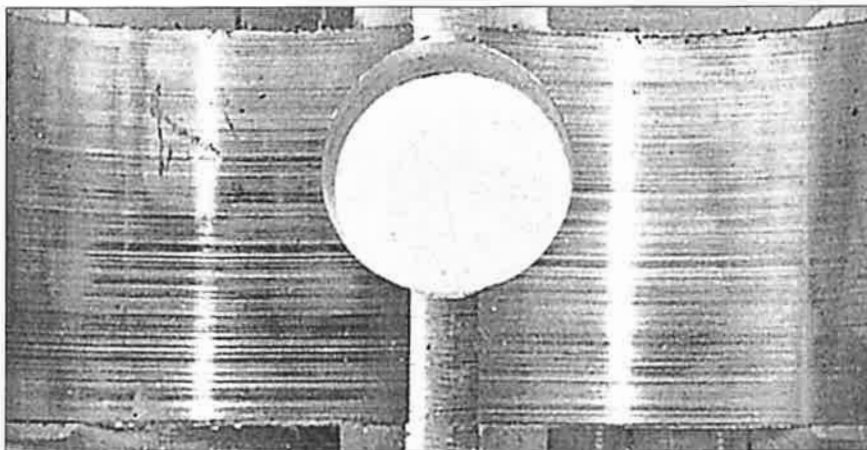
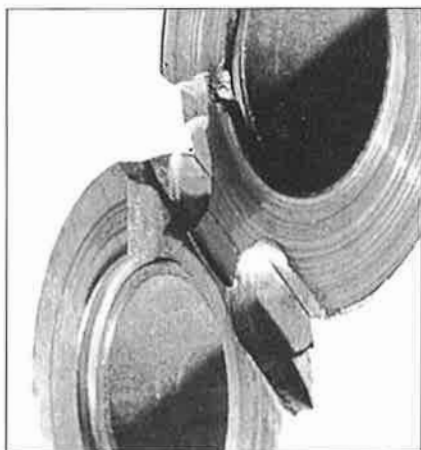
2 Virkningene av forurensning

Harde partikler som forurensere, kan være sandkorn, små metallbiter, rustavskalling, støv osv. Disse fremmer slitasje fordi deler slipes når de beveger seg i forhold til hverandre. Likeså vil tetninger og pakninger slites. Blant de delene som er spesielt påvirket av sliping fra forurensningspartikler, er lagre, pumpevinger, tannhjul og stempler i hydrauliske pumper og motorer, og alle stempler, stempelstenger og hylser i arbeidende sylindere. Slipeslitasjen på glidende overflater øker klaringer og skaper dermed større intern lekkasje, redusert volumstrøm og høyere temperaturer.

Faste partikler som er relativt store ($> 50 \mu\text{m}$), fører ofte til plutselig maskinhavari kort etter at installasjonen er satt i drift for første gang. På den annen side vil forurensning fra mindre partikler ($< 10 \mu\text{m}$) vanligvis være årsak til en gradvis slitasje og dermed langsom utvikling av symptomer på skadevirkninger.

Den skaden som påføres av faste forurensningspartikler, er avhengig av partiklenes hardhet, størrelse og konsentrasjon. I tillegg kommer følsomheten for skitt hos den aktuelle komponenten. Spesielt stor slitasje forårsakes av de faste partiklene med en størrelse som er omtrent den samme som klaringen mellom bevegelige deler.

Slitasje i lagerhylsen og pumpehuset i en tannhjulspumpe



4 Filtreringsgrad

Filtreringsgraden bestemmes av filternes porer og de statistiske verdiene for oppsamling av partikler. Data for absolutt, gjennomsnittlig og nominell grad av filtrering har en viss betydning i praksis. Imidlertid kan filternes ulike maskevidder og typen av forurensninger (harde partikler) best vurderes gjennom definisjon av betaverdien.

β -verdi

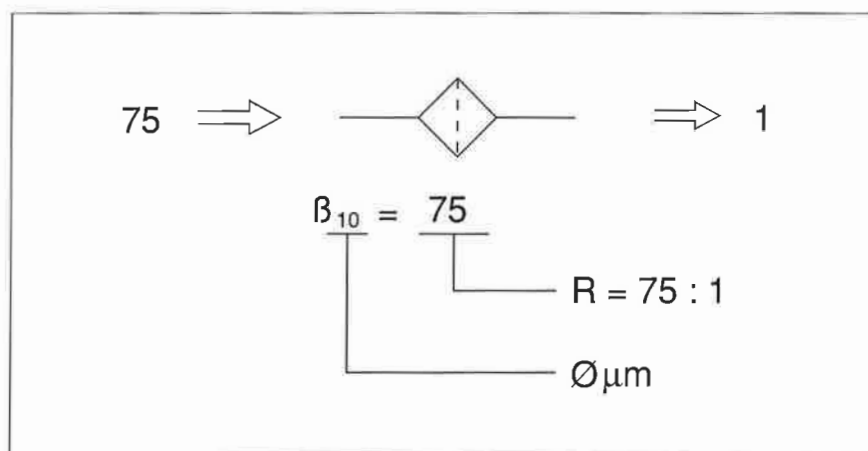
β -verdien defineres på grunnlag av den såkalte Multi-pass testen ifølge ISO 4572 og tar hensyn til det forholdet at forurensningspartikler først samles opp etter flere filtreringer. β -verdien er et uttrykk for hvor mange ganger antallet av partikler over en viss størrelse ved filterets innløp overskrider antallet ved utløpet. En typisk filtreringsgrad kan uttrykkes ved forholdet 75 : 1.

$$\beta_{10} = 75$$

Dette uttrykket sier at det av 75 partikler med størrelse 10 μm , bare er en partikkel som statistisk sett vil passere filteret. Den prosentvise filtreringen er i dette tilfellet:

$$\begin{aligned} \% &= 100 - \frac{100}{\beta} \\ &= 100 - \frac{100}{75} \\ &= 98.66\% \end{aligned}$$

Det svarer omtrentlig til definisjonen av en "absolutt filtreringsenhet".



5 Andre karakteristiske verdier

I tillegg til verdier for graden av filtrering kan følgende karakteristiske verdier utledes av filterets størrelse:

– Levetid

Dette angir den tiden filteret kan være i drift før det når en slik grad av forurensning at den tillatte strømsmotstanden overskrides.

– Nominell volumstrøm og trykkfall

Disse to verdiene er direkte avhengige av hverandre, og det har vist seg praktisk å vise dem som et p-q_v diagram. Normalt blir det maksimale trykkfallet, eller strømsmotstanden, begrenset av en omløpsventil.

6 Klassifisering av filtre etter materialer

6.1 Overflatefiltre

Disse fremstilles av et tynt vevd sjikt, f.eks. metall, cellulose, papir eller syntetisk materiale. For å øke filterarealet blir filtersjiktet ofte brettet i stjerneform. Filtre med vevd sjikt kan rengjøres flere ganger, bortsett fra papirfiltre, som er engangsartikler. Siktefiltre og spaltefiltre regnes også som overflatefiltre. Spaltefilteret består av et antall metallskiver som er lagt sammen som sandwich. Slike filtre kan rengjøres uten at det er nødvendig å avbryte driften.

6.2 Dybdefiltre

Disse fremstilles av sammenpresset tekstil, cellulose, plast, glass eller metallfibrer. De kan også bestå av et antall fiberlag, og de kan inneholde et filterelement av sintret metall.

Selv ved små maskevidder kan det oppnås relativt gunstig volumstrøm med disse filterene.

7 Plassering av filtret i et hydraulisk system

Avhengig av lokaliseringen finnes det et antall ulike konstruksjoner og utførelser. I det følgende gjennomgår vi fordelene og ulempene ved disse.

7.1 Returfilter

Det vanligste er å plassere filtret i returløpet. Dette er en billig og uproblematisk løsning, og den lar hele volumstrømmen sirkulere gjennom filtret. Det er imidlertid en ulempe at forurensninger først fanges opp i filtret etter at oljen har passert kretsløpet. Plasseringen kan likevel forsvares så lenge det dreier seg om små partikler som bare er farlige for systemet etter å ha passert et antall ganger.

Returfiltere brukes til filtrering av hovedstrømmen. Svært ofte blir de parallellkoplet med omløpsventiler. De blir vanligvis bygd inn i tanken, men de kan også monteres i rørledningen.

7.2 Sugefiltre

Mange installasjoner med oljehydraulikk er også utstyrt med en trådsikt på inngangssiden i tillegg til filtret i returløpet. Dette beskytter den hydrauliske pumpa mot skader på grunn av store smusspartikler.

Filtre med fine porer er mer problematiske, fordi de fleste pumper krever et maksimalt undertrykk på $0,7 \text{ bar}_{\text{abs}}$ i sugeledningen, men dette er vanskelig å oppnå. Det gjelder spesielt med kald olje og skittent sugefilter.

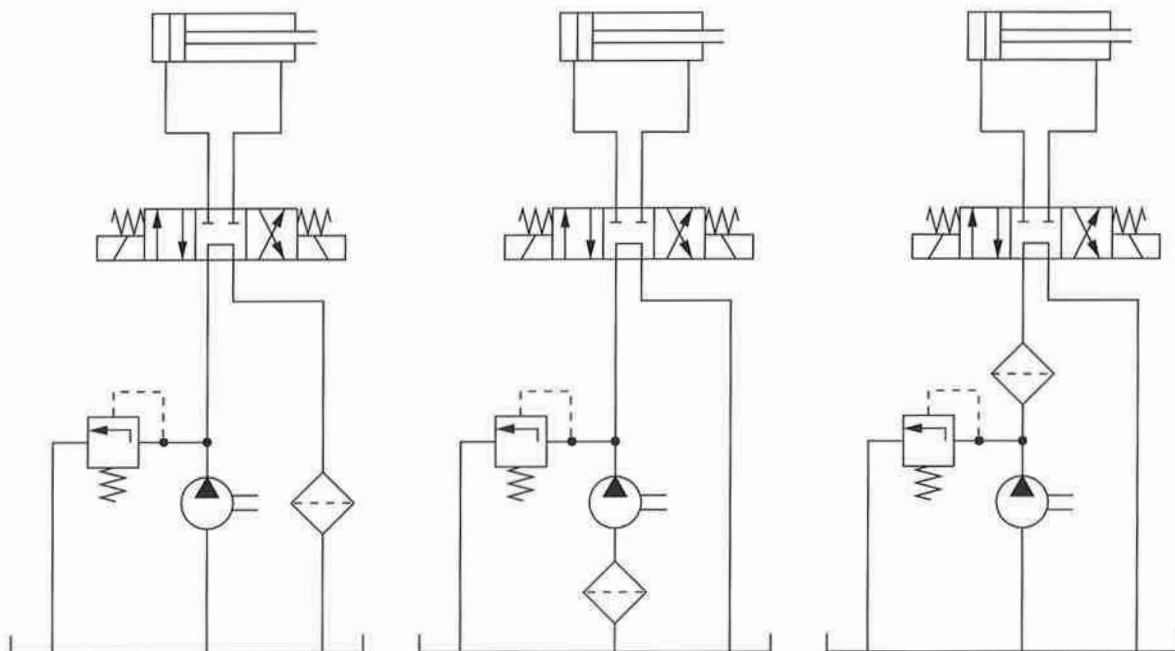
Sugefiltret har til hovedformål å beskytte pumpas sugeside. For ikke å ødelegge denne egenskapen på grunn av sugeproblemer og derav følgende kavitasjon anbefales det å utstyre filtret med et instrument som tydelig viser forurensningsgraden. Videre må filtret være lett tilgjengelig for vedlikehold.

7.3 Trykkfiltre

Disse plasseres etter pumpa og har vanligvis til formål å beskytte særlig følsomme komponenter, for eksempel servoventiler. Disse filterne krever en trykksikker innkapsling og er relativt kostbare.

7.4 Delvis filtrering

For å kunne utnytte relativt små filtre benyttes ofte metoden med delvis filtrering. Fra et statistisk synspunkt vil all olje i systemet bli filtrert etter å ha passert systemet et antall ganger. Delvis filtrering oppnås for eksempel ved oppsamling. Reststrømmen ledes deretter gjennom en spesiell utløpspumpe eller et sideutløp.



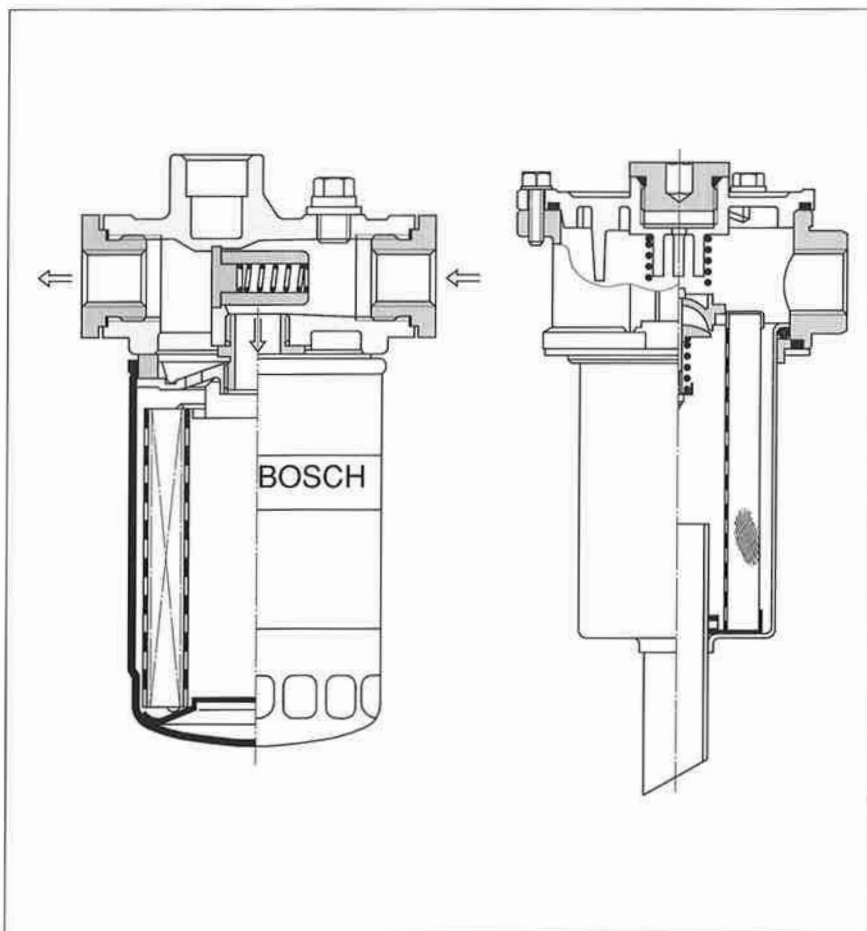
8 Montasje av filter

Vi skiller prinsipielt mellom ledningsmontasje og tankmontasje. Spesielt når filtret er montert i returledningen, er den siste metoden fordelaktig på grunn av lett vedlikehold. Når det skal gjøres rent eller byttes patron, blir det ikke noen forurensning eller skitne omgivelser på grunn av oljelekkasje.

9 Vedlikehold

Filtre i hydrauliske systemer er komponenter som krever regelmessig vedlikehold. I motsatt fall vil de ikke fungere korrekt. Erfaringer har vist at dette er et forhold som ofte blir oversett. Følgende forholdsregler anbefales med tanke på å motvirke denne tendensen:

- Intervaller for kontroll og vedlikehold må settes opp og overvåkes av ledelsen. Enda bedre er det hvis disse instruksene er plassert lett leselig på selve utstyret. Størstedelen av forurensning kommer rett etter at systemet er satt i drift første gang.
- Monter indikatorer for forurensning.
- Lett atkomst til filtre.
- Forråd av utskiftingsdeler i nærheten av utstyret.
- For å få tilfredsstillende levetid må det velges filterstørrelser som svarer til den mengde forurensning som forekommer.
- Hvis det ikke kan tillates at maskinen stoppes mens det arbeides med vedlikehold av filtret, kan det være tilrådelig å ha dobbelt sett av filtre installert.



10 Anbefalinger

Tabellen nedenfor viser forholdet mellom forurensningsklassene, β_x -verdi og anbefalt filter for ulike hydrauliske systemer.

Forurensningsklasse		Filterbehov			Hydrauliske systemer	
NAS	ISO	$\beta_x = 75$	Materiale	Plassering		
6	15/12	3	Uorganisk (glass-fylling)	Trykkfilter	• Servoventiler	
7	16/13	5			• Volumstrømsventiler	
8	17/14	10		Organisk (papir)	Returløpsfilter eller trykkfilter	• Proporsjonal-ventiler
9	18/15	20	• Både pumper og ventiler			
10	19/16	25				
11	20/17	25...40	Filtrering i returledning, i sugledning eller delvis filtrering		• Lavtrykkssystemer i mobil hydraulikk og tungindustri	
12	21/18					

for $p > 160$ bar

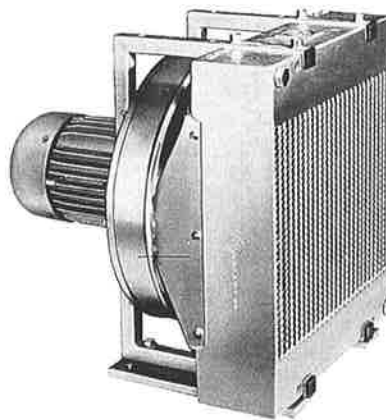
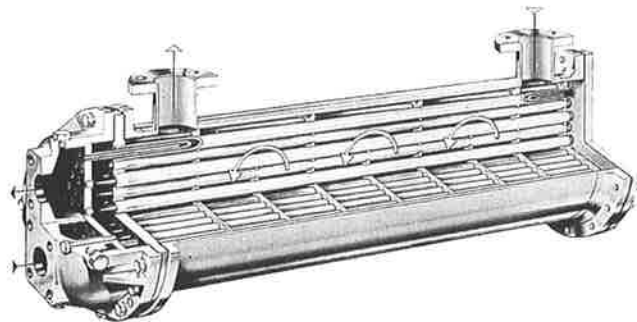
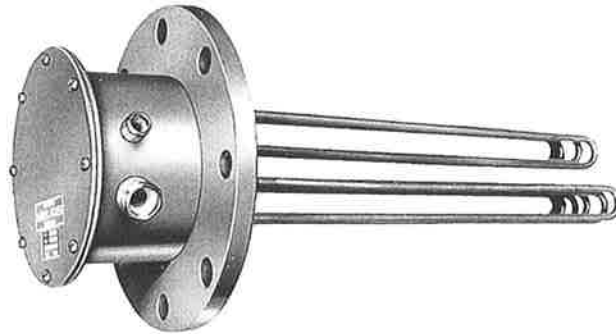
for $p < 160$ bar

Oppvarming og kjøling

1 Funksjon

Det er alminnelig kjent at viskositeten i en hydraulisk væske i stor grad avhenger av temperaturen. For å sikre at systemet arbeider uten problemer, må temperaturen holdes innenfor visse grenser.

For stor viskositet ved lave temperaturer forårsaker kavitasjonsskader i pumper og fører til økte friksjonstap ved strupeventiler og i ledningene. Hvis viskositeten blir for lav ved høye temperaturer, fører dette til økende lekkasjetap og tynnere smørefilm mellom bevegelige deler. En svakere smørefilm betyr også mindre beskyttelse mot slitasje. Dessuten betyr høye temperaturer tidlig aldring av oljen og at de elastiske pakningene blir ødelagt. Hvis viskositeten varierer under drift av utstyret, vil stemplets bevegelseshastighet bli mindre nøyaktig, og dette har en negativ effekt på driftsresultatene. Utrustning for oppvarming og kjøling har til oppgave å holde temperaturen i oljen innenfor fastsatte grenser. Disse hjelpeutrustningene er imidlertid bare nødvendige ved ugunstige driftsbetingelser.



2 Oppvarming

Det hender at oljen varmes opp før pumpa settes i drift. Det skjer vanligvis med elektriske varmeelementer for nedsenking. I slike tilfeller må man være forsiktig så det ikke blir lokal overoppheting. Det anbefales at varmeelementet styres av en termostat. Ofte kan oppvarming være unødvendig hvis det velges en olje med lavere viskositet eller hvis pumpa startes langsomt (når den drives av en forbrenningsmotor). Så snart pumpa begynner å levere, vil væsken varmes opp av friksjonstapene og til slutt komme opp i riktig driftviskositet.

Denne oppvarmingsprosessen akselereres når pumpa arbeider mot en trykkbegrensningsventil.

3 Kjøling

Væsken i et hydraulisk system varmes opp av effekttapet, som igjen er et resultat av energiomsetningen. Videre skjer oppvarming på grunn av transporten og styringen av oljen. Denne varmen avgis til omgivelsene via stråling og konveksjon gjennom tanken. Det betyr at oljen varmes opp under startfasen og til slutt kommer opp i driftstemperatur. Jo lavere systemets kjølekapasitet er, desto høyere blir sluttemperaturen. Hvis kjølekapasiteten

i tank og ledninger osv ikke er tilstrekkelig, betyr det at vi må installere en ekstra kjøler. Til dette formålet leveres det både vannkjølere og luftkjølere.

3.1 Olje - luftkjøler

Oljen strømmer fra returledningen gjennom en rørs spiral eller en blokk med kjøleribber. Denne er plassert i den luftstrømmen som kommer fra viften.

Viften drives vanligvis av en elektrisk motor. En kompakt utførelse er mulig hvis viften plasseres på pumpas akselkopling. Luftkjøleren utmerker seg ved å være enkel å installere.

På den annen side kan støyen fra vifta og luftstrømmen med dens oppvarming bli plagsom i større systemer. Dette er avhengig av plasseringen.

3.2 Olje - vannkjøler

Med denne kjøleren går både oljen og kjølevannet (eller et annet kjølemedium), gjennom den aktuelle kjøleren. De to mediene holdes atskilte av varmeledende kjølerørspiraler eller kjøleribber.

Olje-vannkjølere kan avlede store varmemengder. De er dessuten ikke i veien for andre deler av systemet.

Vannforsyningen krever imidlertid en spesiell installasjon (kjøletårn) i lukket krets. Ellers vil vannforbruket medføre store kostnader.

Både luftkjølere og vannkjølere styres av en termostat for å sikre at temperaturen i det hydrauliske systemet holdes så konstant som mulig. Termostatstyringen bidrar også til å holde driftskostnadene på et minimum.

3.3 Beregning av oljekjølere

Følgende forhold er viktige når man bestemmer nødvendig størrelse på kjøleren:

- Den varmemengden som skal ledes bort (watt eller kcal/hr).
- Oljestrømmen
- Gjennomstrømning av kjølevann eller luft
- Temperatur ved innløp og utløp av oljen
- Temperatur ved innløp og utløp av kjølevann eller kjøleluft
- Varmetransmisjon mellom olje og vann eller luft

Vanligvis leverer kjølerfabrikantene diagrammer for beregning, slik at riktig størrelse på kjøleren kan bestemmes grafisk.

I prinsippet er det slik at jo større temperaturforskjellen er mellom oljen som skal kjøles ned, og kjølemediet, desto mindre kan kjøleren være.

Den varmeeffekten som avledes av oljen, er alltid lik summen av effektene for kjølemediet på innløps- og utløps-siden.

Før man bestemmer hvilken kjøler som skal installeres, bør man overveie muligheten for heller å droppe kjølingen og i stedet eliminere effekttapene ved kilden ved å installere regulerbare pumper i stedet for kjøleutstyr som er kostbart i drift.

Ledninger og koplinger

1 Strømningshastighet

Forbindelsen mellom de enkelte komponentene i et hydraulisk system, og dermed transmisjonen av energi, skjer ved hjelp av rørledninger, slanger, kanaler i monteringsplater osv. Friksjonstap reduseres til et minimum ved å holde strømningshastigheten innenfor visse grenser. Følgende retningslinjer for hastighetsgrenser er stort sett blitt akseptert for de ulike delene i et hydraulisk system.

- ÷ Sugeledning
 $w = 0,5 - 1,5 \text{ m/s}$
- // Trykkledning
 $< 50 \text{ bar} : w = 4 - 5 \text{ m/s}$
 $50 - 100 \text{ bar} : w = 5 - 6 \text{ m/s}$
 $> 100 \text{ bar} : w = 6 - 7 \text{ m/s}$
- ## Returledning
 $w = 3 - \text{m/s}$

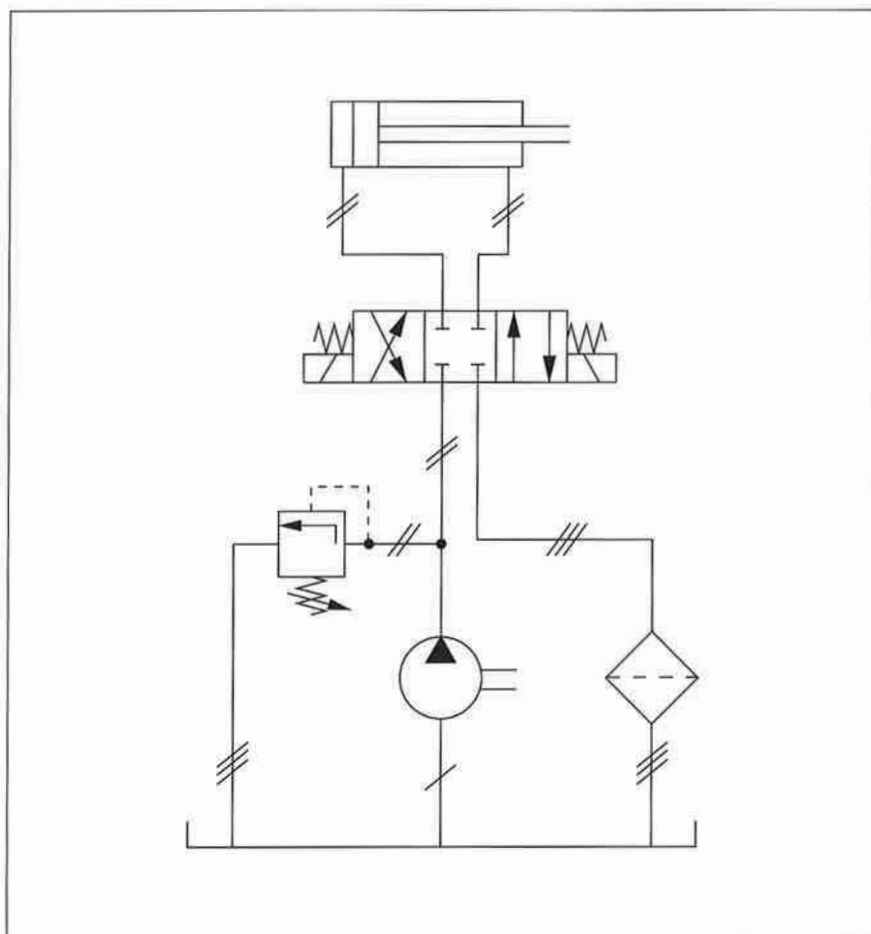
2. Rørtverrsnitt

Sammenhengen mellom volumstrømmen q_v , hastigheten w og rørtverrsnittet A kan uttrykkes med følgende formel:

$$q_v = A \cdot w$$

Rørtverrsnittet A beregnes på grunnlag av rørdiameteren d med formelen:

$$A = \frac{\pi}{4} \cdot d^2$$



Følgende likning brukes til enklere beregninger:

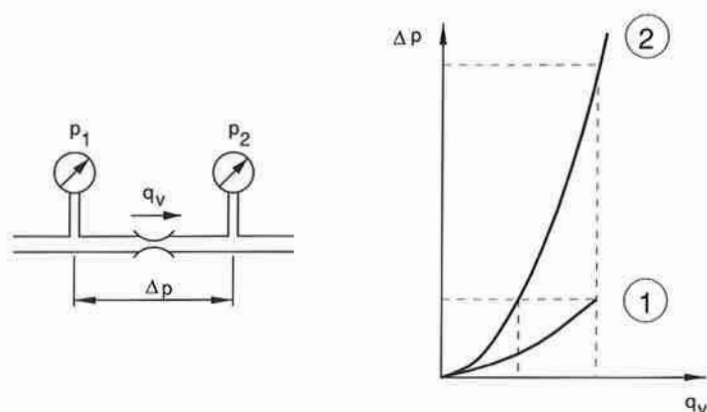
$$w = \frac{q_v}{6 \cdot d^2 \cdot \frac{\pi}{4}} \cdot 10^2$$

hvor

- d = diameter (mm)
- q_v = volumstrøm (l/min)
- w = hastighet (m/s)

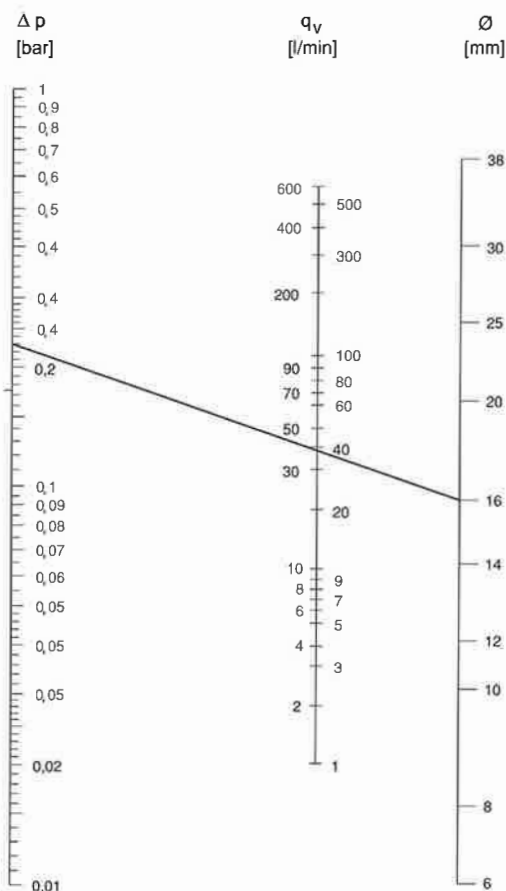
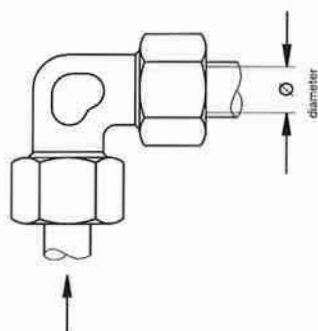
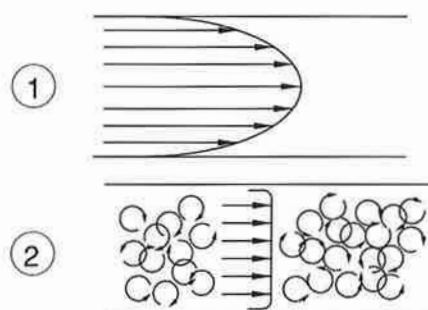
3 Ledningsmotstand

Ifølge læren om væsker i bevegelse (kinetikk) vil trykktapet Δp øke med kvadratet på volumstrømmen q_v . Ved en viss kritisk hastighet går den laminære strømmingen (1) over til å bli turbulent (2), noe som medfører sterk stigning i ledningsmotstanden. Ved beregning av ledningsdimensjoner må de aktuelle størrelsene velges slik at det oppnås en laminar strømming av oljen.



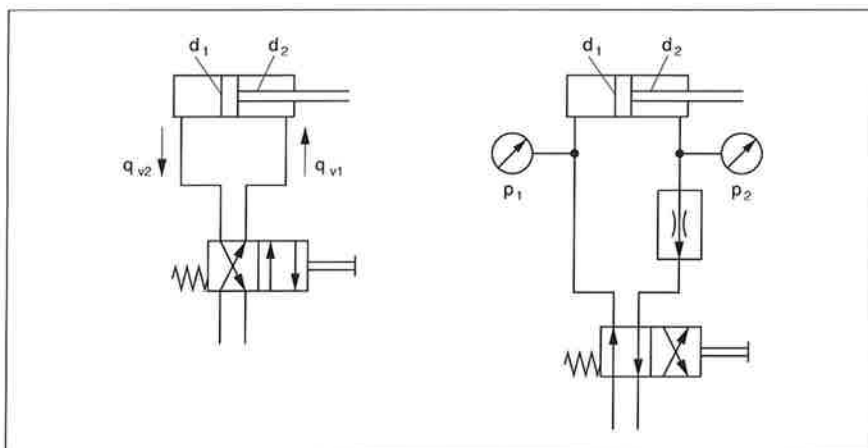
4 Trykktap i gjengede porter

Trykktapene i en rett ledning er alltid forholdsvis små. Den økte motstanden i gjenger og bøyninger medfører større trykktap. Vanligvis blir trykktapene i slike deler av det hydrauliske systemet utledet ved hjelp av diagrammer.



5 Forholdet mellom trykk og volumstrøm

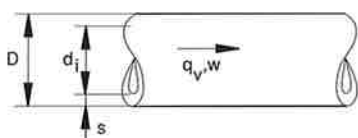
Ved valg av størrelse på rør og forbindelser er det ikke bare slike parametre som pumpas volumstrøm og arbeidstrykk som skal tas i betraktning. En må også tenke på forholdet mellom trykk og volumstrøm.



6 Rørledninger

De fleste heltrukne stålrør ifølge DIN 2391 brukes til faste forbindelser i ulike tilknytninger. Det aktuelle nivået for trykk, som avhenger av ytterdiameter og rørtykkelse, er definert i DIN 2445.

Det maksimale trykket som kan tilføres (beregnet trykk), vises sammen med det nominelle. Grunnlaget for beregning av dette er den varierende trykkbelastningen på 45 bar. Beregnet trykk bør ligge 2–3 ganger høyere enn nominelt trykk.



Ifølge DIN 2445 er
 $p_{\text{maks}} = p_{\text{nom}} + 45 \text{ bar}$

$p_{\text{nom}} = 100 \text{ bar}$ $p_{\text{maks}} = 145 \text{ bar}$		$p_{\text{nom}} = 160 \text{ bar}$ $p_{\text{maks}} = 205 \text{ bar}$		$p_{\text{nom}} = 250 \text{ bar}$ $p_{\text{maks}} = 295 \text{ bar}$		$p_{\text{nom}} = 320 \text{ bar}$ $p_{\text{maks}} = 365 \text{ bar}$		$p_{\text{nom}} = 400 \text{ bar}$ $p_{\text{maks}} = 445 \text{ bar}$	
D	s	D	s	D	s	D	s	D	s
6	1	6	1	6	1	6	1	6	1
8	1	8	1	8	1.5	8	1.5	8	2
10	1	10	1	10	1.5	10	1.5	10	2
12	1	12	1.5	12	2	12	2	12	2.5
16	1.5	16	1.5	16	2	16	2.5	16	3
20	1.5	20	2	20	2.5	20	3	20	4
25	2	25	2.5	25	3	25	4	25	5
30	2.5	30	3	30	4	30	5	30	6
38	3	38	4	38	5	38	6	38	8
50	4	50	5	50	6	50	8	50	10

In DIN 2445: $p_{\text{maks}} = p_{\text{nom}} + 45 \text{ bar}$

7 Rørforbindelser

7.1 Tilknytningsmetoder

Selve røret, eller endestykket på røret og rørforbindelsene er utstyrt med gjengede tilknytninger og flenser. Det finnes flere ulike konstruktive løsninger for disse oppgavene

- ① 24 gjenget anslutning med snittring ISO / DIS 8434 - 1

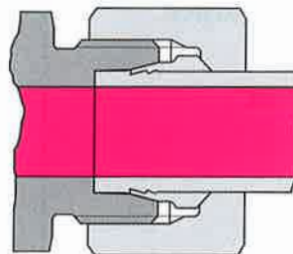
Dette er den mest brukte tilknytningen for middels store krav.

- ② 37 konisk armatur ISO / DIS 8434 - 2

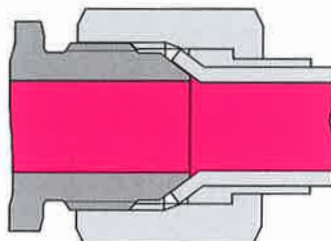
- ③ 90 gjenget armatur med O-ring ISO / DIS 8434 -3. Nipelen er sveiset på røret.

- ④ 24 gjenget armatur med tetningskonus ISO / DIS 8434 - 4. Nipelen er sveiset på røret.

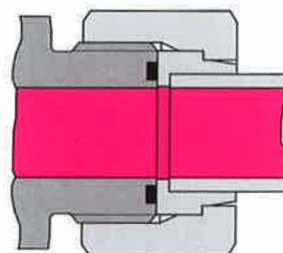
①



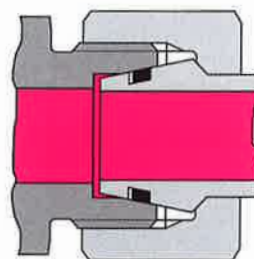
②



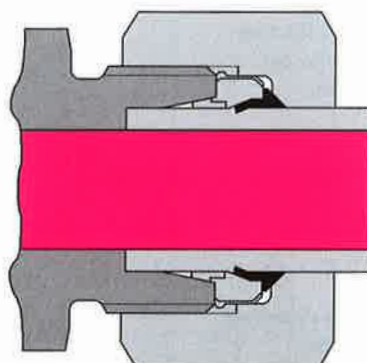
③



④



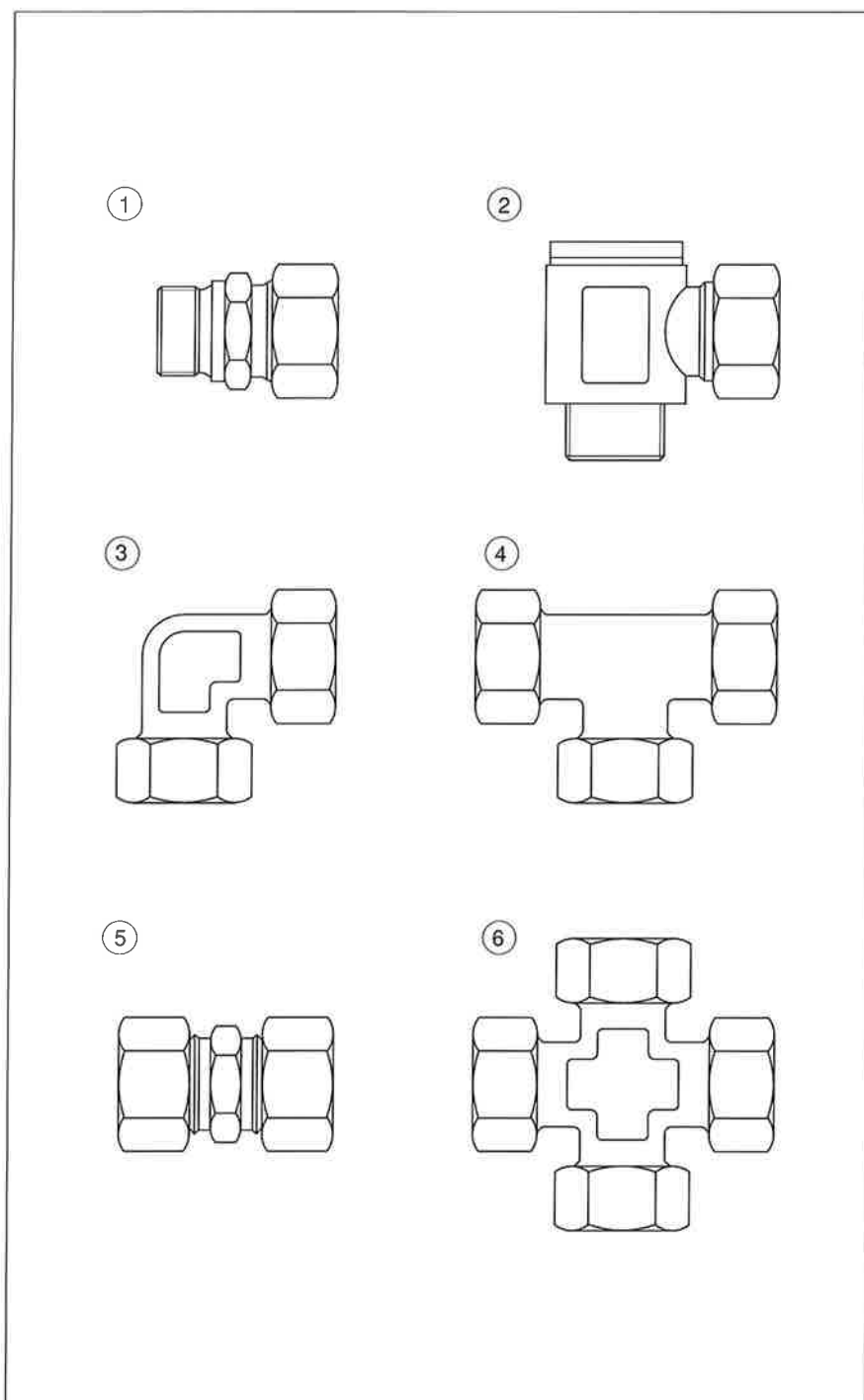
En mer avansert snittringtilknytning med pakningsring som er garantert fri for lekkasje.



7.2 Utførelsesvarianter

Det finnes ulike utførelser av armaturer for de forskjellige tilknytningene.

- ① Rett hannstuss
- ② Svingbar vinkelstuss
- ③ Vinkelstuss
- ④ T-stuss
- ⑤ Rett stuss
- ⑥ Kryss stuss



7.3 Trykk

Alle typer av gjengeforskrutninger kan tilbys i ulike størrelser. Forholdet mellom type, størrelse, rørdiameter og nominelt trykk er vist i tabellen.

LL er en meget lett utførelse
 L er en lett utførelse
 S er en kraftig utførelse

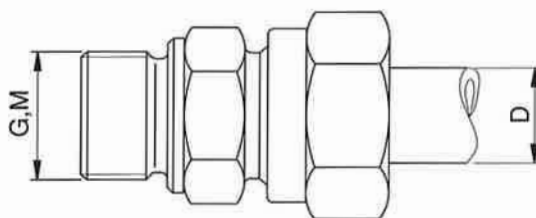
Type	Rør $\varnothing$	Nominelt trykk, bar
LL	4, 5, 6, 8	100
L	6, 8, 10, 12, 15	250
	18, 22	160
	28, 35, 42	100
S	6, 8, 10, 12	630
	16, 20, 25	400
	30, 38	250

7.4 Sammenhengen mellom gjenger og rørdiameter for gjenge-tilknytninger

Følgende er typiske gjengetilknytninger:

- Konisk (R) og sylindrisk (G) Whitworth-rørgjenge
- Metrisk fin sylindergjenge (M)
- NPT rørgjenge

Det er et bestemt forhold mellom rørdiameteren og gjengene på røret. Tabellen viser noen typiske verdier.

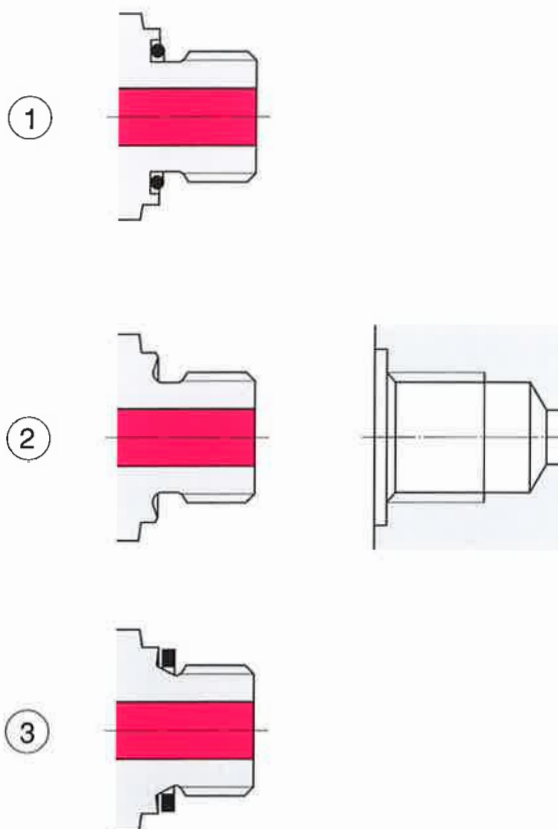


Rørdiameter	Størrelse	Typiske gjenger	
6	L S	G 1/8	M 12 x 1.5
8	L S	G 1/4	M 14 x 1.5
10	L S	G 1/4	M 16 x 1.5
12	L S	G 3/8	M 18 x 1.5
14	S	G 1/2	M 20 x 1.5
15	L –	G 1/2	M 22 x 1.5
16	S	G 1/2	M 22 x 1.5
18	L –	G 3/4	M 22 x 1.5
20	S	G 3/4	M 27 x 2
22	L –	G 3/4	M 26 x 1.5
25	S	G 1	M 33 x 2
28	L –	G 1	M 33 x 2
30	– S	G 1 1/4	M 42 x 2
35	L –	G 1 1/4	M 42 x 2
38	– S	G 1 1/2	M 48 x 2

7.5 Pakninger

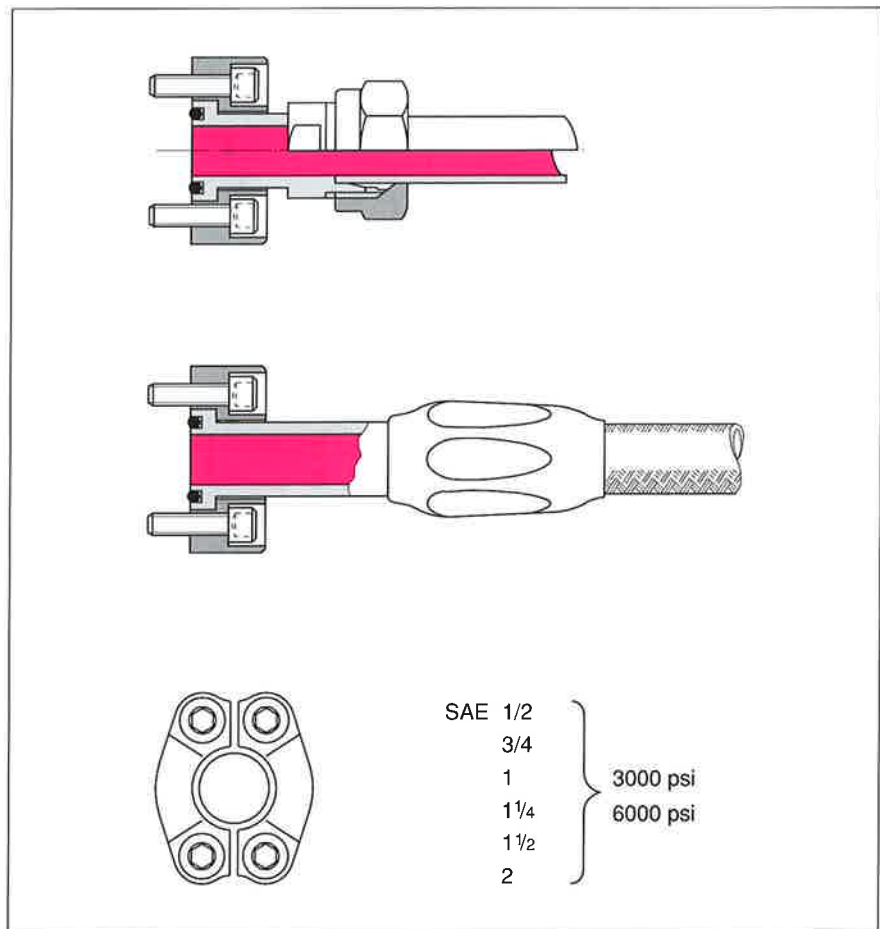
Tilknytninger med sylindergjenger bruker følgende pakninger ifølge DIN 3852:

- ① O-ring
- ② Pakningskant
- ③ Pakningsbrikke



8 Flenstilknytninger

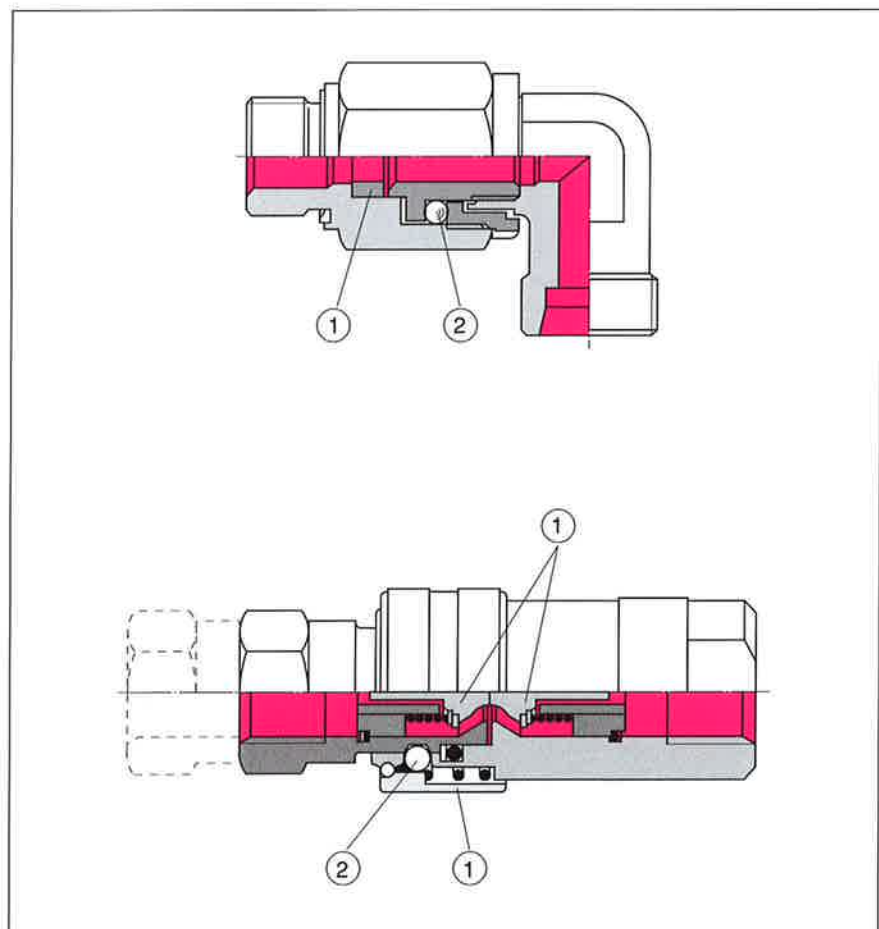
I høytrykkspumper brukes flenstilknytninger og gjengede porter. Særlig SAE standardflens er benyttet i stor utstrekning. Forbindelsen mellom flens og rør kan være sveiset eller skrudd på. Slanges forbindes til flens ved hjelp av en nippel.



9 Dreieforbindelse

Dreieforbindelser brukes som tilknytning mellom stasjonære og roterende konstruksjoner.

- ① Pakning
- ② Kulelager



10 Hurtigkoblere

Slanges med hurtigkoblere brukes ved behov for rask tilknytning og oppsett av visse enheter og sammenstillinger.

- ① Tetningskonus
- ② Kulelager
- ③ Nippel

11 Slanger

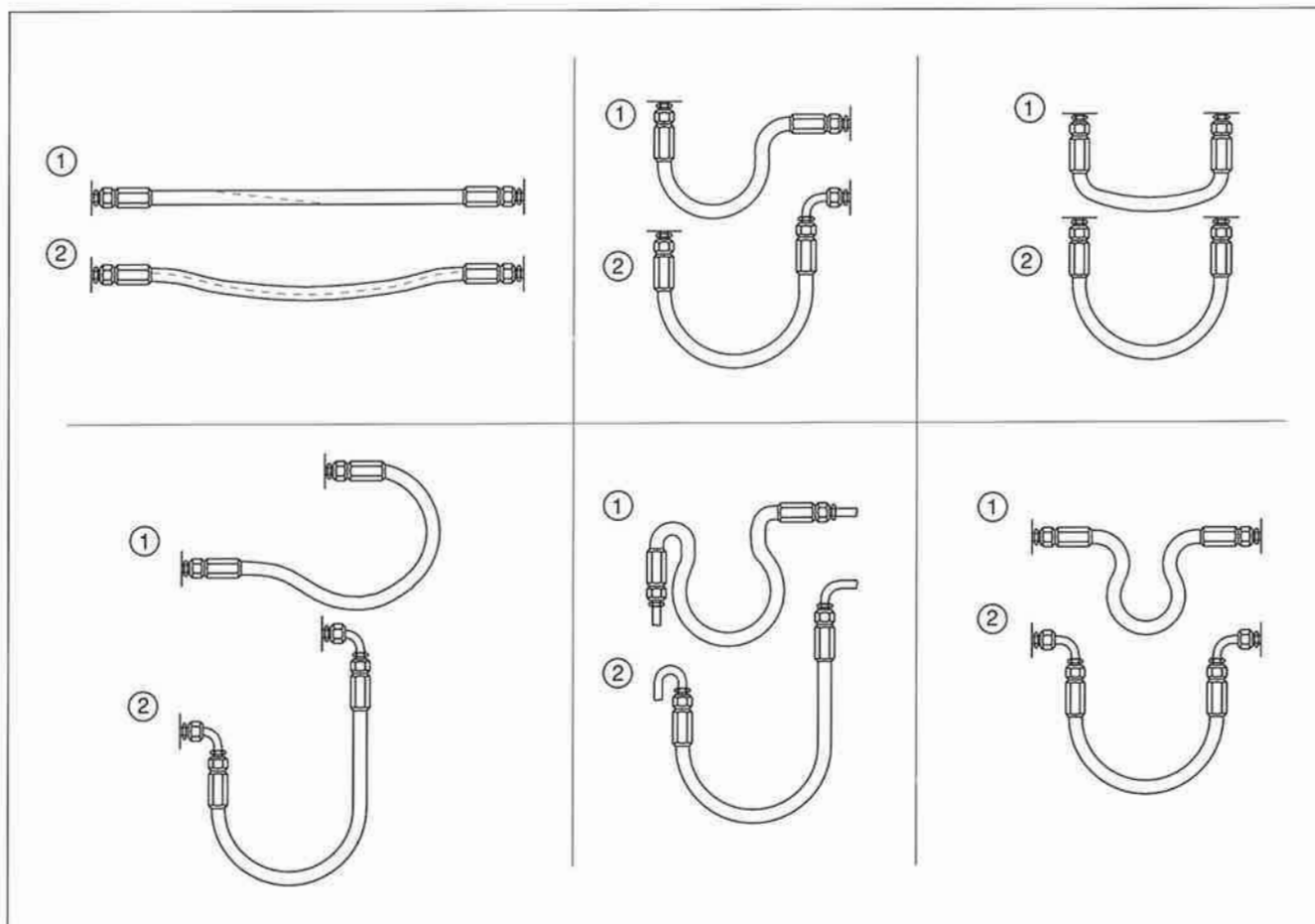
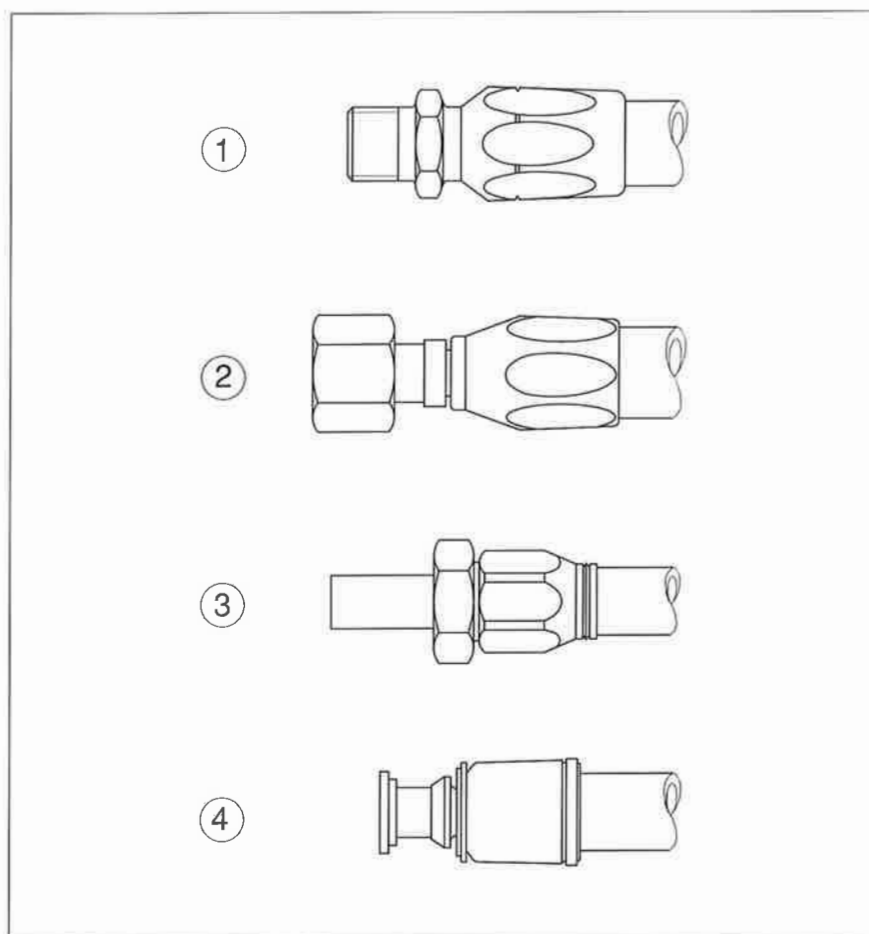
Slanger brukes til å forbinde hydrauliske komponenter som beveger seg i forhold til hverandre, eller i tilfeller der montasjeforholdene er så vanskelige at slanger er den eneste praktiske løsning. Slanger virker også støtdempende og støydempende.

For å danne forbindelse med systemet blir enden av slangene forsynt med ulike armaturer. Disse armaturene monteres av fabrikanten eller av brukeren ved hjelp av spesialverktøy.

- ① Utvendige gjenger
- ② Overfallsmutter
- ③ Rørstuss
- ④ Nippel for flens

Grunnleggende regler for montering av slangeledninger

- ① = Galt
- ② = Riktig

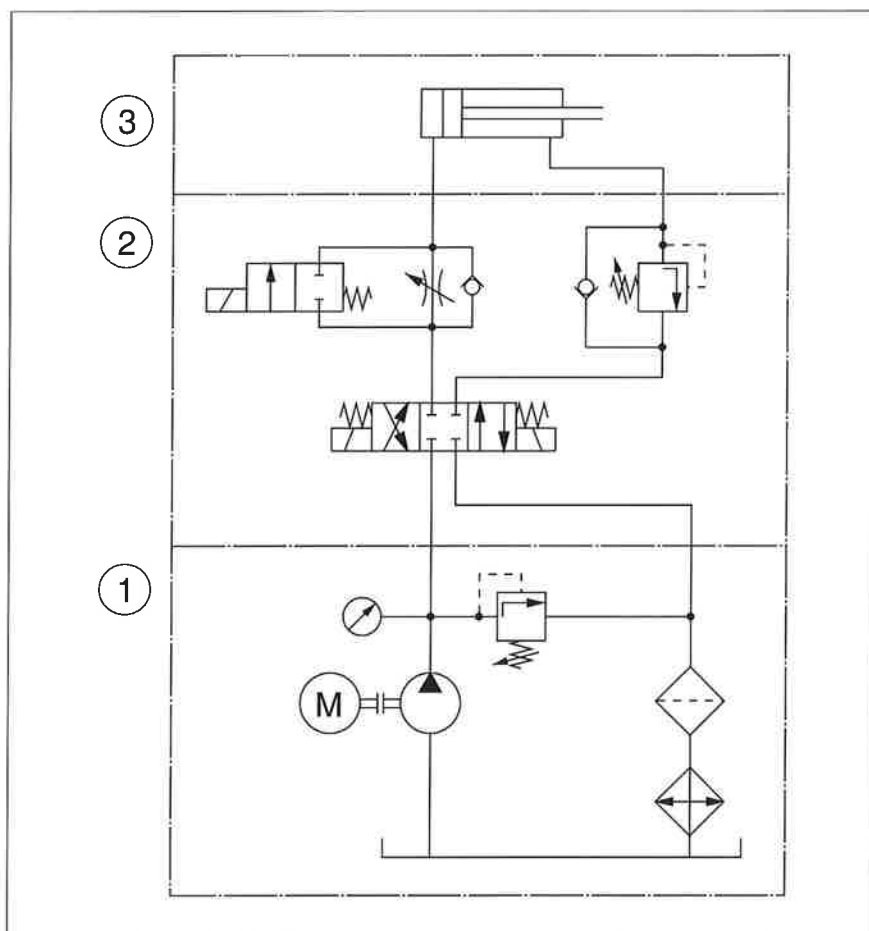


Driveaggregater og systemer

Ethvert hydraulisk system kan deles opp i følgende hoveddeler:

- ① **Drivaggregat**
Her skjer energiomsetningen. Drivaggregatet består i hovedsaken av pumpe, drivmotoren og oljetanken. Ofte finner vi også hjelpeutrustning, for eksempel trykkbegrensningsventiler, filtre, kjølere osv.
- ② **Styresystem**
Viktige komponenter her er ventilene og deres forbindelser med hverandre.
- ③ **Laster og forbrukere**
Disse utgjøres som regel av hydrauliske sylindere eller hydrauliske motorer som omformer den hydrauliske energien tilbake til mekanisk arbeid.

Mens lastene og forbrukerne, dvs. sylindere og hydrauliske motorer, normalt er integrert i maskinen og følger dens bevegelser, kan drivaggregatets og styresystemets komponenter installeres et annet sted. Det er imidlertid mest praktisk å integrere hele det hydrauliske systemet i maskinen. Illustrasjonen viser et typisk eksempel.

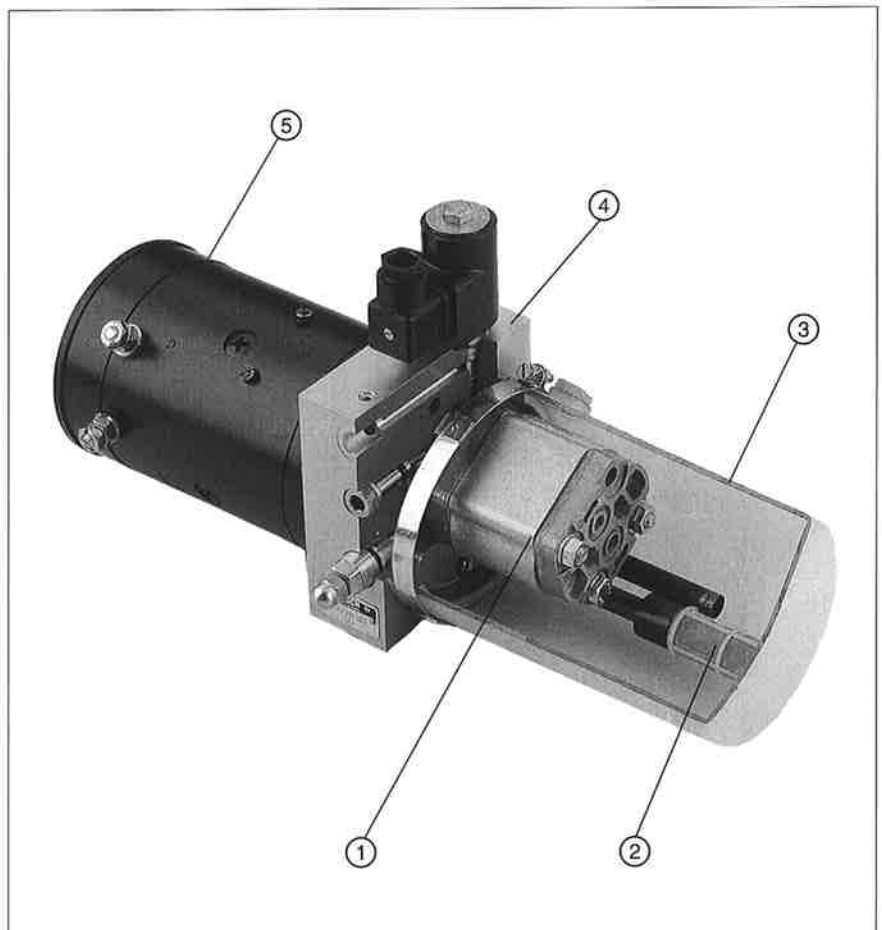


En liten enhet med oljetank i lettmetall. Pumpa og den elektriske motoren er montert vertikalt. Pumpa befinner seg under oljenivået. Filtret, trykkbegrensningsventilen og manometeret er integrert i enheten.

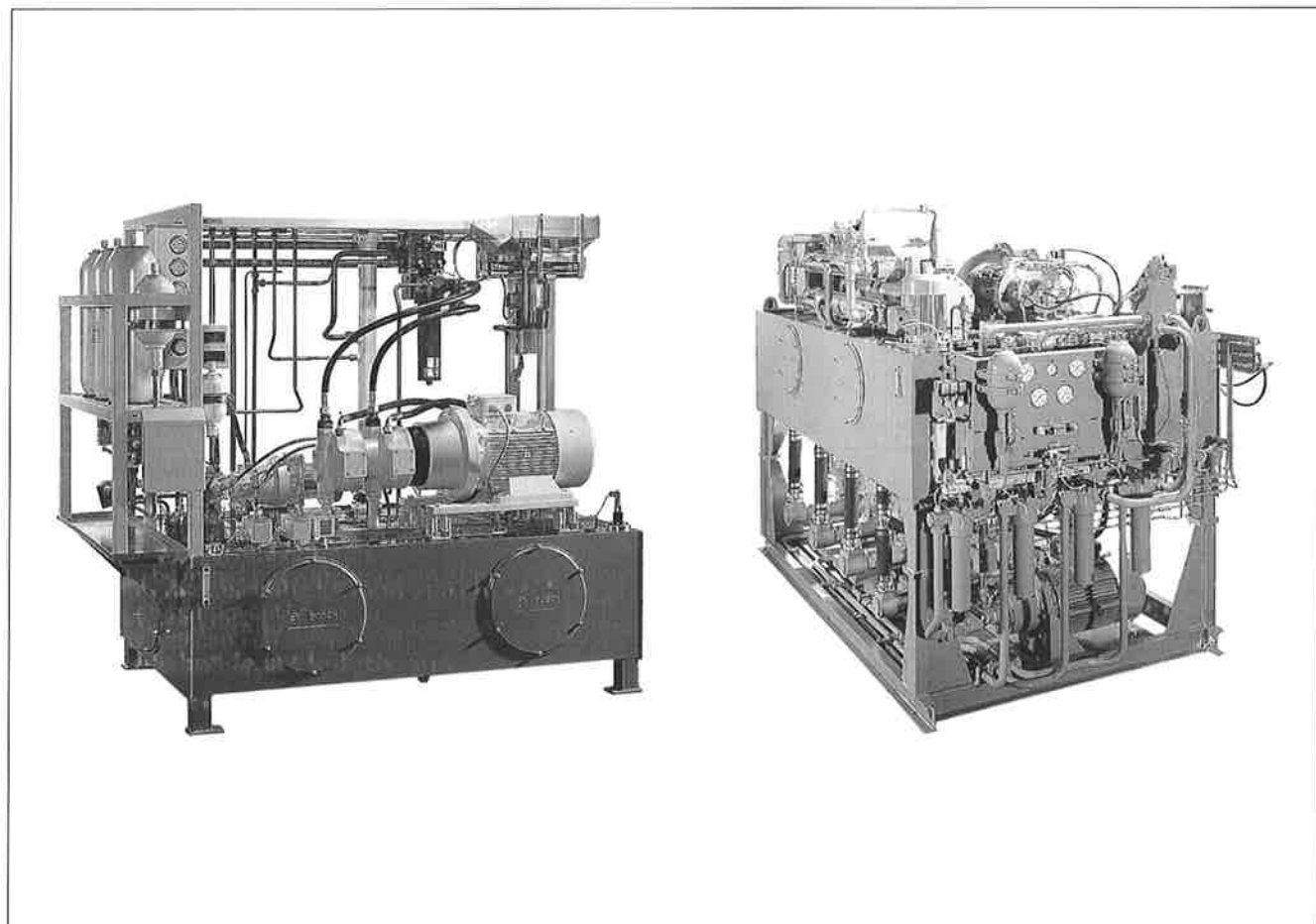
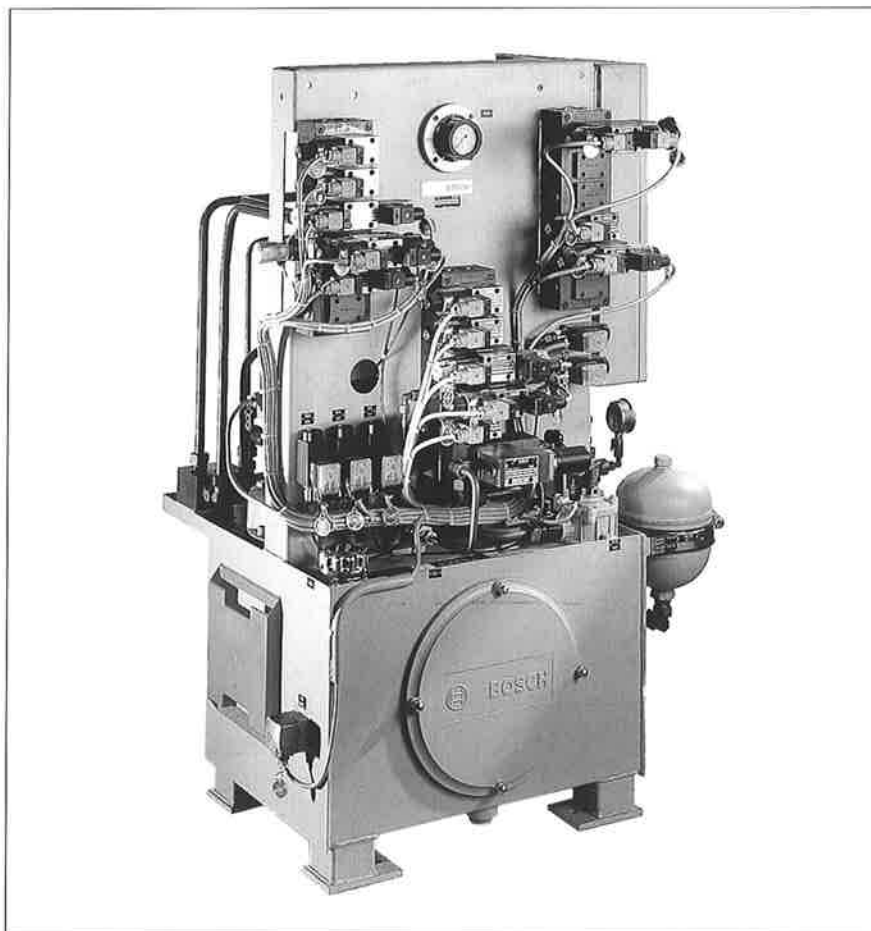


Drivaggregater med likestrømsmotor for mobile oppgaver.

- ① Tannhjulspumpe
- ② Sugeledningsfilter
- ③ Oljetank
- ④ Ventilblokk
- ⑤ Elektrisk motor

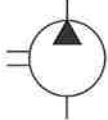
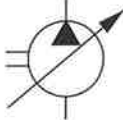
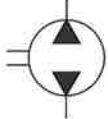
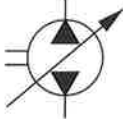
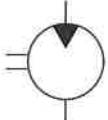
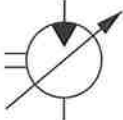
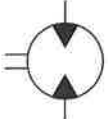
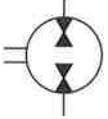
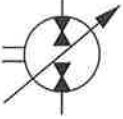
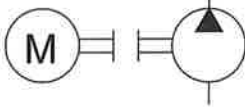
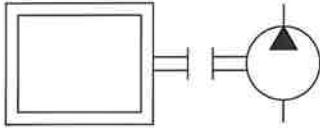


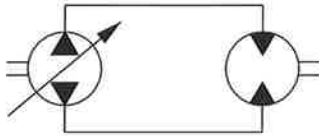
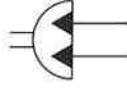
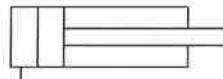
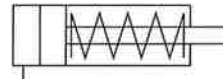
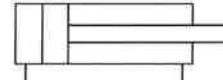
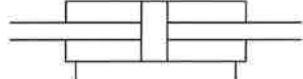
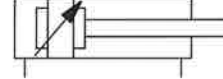
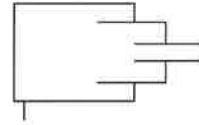
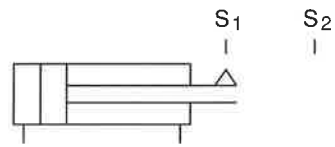
Hydrauliske enheter, ståltank
63-1250 l



Symboler i følge DIN-ISO 1219 eller 1219-1

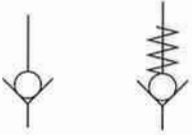
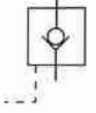
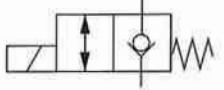
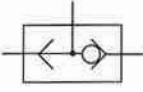
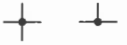
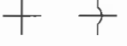
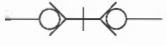
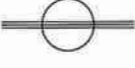
Ved tegning av hydrauliske koplings-skjemaer må det benyttes standardiserte symboler. I Tyskland gjelder DIN-ISO 1219 (1978). Internasjonalt gjelder ISO 1219-1 (1991). Forskjellen mellom de to standardene er ubetydelig. Det kan om kort tid ventes en ny revisjon og oversikt. De viktigste symbolene vises på de følgende sidene.

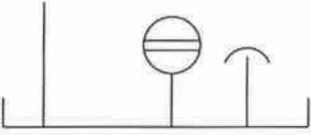
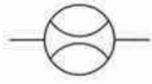
Betegnelse	Forklaring	Symbol	
Pumpe – Med én flytretning – Med to flytretninger (reversibel)	Omforming av mekanisk energi til hydraulisk energi	Fortrengningsvolum Fast 	Regulerbart 
			
Hydraulisk motor – Med én flytretning – Med to flytretninger	Omforming av hydraulisk energi til mekanisk energi i form av rotasjon		
			
Pumpe/motor	Enheter som kan arbeide både som pumpe og motor		
Pumpedrev	med elektrisk motor		
	med forbrenningsmotor		

Betegnelse	Forklaring	Symbol
Hydrostatisk transmisjon	Dreiemomentomformer med regulerbar pumpe og hydraulisk motor	Forenklet framstilling, uten hjelpeutrustning 
Oscillerende motor	Rotasjon mindre enn 360	
Sylinder – Enkeltvirkende – Enkeltvirkende med returfjær – Dobbeltvirkende differensialsylinder – Dobbeltvirkende sylinder med stempelstang i begge sider – Sylinder med demping i endestillingen – Justerbar demping i begge ender – Teleskopsylinder – Sylinder med endekontakter	Omforming av hydraulisk energi til mekanisk energi i form av lineær bevegelse Med ulike stempelarealer To like stempelarealer	       

Betegnelse	Forklaring	Symbol
Retningsventiler med struping Dette er ventiler med gradvis overgang mellom sjaltestillingene og med regulerbar struping. De vises ved parallelle linjer i symbolets lengderetning. – Søkeventil med anker drevet mot en returfjær – Elektromagnetisk styrt proporsjonalventil – Elektrohydraulisk servoventil med posisjonsstyring av sleiden		
Trykkventiler Dette er ventiler som påvirker trykket. De vises som et enkelt kvadrat med en pil. Strupetverrsnittet kan varieres kontinuerlig. – Trykkbegrensningsventil, direktestyrt – Trykkbegrensningsventil, forstyrt – Trykkreduksjonsventil, direktestyrt – Trykkreduksjonsventil, forstyrt – Treveis trykkreduksjonsventil, direktestyrt		DIN-ISO 1219 ISO 1219-1

Betegnelse	Forklaring	Symbol
– Rekkefølgeventil, forstyrt med eksternt signal – Trykkbryter	Sjaltes når innstilt trykk er nådd, hydraulisk tilknytning Sjaltes når forut innstilt trykk er nådd, elektrisk kontakt	DIN-ISO 1219 ISO 1219-1
Volumstrømsventiler Dette er ventiler som påvirker volumstrømmen. De vises med en innsnevring av ledningstverrsnittet.		
– Struping	Kort strupingssegment	
– Strupeventil, justérbar eller fast struping	Volumstrøm avhenger av trykkfallet	
– Strupeventil med tilbakeslagsventil		
– Volumstrømsregulator, toveis	Volumstrøm uavhengig av trykkfallet	
	Med omløps - tilbakeslagsventil	
– Volumstrømsregulator, treveis	Overskytende volumstrøm ledes gjennom tredje port	
– Strømdeler	Oppdeling av strømmen i et fast forhold, avhengig av lasten	

Betegnelse	Forklaring	Symbol
Tilbakeslagsventiler Ventilenes stengetrykk og flytretning énveis		
– Tilbakeslagsventiler	Med eller uten stengefjær	
– Tilbakeslagsventiler, forstyrt	Åpner i sperreretningen når det er trykk på styreinne løpet	
– Seteventiler med magnetpole	Åpner i sperreretningen med magnetpole	
– Vekselventiler	Utfører en logisk "ELLER" funksjon	
Energitransmisjon og tilbehør		
– Ledninger	Hovedledninger	
	Styre- og dreneringsledninger	
	Fleksible forbindelser - slanger	
– Ledninger, sammenkoplet		
– Ledninger, kryssende uten sammenkopling		
– Utluftning		
– Hurtigkopling		
– Dreiekopling		

Betegnelse	Forklaring	Symbol
Oljetank, måleinstrumenter osv.		
– Tank med rørledning, oljestandsviser og utluftning		
– Hydraulisk akkumulator		
– Filter		
– Kjøler		
– Varmeelement		
– Manometer		
– Strømningsmåler		

Grunnleggende koplingsskjemaer, eksempler

1 Koplingsskjemaet

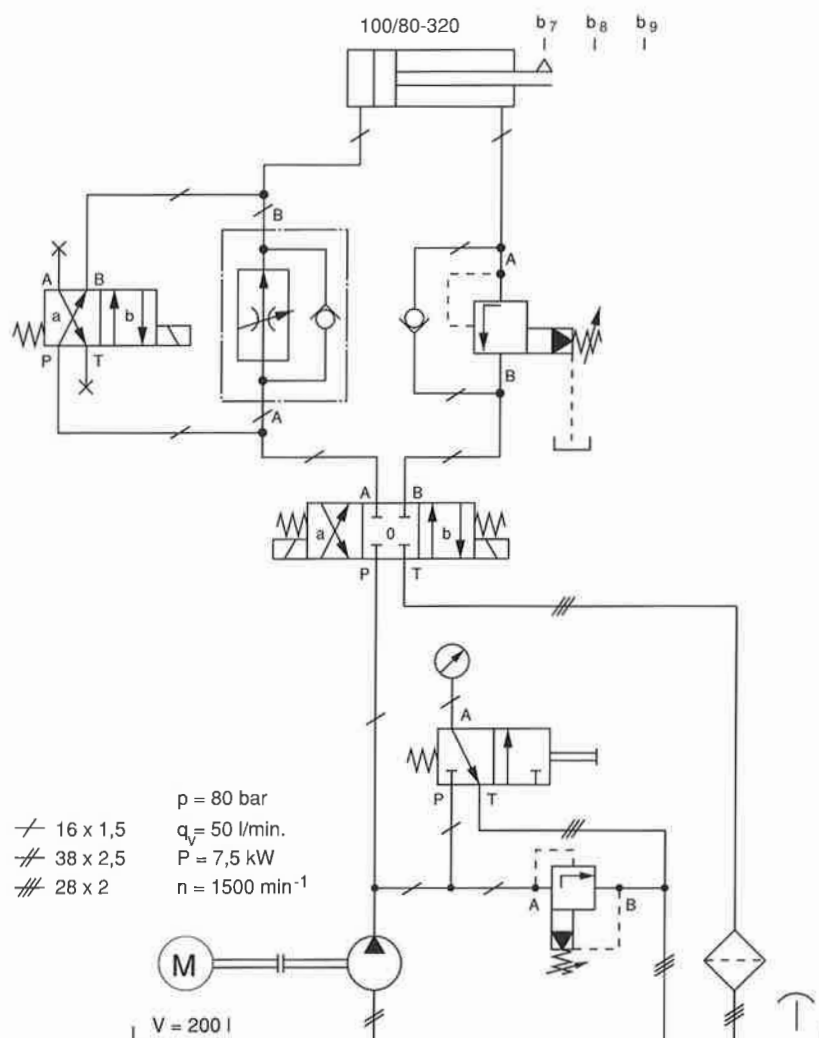
Koplingsskjemaet utgjør den tekniske presentasjonen av et styringsanlegg eller et drivaggregat. Dette gjøres med grafiske symboler i samsvar med standarden DIN - ISO 1219.

For å presentere et oversiktlig kretsløp må koplingsskjemaer tegnes uten å ta hensyn til den virkelige plasseringen av komponentene i anlegget. Dessuten må det tegnes fra bunnen mot toppen og i samsvar med retningen til energiens bevegelse.

Så vidt mulig bør styreventiler tegnes horisontalt, og ledninger må tegnes med rette linjer uten å krysse hverandre.

Ventiler med et antall ulike sjaltestillinger må tegnes i **nullstillingen** (utgangsstillingen), det vil si den stillingen som ventilens bevegelige deler inntar når det ikke tilføres strøm eller trykk, eller den stillingen ventilen står i når den ikke er aktivert. Om nødvendig kan utgangsstillingen vises i samsvar med startforholdene.

For kombinerte elektrohydrauliske systemer skal det tegnes separate koplingsskjemaer for den elektriske og for den hydrauliske styringen. Signalelementer, for eksempel grensebrytere eller trykkbrytere, og magnetpoler, skal vises i begge skjemaene. Samspillet mellom de to systemene vises i et funksjonsdiagram.



Det hydrauliske koplingsskjemaet kan suppleres med data om pumper, sylindere, hydrauliske motorer, trykkinnstillinger, tidsangivelser, ledningsdimensjoner, turtall osv.

2 Trykkgrensning

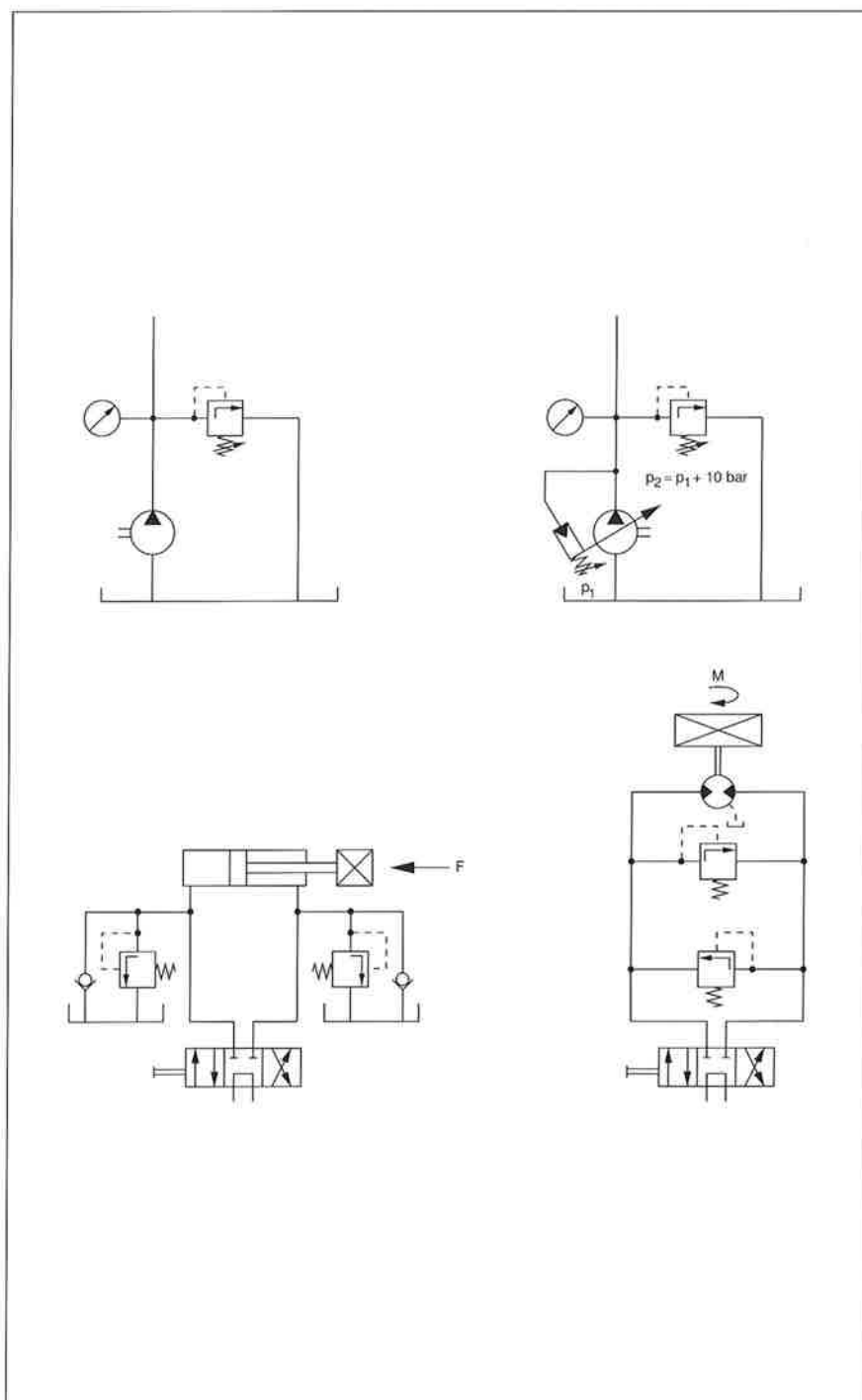
For å beskytte de enkelte komponentene og ledninger mot ekstreme trykk, og for å forhindre at de overbelastes og ødelegges, er det nødvendig å begrense trykket i alle hydrauliske installasjoner. Det benyttes trykkventiler til dette formålet. De monteres rett etter pumpa. Et manometer monteres i mateledningen for å vise det aktuelle arbeidstrykket. Det oppstår maksimalt trykk bare når lasten når sin grenseverdi, for eksempel når en sylinder kommer til endestillingen.

Hvis man i stedet for pumpa med konstant kapasitet monterer en regulerbar pumpe og trykkregulator, må systemet dessuten sikres med en trykkgrensingsventil. Denne ventilen vil vanligvis ikke reagere, fordi den er innstilt til et trykk som ligger vesentlig over det som er innstilt på trykkregulatoren.

Ved oppbremsing av store masser på grunn av en plutselig avstengning i en styreventil vil det oppstå trykk i ledningene til lasten. Disse er ikke sikret med trykkgrensingsventilen som er montert i nærheten av pumpa. Det samme gjelder for trykksjokk ved sylindren når retningsventilen stenges.

Det kan under visse omstendigheter bli nødvendig å sette inn ytterligere trykkgrensingsventiler i ledningen til lasten for å sikre mot overbelastning. De kan dreneres til tanken eller til motstående ledning.

Oljetap kan kompenseres med en etterfyllingsventil.



3 Avlastning av pumpe

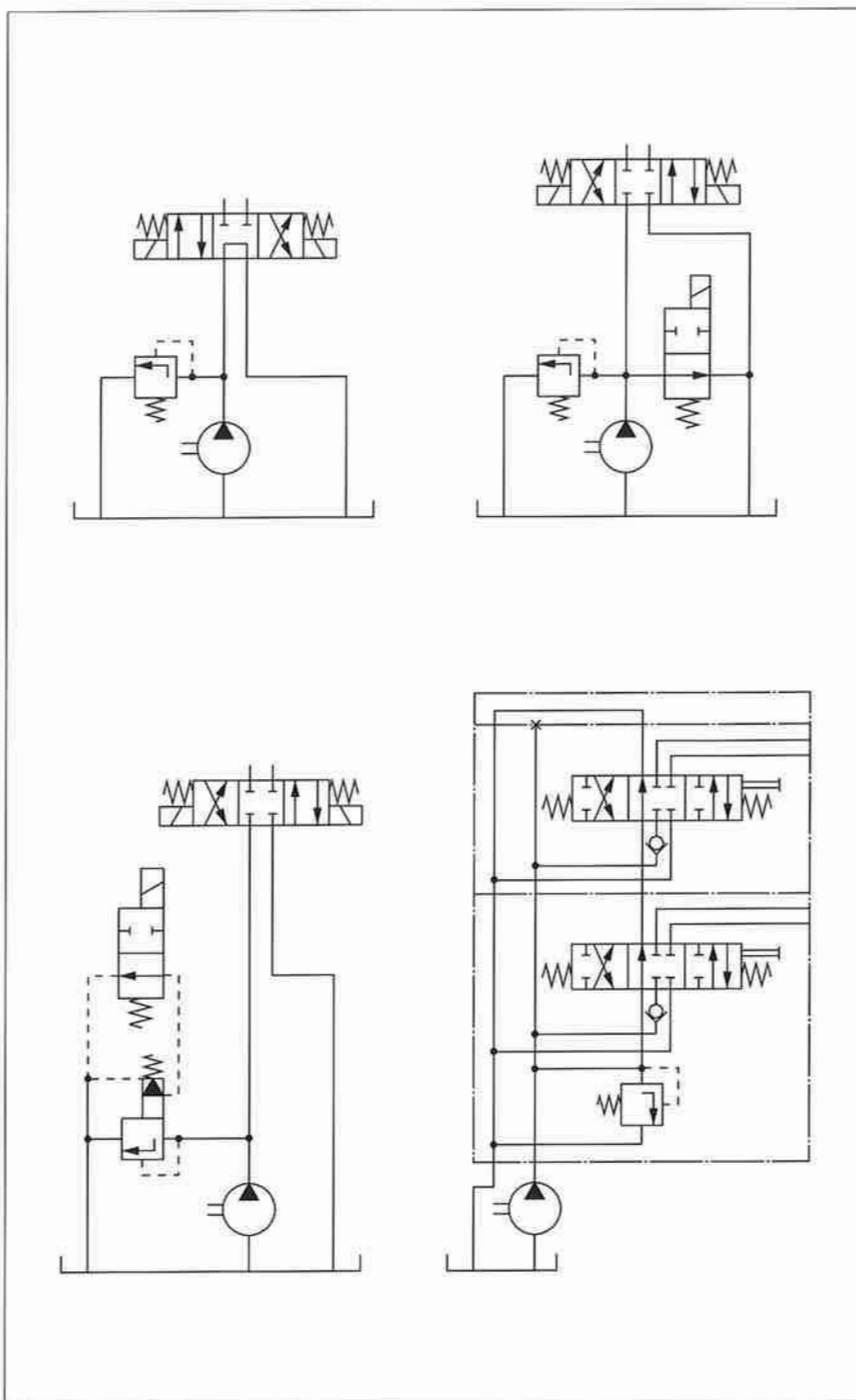
Hvis lasten ikke trenger noe trykkolje, må matestrømmen dirigeres tilbake til tanken eller eventuelt må matestrømmen stoppes helt. Hvis oljen ledes bort under trykk gjennom trykkbegrensningsventilen, vil det bety at driveffekten omsettes til varmetap, altså sløsing med energi.

Det vil bare lønne seg å slå pumpas drivaggregat helt av hvis maskinen skal stoppes for en lengre periode. Da bør man huske at installasjonen, under visse betingelser, ikke straks er driftsklar neste gang den slås på. Det kan for eksempel tenkes at oljetemperaturen er sunket for mye, eller det kan være at pumpa bare kan startes hvis det ikke er trykk i systemet. Hvis driftspausene er relativt korte, anbefales det derfor at pumpens drivaggregat kjører og at tapene unngås på denne måten.

3.1 Nøytralsirkulasjon

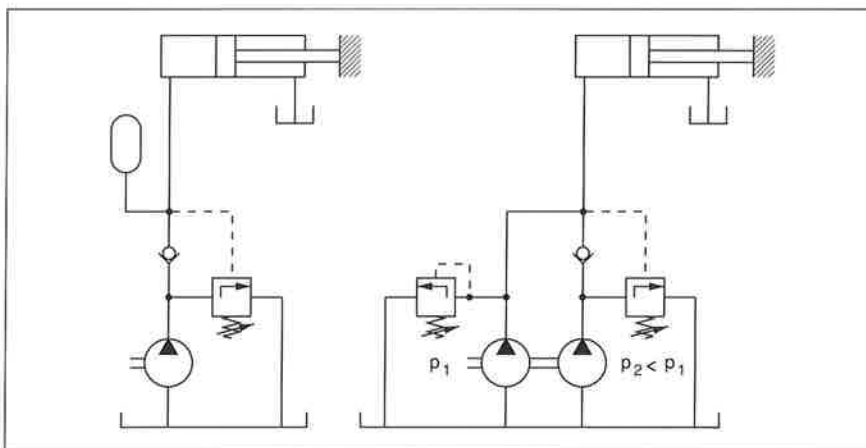
Volumstrømmen fra en pumpe med fast kapasitet ledes bort til tanken uten trykk (eller i hvert fall ved minimalt trykk). Det blir et ubetydelig tap av energi på grunn av den resterende friksjonen som oljestrømmen forårsaker. Nøytralsirkulasjon kan oppnås slik:

- Ved hjelp av en forbindelse mellom P og T i retningsventilen som styrer flytretningen
- Ved hjelp av en retningsventil som installeres spesielt for dette formålet
- Ved å bruke en liten retningsventil til å åpne en forstyrt trykkbegrensningsventil
- Ved nøytralsirkulasjon gjennom en retningsventilsentral (mobile anvendelser).



Felles for alle disse foreslåtte løsningene er at systemtrykket forsvinner så snart pumpa sjaltes om til nøytralsirkulasjon. Hvis trykket likevel må opprettholdes, for eksempel ved arbeid med innspenning, kan følgende metode benyttes::

- Trykket holdes konstant ved hjelp av en akkumulator
- Hovedpumpa avlastes av en stengeventil og trykket holdes oppe av en liten hjelpepumpe

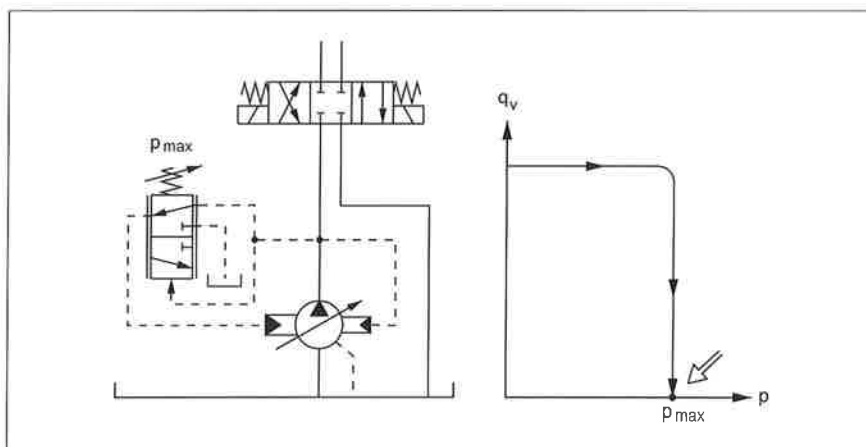


3.2 Regulerbare pumper med trykkregulator

Den regulérbare pumpen strupes tilbake, det vil si at den slutter å levere så snart trykkledningen stenges og det trykket som er innstilt på trykkregulatoren, er nådd.

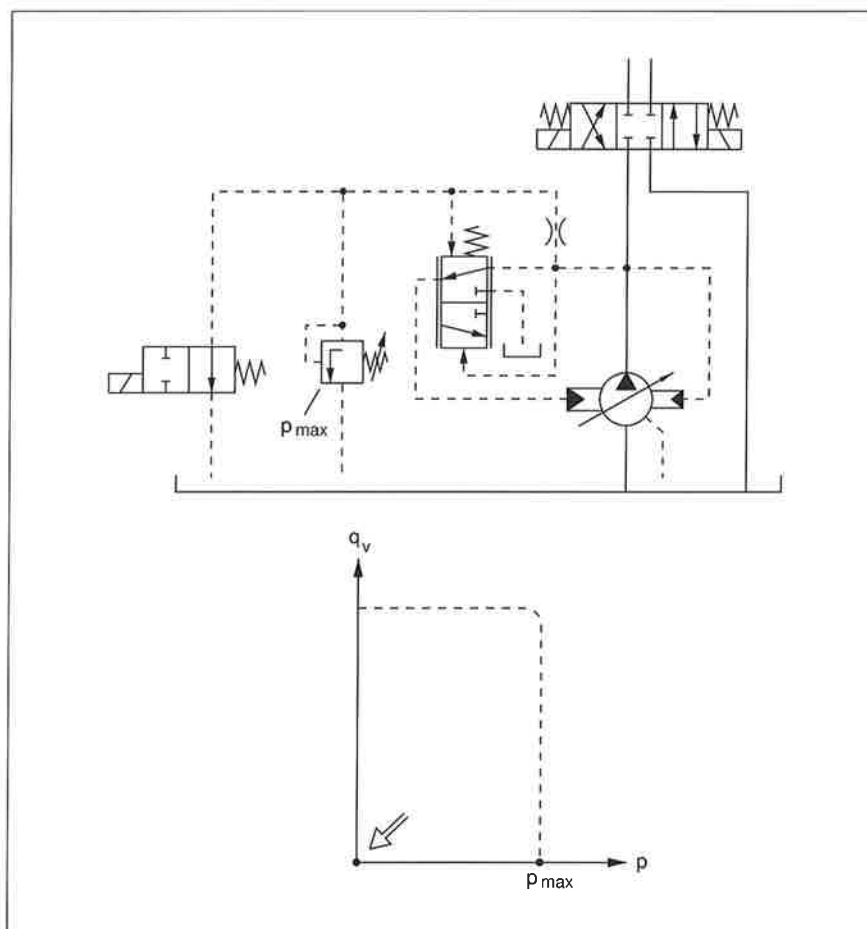
Fordel: Trykket holdes konstant.

Ulempe: Trykktapene i pumpa gjør det nødvendig hele tiden å kompensere for tap på grunn av virkningsgrad i selve pumpa mens den arbeider.



3.3 Avlastning av trykkstyringen

Hvis det ikke er nødvendig å opprettholde trykket, kan de forstyrte trykkregulatorene slås av. Dermed er det mulig å redusere pumpas effekttap ytterligere. I et slikt tilfelle, der det verken er trykk eller volumstrøm, må det tas hensyn til pumpas driftsforhold (f.eks. oppvarming av pumpehuset). Denne metoden benyttes også for lettere å kunne starte en elektrisk motor.



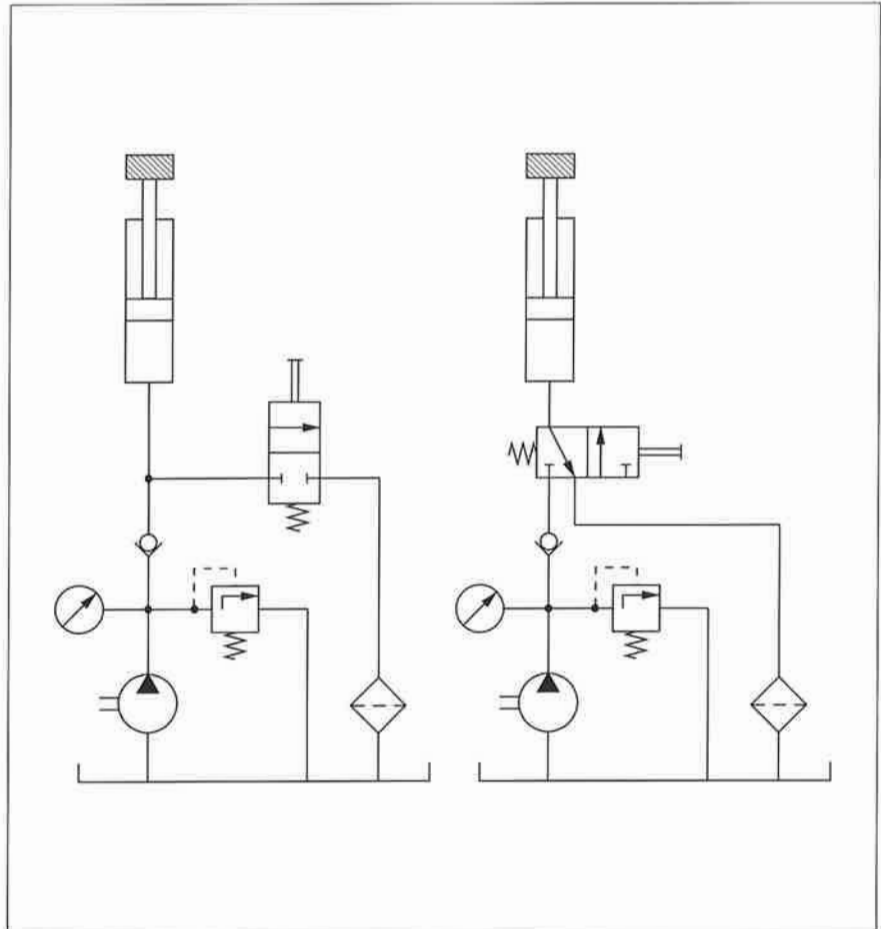
4 Bruk av retningsventiler

Retningsventiler blir vanligvis brukt til å styre bevegelsesretningen og til start og stopp av en sylinder eller en hydraulisk motor.

I det følgende behandler vi en del slike grunnleggende kretsløp.

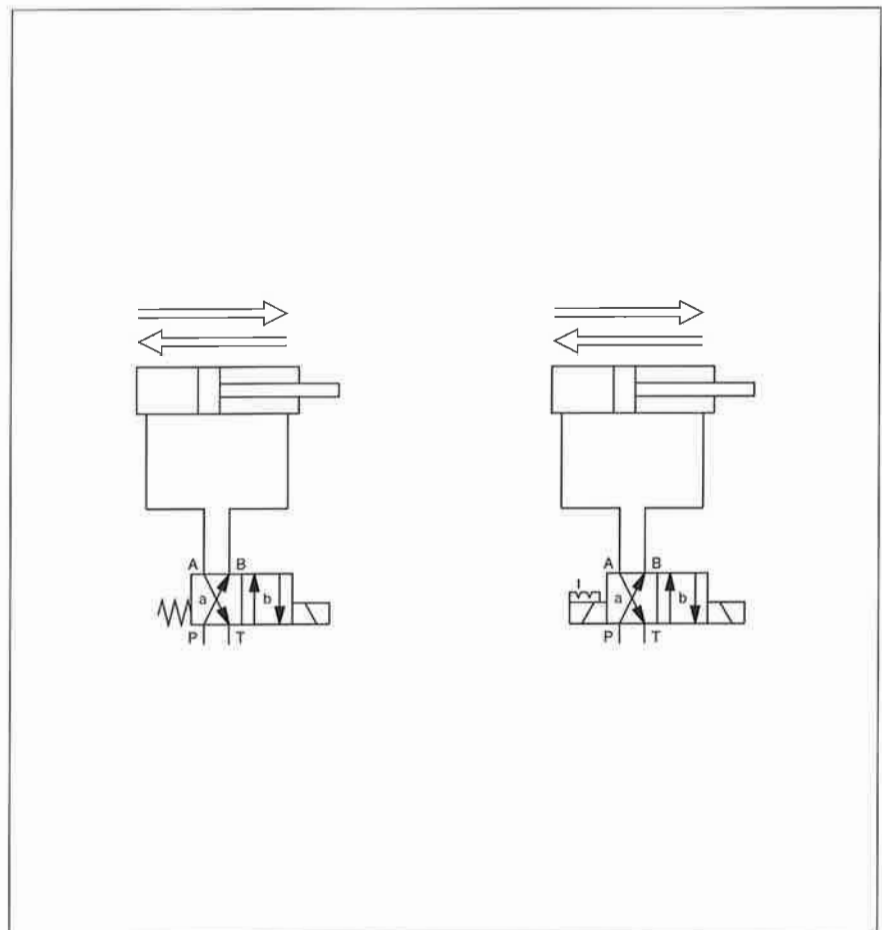
4.1 Enkeltvirkende sylinder

- “Opp”-og “ned”-styring av en belastet sylinder. Her brukes det en 2/2 retningsventil sammen med en tilbakeslagsventil. “Stopp” er bare mulig i en mellomstilling hvis pumpen er slått av.
- “Opp” og “ned”- styring av en belastet sylinder ved hjelp av en 3/2 retningsventil.



4.2 Dobbeltvirkende sylinder uten mellomstopp

- Dette skjer ved hjelp av en elektrisk drevet 4/2 retningsventil med fjærretur. Sylinderens stempel går tilbake til utgangsstillingen når det ikke tilføres elektrisk effekt til magnetpolen og den ikke er aktivert (feil i strømforsyningen).
- Det kan også skje ved hjelp av en elektrisk drevet 4/2 retningsventil med to magnetpoler og raster. Sylinderens stempelslag blir alltid fullført, også om magnetpolen ikke er aktivert. Brukes til innspenningsfunksjoner.



4.3 Dobbeltvirkende sylinder med mellomstopp

Styring skjer ved hjelp av en elektrisk styrt 4/3 retningsventil med mulighet for ulike mellomstillinger.

- ① Sylinderens stempel er fast og kan ikke beveges av ytre krefter. Nøytral pumpe-sirkulasjon.

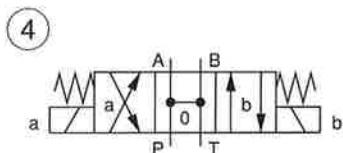
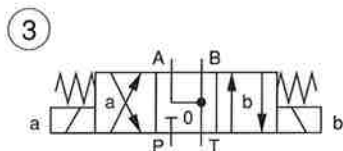
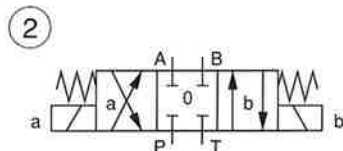
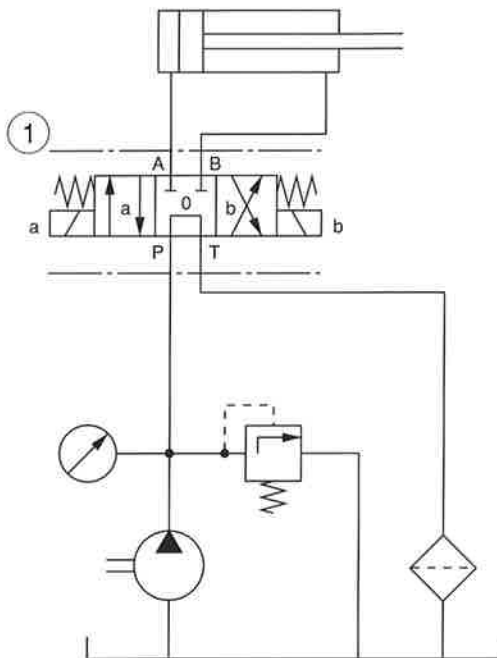
Merk: Det er ikke mulig å holde stempelstanga helt fast i én stilling på grunn av lekkasje.

- ② Samtlige porter stengt.

Merk: Lekkasje fra P til A og B fører til trykkstigning inne i sylinderen. Fordi arealet av de to stempelflataene er ulike, kan de forskjellige kreftene være årsak til en forskyvning.

- ③ Det er ikke trykk og sylinderportene er åpne mot tanken. Sylinderens stempel kan beveges fritt og påvirkes av ytre krefter.

- ④ Alle portene er forbundet med hverandre. Sylinderens stempel kan beveges fritt og sirkulasjonen er nøytral. Mottrykk kan muligens øke sylindervolumet og forskyve stemplet.



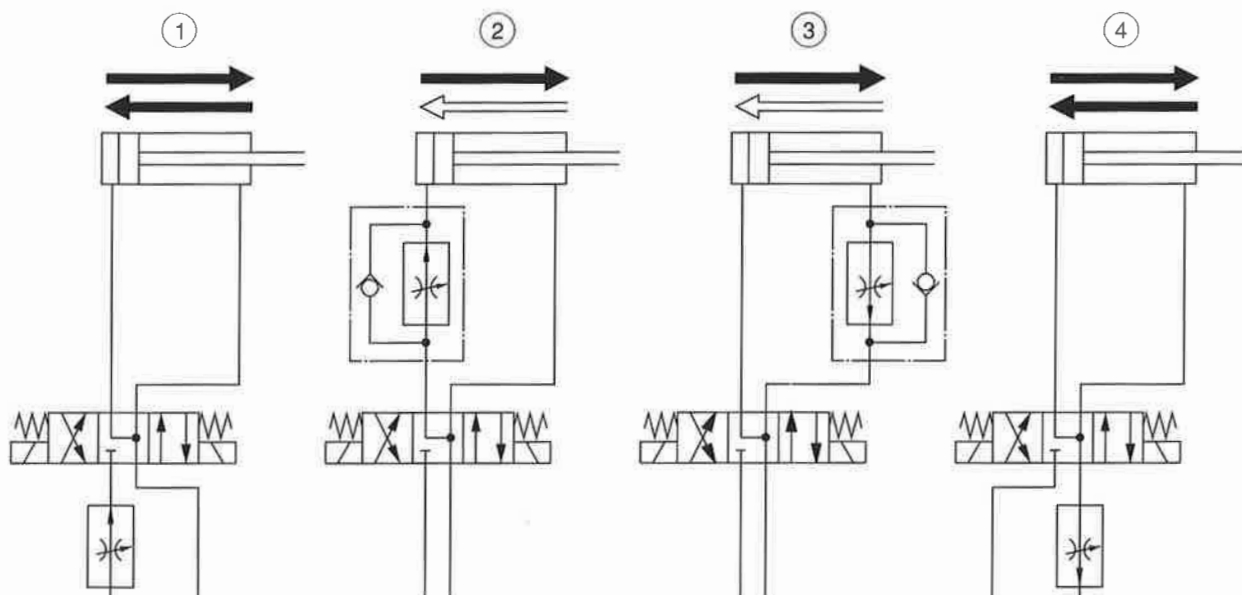
5 Styring av hastighet

Hastigheten av en sylinder eller hydraulisk motor kan reguleres ved hjelp av en endring av pumpas volumstrøm. Det kan skje ved å strupe strømmingen. Bruk av **strupeventiler** og **struping** til regulering av hastighet avhenger av lasten. Hvis det er behov for konstant hastighet, uavhengig av lasten, må det brukes **volumstrømsventiler**.

Strupeventiler og strupinger påvirker væskens strømning i begge retninger, bortsett fra kretsløp med parallell-koplet tilbakeslagsventil. Regulerbar struping påvirker bare strømningen i den ene retningen.

5.1 Plassering av volumstrømsventiler i hydrauliske systemer

Figuren viser fire grunnleggende arrangementer for volumstrømsventiler. I ① og ② er volumstrømsventilen plassert på sugesiden (primærstyring). I ③ og ④ er den på trykksiden (sekundærstyring). Hvis volumstrømsventilen plasseres i en av ledningene mellom sylindren og retningsventilen ② og ③, blir hastigheten bare regulert i den ene retningen. Hvis den plasseres før eller etter retningsventilen ① og ④, blir hastigheten regulert i begge retninger. Her må det tas hensyn til forskjellen i arealene på de to sidene av stemplet. Dessuten er nøyaktigheten av denne reguleringen påvirket av lekkasje i retningsventilen og av de relativt store kompresjonsvolumene. Løsningen ④ anbefales ikke. Ellers kan retningsventilens port T vanligvis ikke belastes med systemets arbeidstrykk.



5.2 Fordeler og ulemper ved primærstyring

Koplingsskjemaet til høyre viser volumstrømsventilen montert på trykksiden umiddelbart før lasten. Ved de tre punktene måler vi følgende trykk:

Manometer 1:

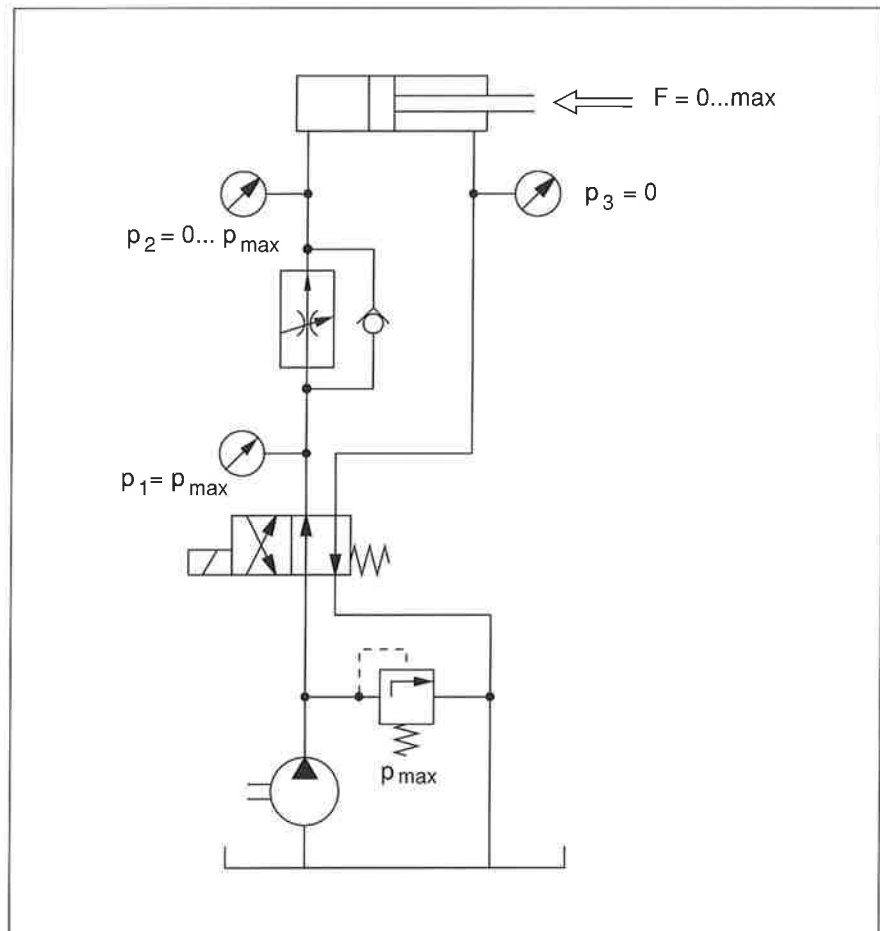
- Viser trykket $p_{\max}$ som bestemmes av trykkgrensingsventilen eller pumpens trykkregulator. Ved struperegulering forutsettes det at overskytende volumstrøm kommer fra en ikke-regulerbar pumpe og at den dreneres gjennom trykkgrensingsventilen (effekttap!). Dette trykket, $p_{\max}$ virker på gjennomstrømningsventilens inngang.

Manometer 2:

- Viser lastens trykk p_2 som varierer mellom 0 og $p_{\max}$, avhengig av lasten. Dette trykket virker etter trykkgrensingsventilen i det venstre sylinderkammeret. Stempelpakningene utsettes for dette trykket bare på den ene siden (friksjon!).

Manometer 3:

- Ved sylindrens utløp er trykket p_3 lik 0.



Fordelen med denne koplingen er at sylindren bare utsettes for trykk i den ene enden. Dette presset tilsvarer den aktuelle lasten. Den relativt lave friksjonen på stempelpakningen sikrer en lang levetid og jevn bevegelse, selv ved lave hastigheter. Det meget lille kompresjonsvolumet er også en fordel i denne henseende. I koplingsskjemaet som er vist, avgjør det store stempelaarealet hvor stor gjennomstrømningen blir. Dette er særlig en fordel ved lave hastigheter.

Ulempen med denne koplingen er at den lasten som håndteres av stemplet, ikke låses i en fast stilling. Det betyr at stemplet kan bevege seg i ukontrollerte rykk og napp ved negative krefter (trekkrefter) eller ved plutselig bortfall av last. Det er mulig å unngå dette problemet ved hjelp av spesielle kompensasjonskoplinger.

5.4 Primærstyring med kompensasjon

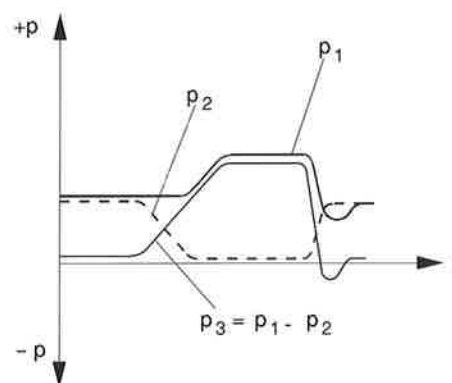
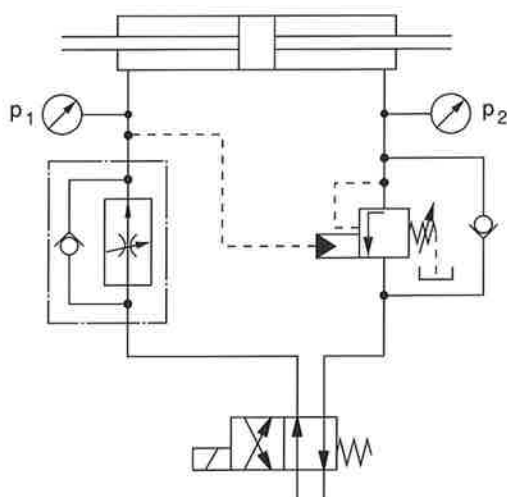
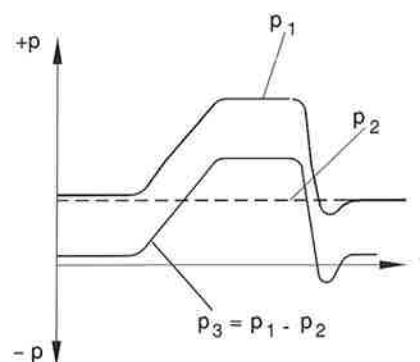
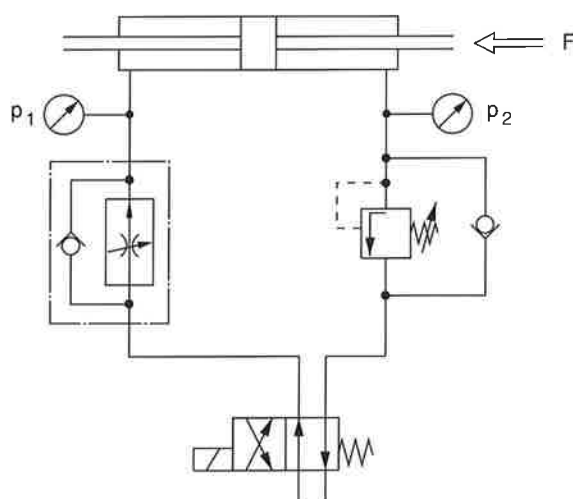
Ved å sette en trykkgrensingsventil inn i systemet utnytter man fordelene med primærstyringen fullt ut. Samtidig unngår man de ulempene som er forbundet med ukontrollert rykk-og-napp bevegelse ved negativ last.

Trykket på innløpssiden vil nå alltid være positivt, selv ved negativ (dra-last) og når kompresjonsvolumet avlastes.

Ulempen med denne koplingen er at det oppstår et ekstra effekttap som er produktet av kompensasjonstrykket p_2 og volumstrømmen q_v .

For å redusere effekttapene brukes en regulerbar kompensator. Da blir kompenseringen mindre ved stigende last. Til dette kreves en spesiell trykkgrensingsventil (bremseventil) og en ekstra styreport. Denne forbindes med sylindersens innløpsside.

Når det er trykk på innløpssiden, blir kompensasjonstrykket redusert til null. Hvis lasten faller bort, blir kompensasjonstrykket straks bygd opp igjen.

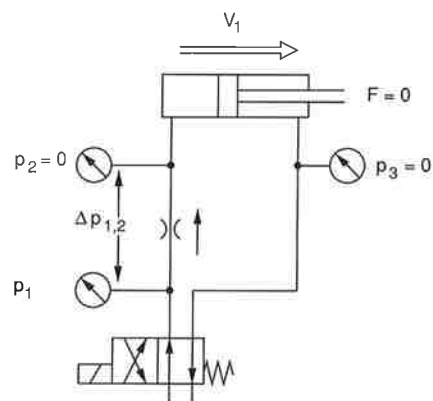


5.5 Strupeventil i ledningen til sylindere

Hvis det monteres en strupeventil eller en struping i ledningen til cylindere, vil den virke i begge retninger, både for innløp og utløp. Selv om det er den samme volumstrømmen på innløpssiden under stemplets inngående og utgående bevegelser, er stempelhastighetene forskjellige. Dette skyldes de ulike trykkforskjellene over strupeventilen på grunn av forholdet mellom trykkene på stemplets to sider.

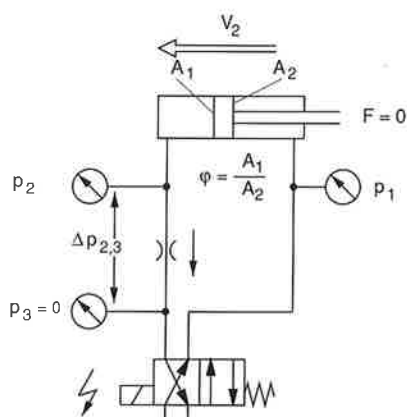
$$\Delta p_{1,2} = p_1 - p_2$$

$$\Delta p_{1,2} \approx p_1$$



$$\Delta p_{2,3} = p_2 - p_3$$

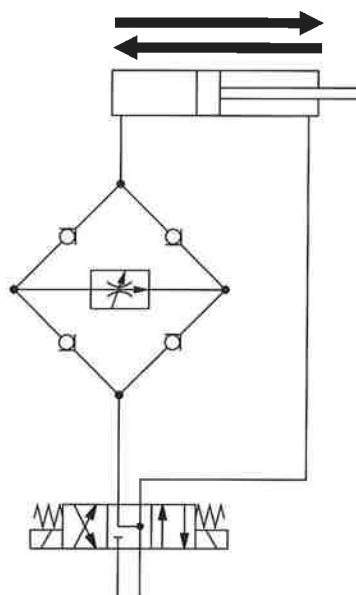
$$\Delta p_{2,3} \approx \frac{p_1}{\phi}$$



5.6 Graetz - en likeretterkopling for retningsventiler

Som nevnt kan toveis retningsventiler bare brukes for strømming i én retning. For å kunne styre sylindere på samme måte i begge retninger med én volumstrømsregulator, benyttes en likeretterkopling med tilbakeslagsventiler.

Av praktiske hensyn blir tilbakeslagsventilene montert sammen i én blokk.

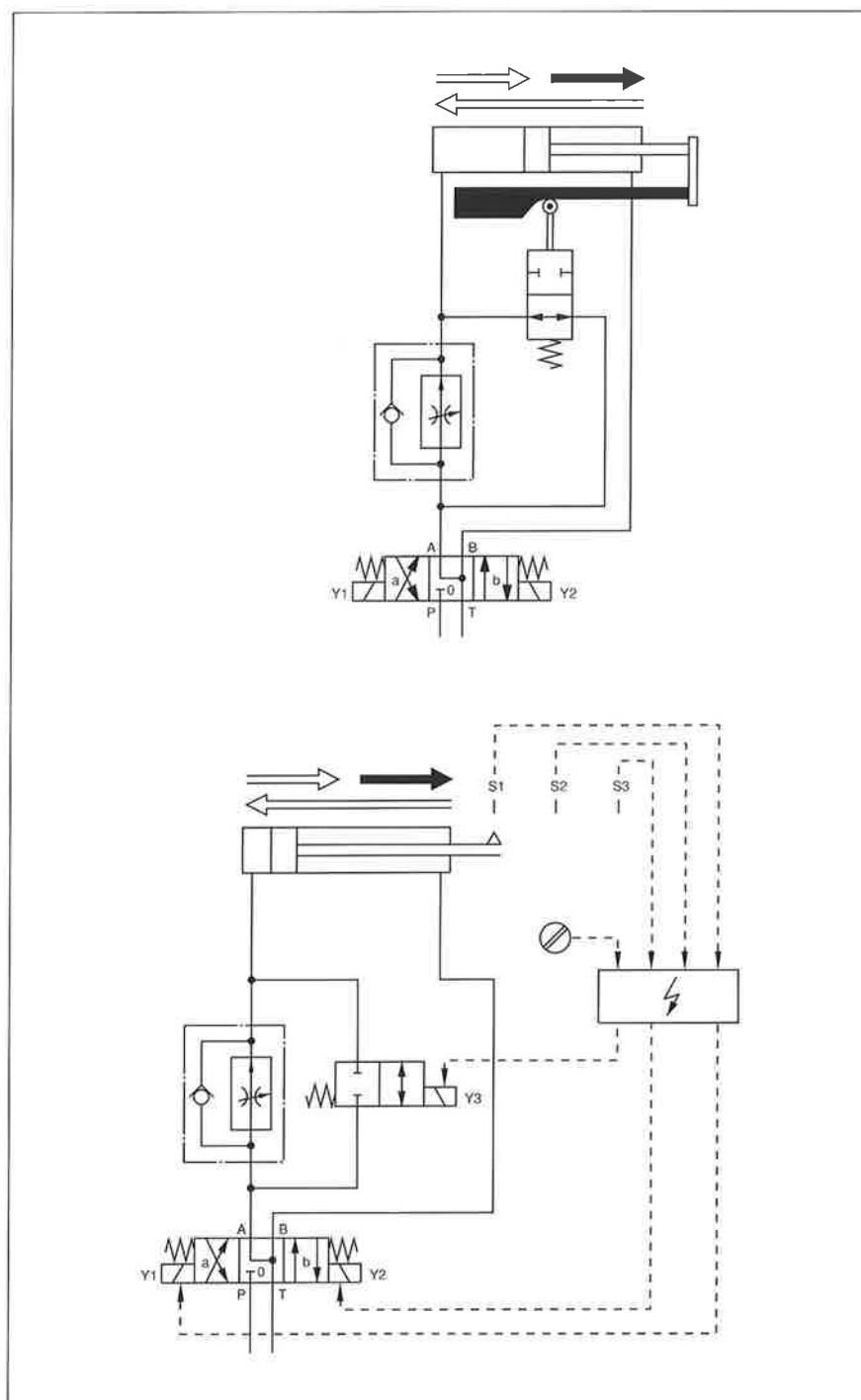


5.7 Styring av forskjellige hastigheter

For å kunne arbeide med ulike valg-
bare hastigheter brukes det et antall
volumstrømsventiler som er individuelt
innstilt. I de neste avsnittene presen-
terer vi et utvalg av kretstekniske løs-
ninger for ulike bevegelserforløp.

5.7.1 Hurtig fram og en arbeidsbevegelse

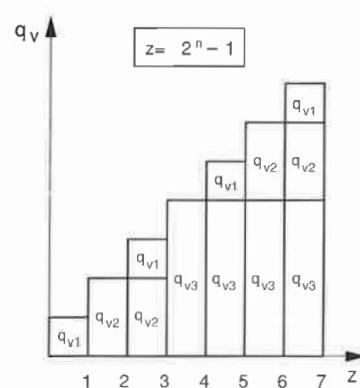
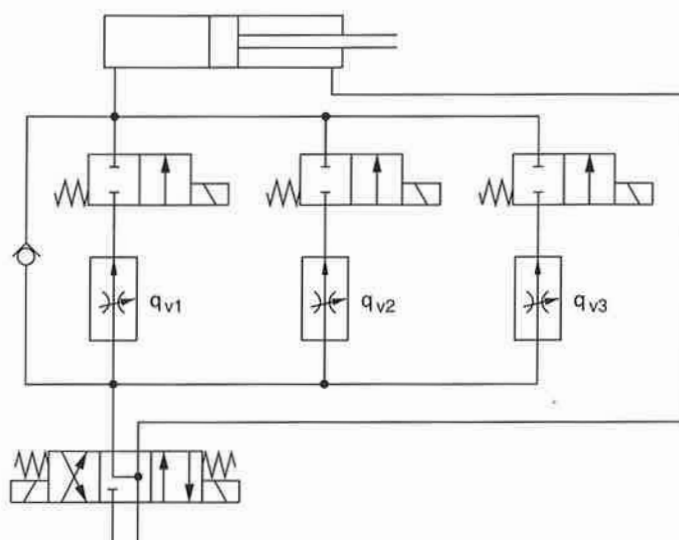
Under hurtig bevegelse blir volum-
strømsventilen forbikoplet av en ret-
ningsventil og hastigheten bestemmes
av volumstrømmen fra pumpa. Når for-
bikoplingsventilen stenges, tvinges ol-
jestrømmen gjennom volumstrømsven-
tilen, med det resultatet at det blir en
langsom arbeidsbevegelse. Det trengs
en 2/2 retningsventil til sjaltingen. Ved
bruk av de mer vanlige 4/2 retnings-
ventilene må man ta hensyn til belast-
ningsevnen på T porten. Normalt av-
henger sjaltingen fra én hastighet til en
annen av vandrigen. Ved mekanisk
utløsning blir retningsventilen aktivisert
av en kamskive. Ved elektrohydraulisk
aktivering utløses en grensebryter ved
sjaltepunktet. Denne grensebryteren
gir elektrisk signal til en elektromagne-
tisk styrt retningsventil. I det eksemplet
som er vist nedenfor, får magnetspo-
len på by-passventilen strøm ved il-
gang på sylindren.



5.7.2 Flere langsomme arbeidsbevegelser

Avhengig av hvor mange ulike hastigheter som trengs, kan flere volumstrømsventiler koples i parallell og tilknyttes med retningsventiler. Med denne kretsen er det mulig å la væsken gå samtidig igjennom flere volumstrømsventiler slik at volumstrømmene adderes. Dermed kan man oppnå flere valgbar hastigheter. Med en passende kombinasjon av de n delstrømmene blir det $Z = 2^n - 1$ resulterende volumstrømmer.

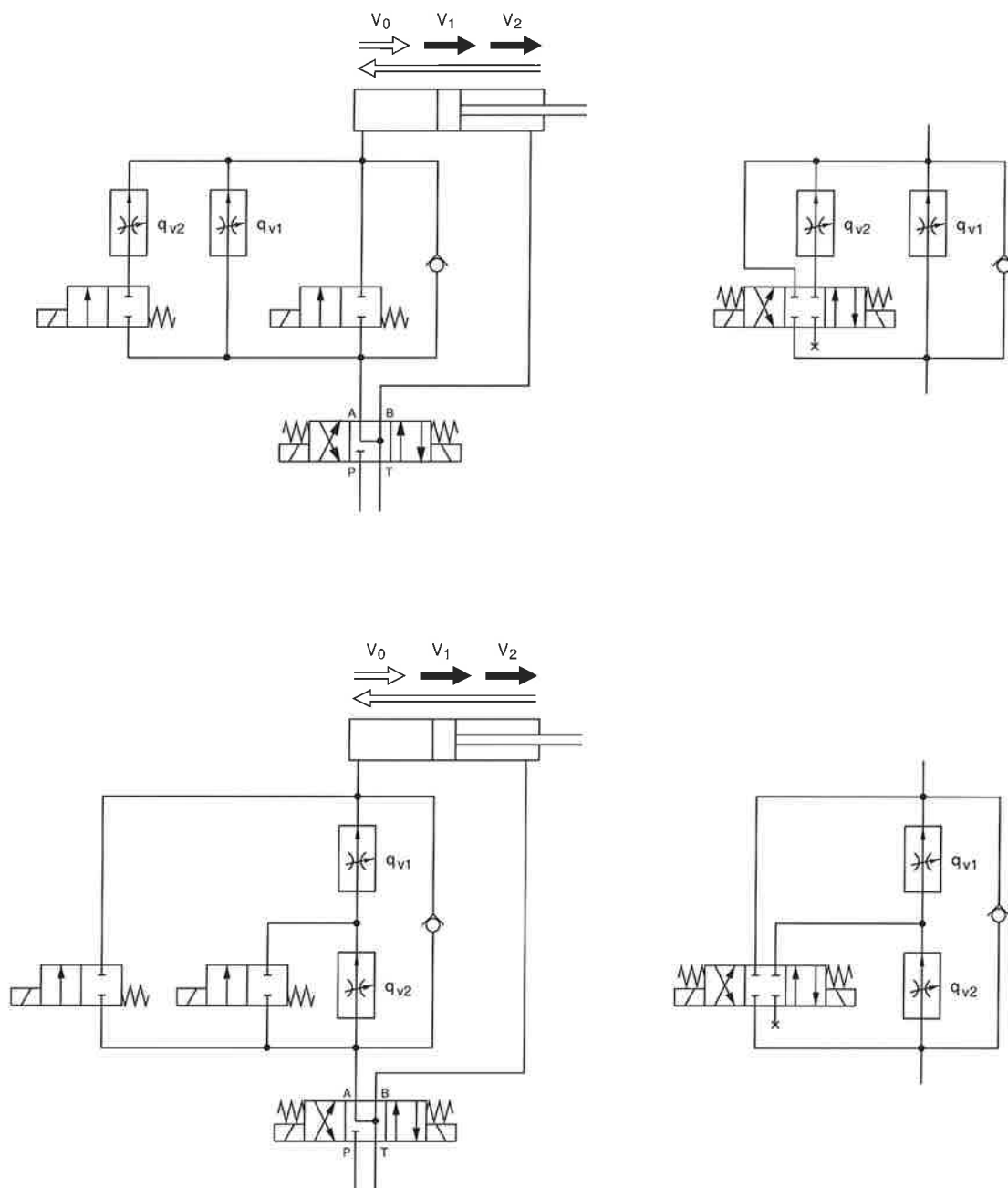
Hvis innstillingen på de enkelte volumstrømsventiler er det dobbelte av verdien på den foringede ventilen, vil dette resultere i like store strømningstrinn.



De følgende koplingsskjemaene viser ytterligere muligheter for å realisere én hurtig bevegelse og to langsomme (arbeids)-bevegelser. Det må tas hensyn til at delstrømmene gjennom to parallellkoblede volumstrømsventiler adderes. Når to volumstrømsventiler er koplet i serie etter hverandre, er det den minste volumstrømmen som er avgjørende.

Hvis to strupeventiler koples i serie etter hverandre, blir deres hydrauliske motstander addert og den resulterende gjennomstrømningen vil bli redusert.

Dette er analogt med summen av ohmske motstander som er koplet i serie i et elektrisk kretsløp.



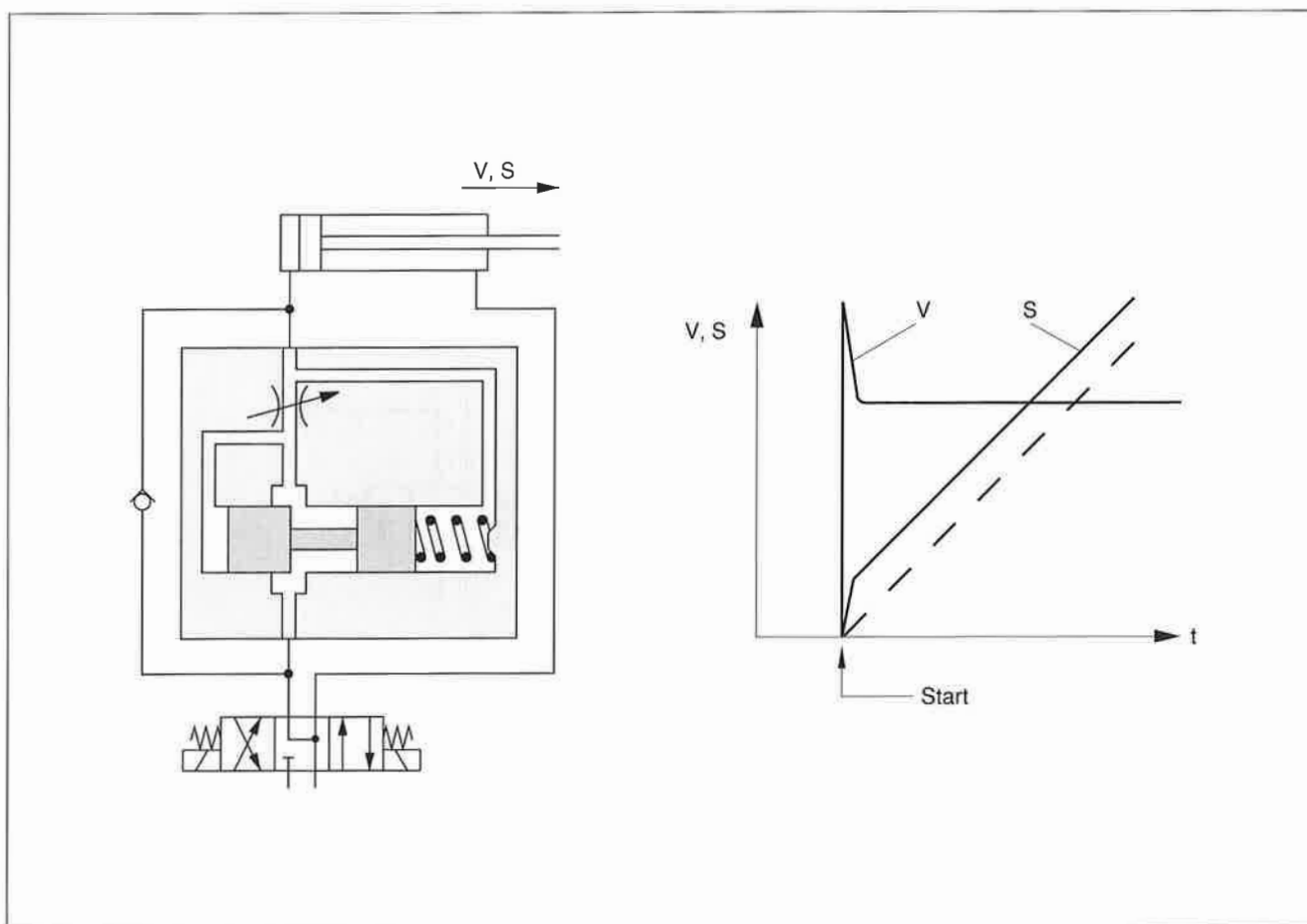
5.8 Startsprang

Hvis en stillestående sylinder umiddelbart skal opp i den hastigheten som er innstilt på volumstrømsventilen, får vi ofte uønskede virkninger av det såkalte startspranget. Det kommer til uttrykk som en ekstra hurtig starthastighet, og den går ikke ned til ønsket arbeidshastighet før etter ca. 20 ms. Avhengig av sylinderens dimensjoner, pumpas volumstrøm og trykket vil dette bety at det blir en ukontrollert bevegelse på flere millimeter. Grunnen til at et slikt startsprang oppstår, er at trykkregulatoren i volumstrømsventilen holdes åpen av fjæra i utgangsstil-

lingen. Når så en retningsventil plutselig åpnes, trenger trykkregulatoren en viss tid før stempelbevegelsen er gjennomført og når en stilling som svarer til belastningstrykket.

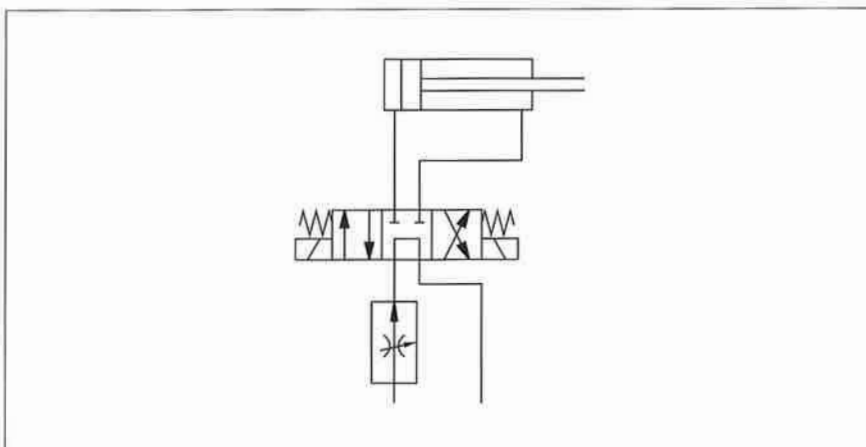
Det bør også nevnes at en plutselig avlastning av et kompresjonsvolum kan øke startspranget.

Det er flere måter å unngå startsprang på, for eksempel med avgrening av volumstrømmen i en sidestrøm.

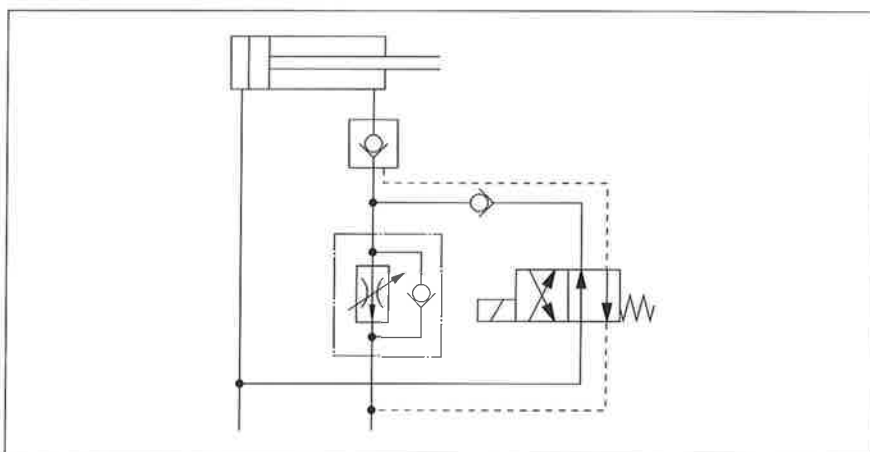


5.8.1 Effekttap ved åpent senter

I kretsløpet som er vist, kan oljen passere volumstrømsventilen, også når sylind-eren står stille. Denne løsningen fører imidlertid til effekttap i hovedledningen.



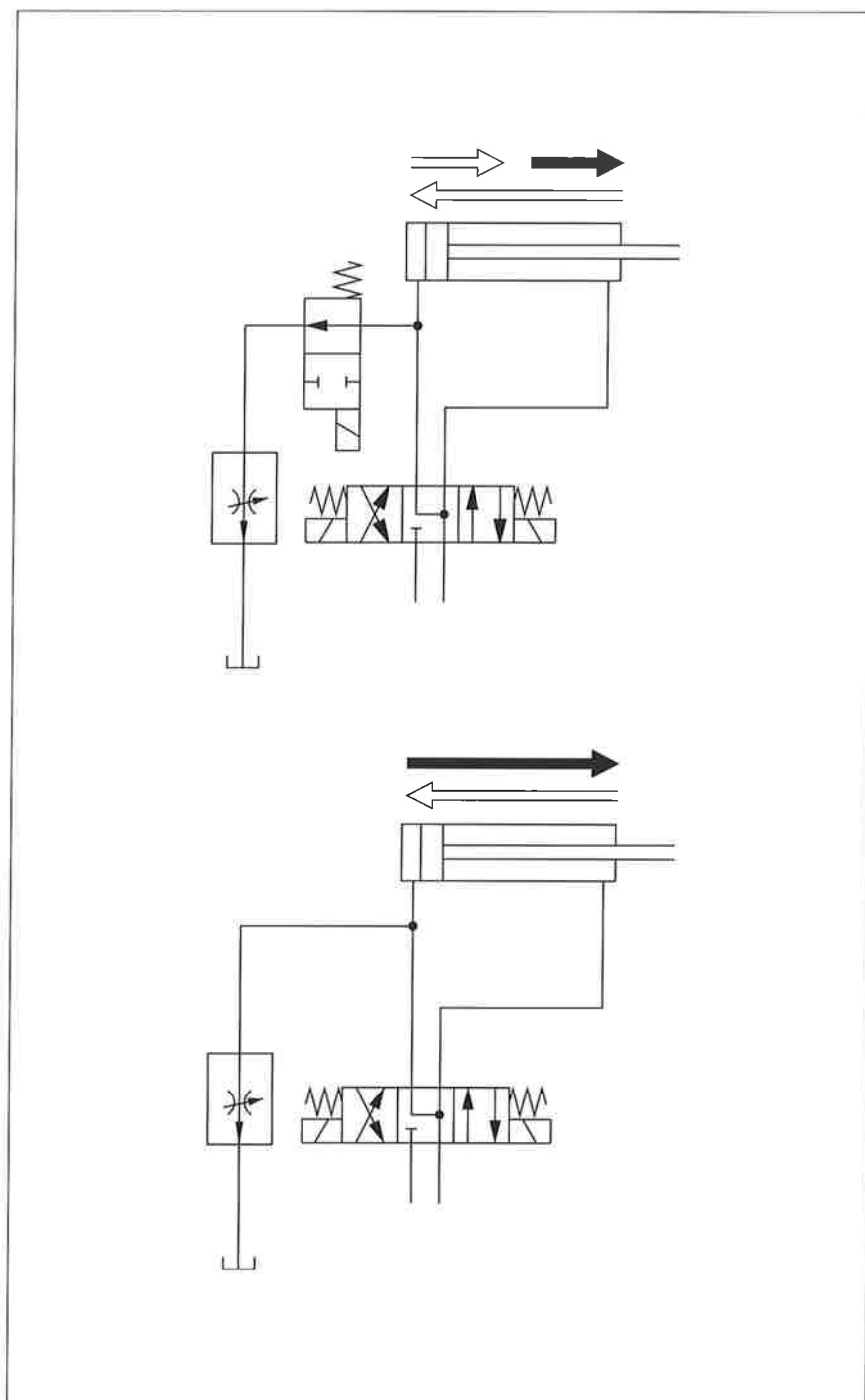
I eksemplet som er vist her, står sylind-
eren også stille, og oljestrømmen går
gjennom volumstrømsregulatoren.
Men kompresjonsvolumet er trykksatt
noe som gir best startforløp. Effekttæ-
pet er det samme.



5.9 Volumstrømsventiler i omløpskrets

For å forbedre virkningsgraden med ikke-regulerbare pumper, monteres volumstrømsventilene i en omløpskrets (se side 212).

Forskjellen mellom pumpas matestrøm og strømmen som sendes tilbake til tanken via volumstrømsventilen, er her avgjørende for sylindrens hastighet. Variasjoner i pumpas leveranse og lekkasjer i retningsventilene har en negativ innvirkning på bevegelseshastigheten. Ved bruk av slike kretsløp må hver last drives av en egen pumpe.



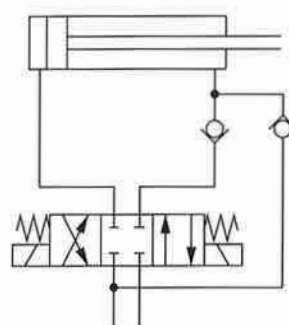
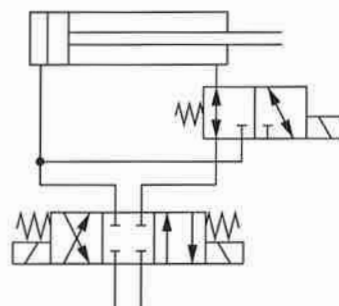
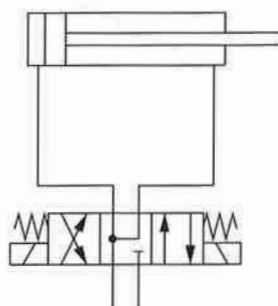
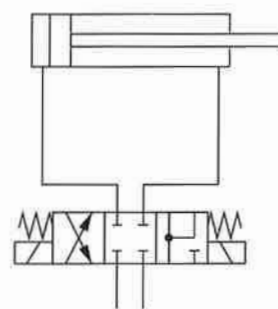
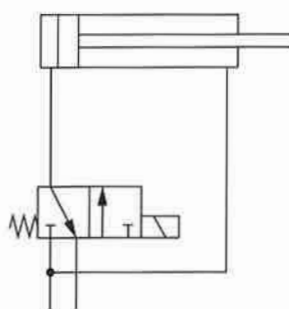
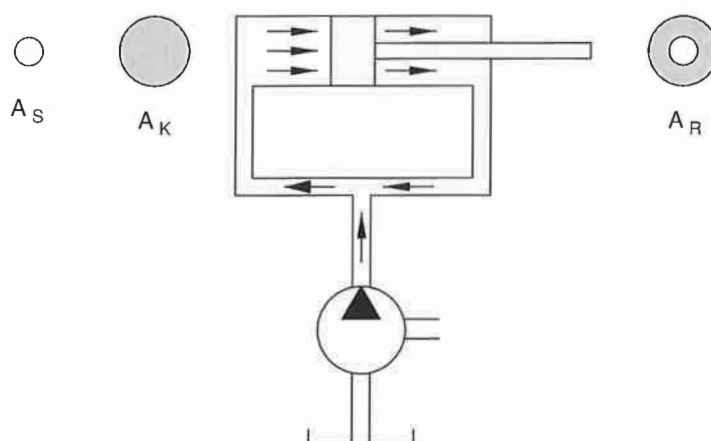
5.10 Differensialkrets

For sylindere med stempelstang bare i den ene enden kan differensialkretsen brukes til å øke hastigheten. I dette tilfellet virker trykket på begge stempelflatene, og stemplet beveger seg utover på grunn av forskjellen i stempelflatenes arealer. Den oljen som trykkes ut fra enden på stempelstanga (den lille flaten), går tilbake til den store stempelflaten. Nå svarer det virkelige arealet til stempelstangas areal. Resultatet blir større hastighet med mindre tilført kraft sammenliknet med sylindere der oljen kommer inn i den ene enden.

Fordi trykket virker på begge sidene av stemplet, kan det ventes økt friksjon. Derfor bør differensialkretsen bare brukes når forholdet mellom stempelflatene er

$$A_K : A_S = \leq 2 : 1$$

Dette prinsippet kan også benyttes for hurtige bevegelser.



6 Sperre med forstyrt tilbakeslagsventil

Hvis en sylinder skal holdes fast i en bestemt stilling selv om den utsettes for ytre krefter, er det vanligvis ikke tilstrekkelig å stenge arbeidsportene i retningsventiler med sleide.

Når ventilen står i disse stillingene, vil lekkasjer sakte føre til at sylinderen kryper. For å hindre dette monteres det forstyrte tilbakeslagsventiler.

6.1 Eksternt forstyringstrykk

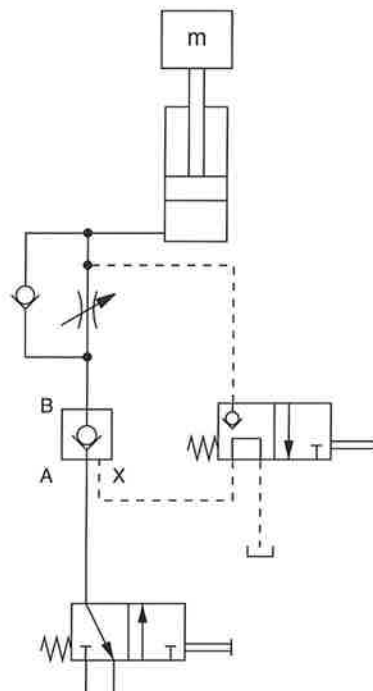
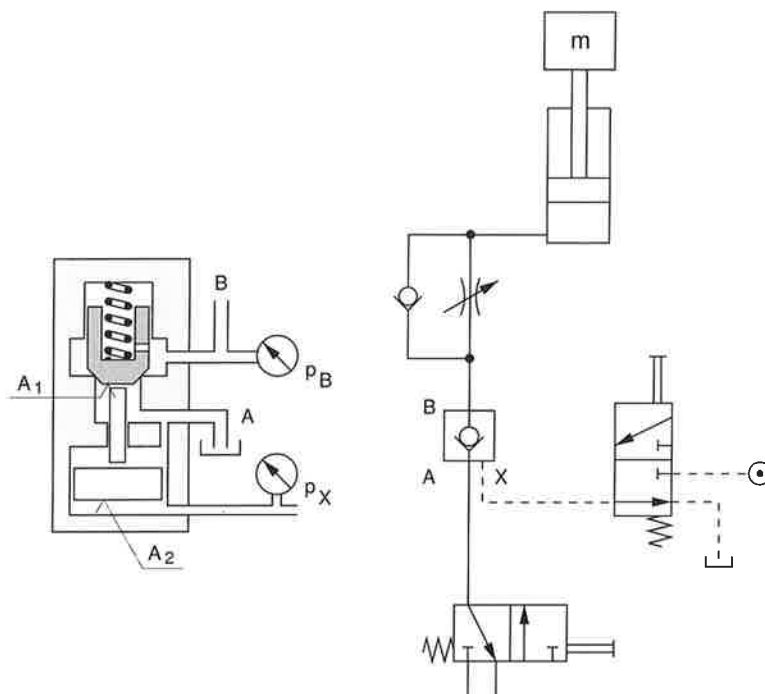
Hvis forstyringstrykket for åpning av en tilbakeslagsventil kommer fra en ekstern kilde, beregnes trykket ved hjelp av formelen

$$p_X = p_B \cdot \frac{A_1}{A_2}$$

Det vil med andre ord si at dette åpningstrykket avhenger av belastningens trykk som virker på utløpet B, og av forholdet mellom arealene av sleiden og forstyringsstempet. Her kan den forstyrte tilbakeslagsventilen betraktes som hovedtrinnet i en forstyrt retningsventil. Lasten senkes på grunn av sin egen vekt. Senkingshastigheten bestemmes av en strupeventil.

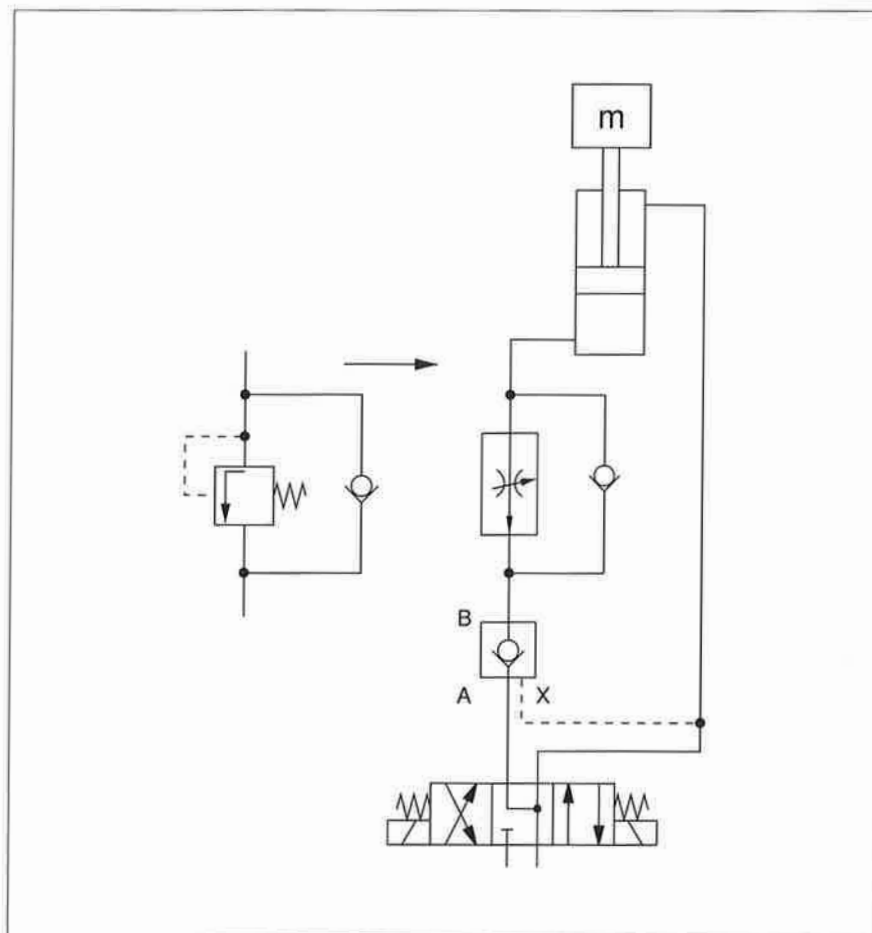
6.2 Forstyringstrykk fra lasten

Som vist på figuren kan forstyringstrykket tas fra den sylinderledningen som tilføres belastningstrykket. Normalt vil det være tilstrekkelig til å åpne tilbakeslagsventilen. Når sylindere stempel beveges nedover, forsvinner forstyringstrykket. Da blir tilbakeslagsventilen stengt igjen. For å unngå bevegelse i rykk og napp under senking av lasten kan hastigheten nedover styres av en struping. Man kan også bruke en seteventil som forstyringsventil for å hindre oljelekkasjer.



6.3 Forstyringstrykk fra øvre sylinderport

Når ventilen er stengt, må portene A og X i de forstyrte tilbakeslagsventilene trykkavlastes. Det vil si at vi må bruke et symbol for retningsventilen slik som vist. Under stempels bevegelse nedover kommer forstyringstrykket fra den øverste sylinderporten. For å unngå bevegelser i rykk og napp blir hastigheten nedover styrt av en volumstrømsventil eller en regulerbar struping. En annen mulighet er å bruke en bremseventil til å støtte lasten.



6.3.1 Beregning av åpningstrykket

Legg merke til at trykket som leveres fra den øvre sylinderledningen, er summen av trykkene i det øvre sylinderkammeret og det aktuelle belastningstrykket. Resultatet blir at det forstyringstrykket som kreves for å åpne tilbakeslagsventilen, også økes.

I en sylinder med gjennomgående stempelstang beregnes forstyringstrykket slik:

For likevektstilstanden ved tilbakeslagsventilen gjelder:

$$p_B \cdot A_1 + p_X \cdot A_1 = p_X \cdot A_2$$

Stengekrefter = åpningskraft

Formelen løses med hensyn til p_X .

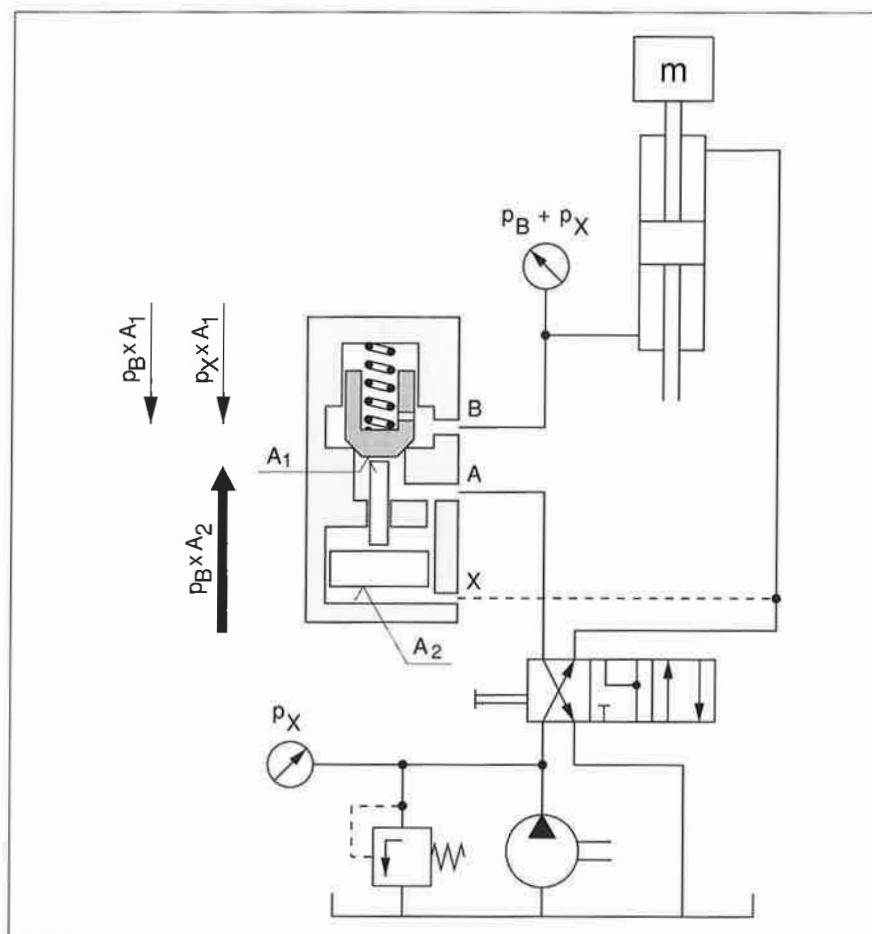
$$p_X = p_B \frac{A_1}{(A_2 - A_1)}$$

p_B = belastningstrykk

p_X = forstyringstrykk

A_1 = ventilkjeglens areal

A_2 = styrestempels areal



I sylindere med bare én stempelstang må lastretningen angis ved beregningen. Hvis lasten støttes av stempelstanga, blir det en reduksjon av forstyrringstrykket. Reduksjonen svarer til forholdet φ mellom arealene av stemplets to sider i cylinderen. Hvis lasten henger i stempelstanga, blir det en økning av forstyrringstrykket.

① gjelder for støttet last og er

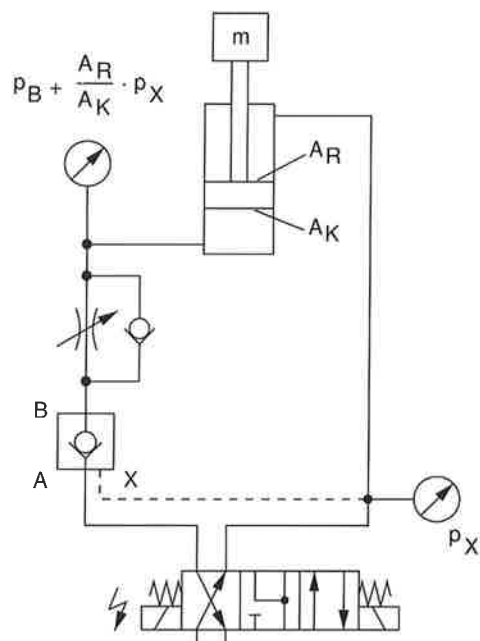
$$p_X = p_B \cdot \frac{A_1}{(A_2 - \frac{1}{\varphi} \cdot A_1)}$$

② gjelder for hengende last og er

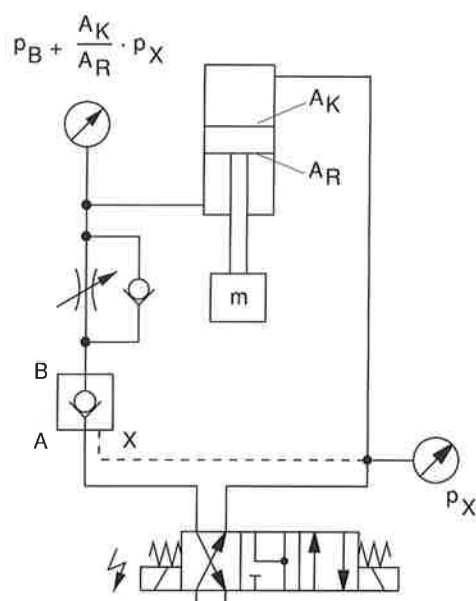
$$p_X = p_B \cdot \frac{A_1}{A_2 - \varphi \cdot A_1}$$

Går vi ut fra $\varphi = 2$ og bruker en tilbakeslagsventil med forholdet $A_1 : A_2 = 1 : 2$, så gir dette et praktisk talt uendelig stort forstyrringstrykk. Det vil si at ventilen ikke åpnes. I slike tilfeller må man bruke en forstyrringsventil med forholdet $A_1 : A_2 = 1 : 1$ for å sikre at ventilen åpnes.

①



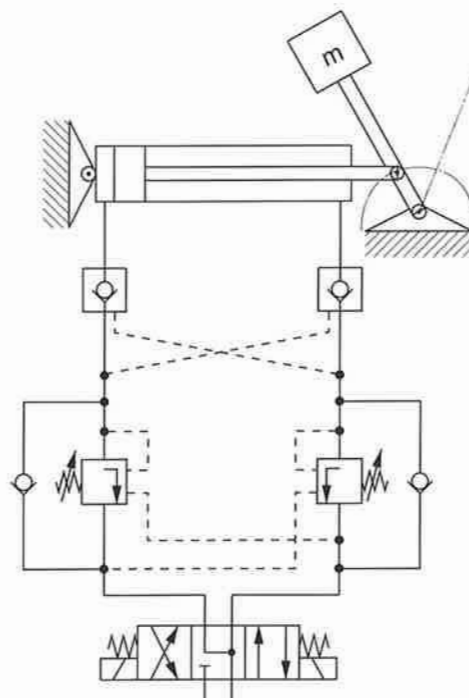
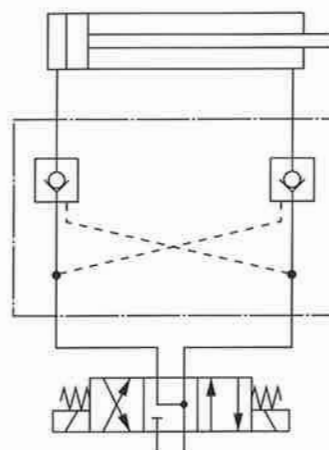
②



6.4 Belastning i ulike retninger

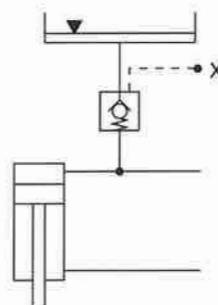
Vekslende retning av belastningen i en sylinder kan håndteres sikkert med forstyrte tilbakeslagsventiler i begge sylinderledningene. Her må styreledningene forbindes i kryss. To av disse forstyrte tilbakeslagsventilene er forbundet i en såkalt sperreblokk.

For at ikke sylindren skal gå for langt når vippepunktet passerer, blir det montert oversenterventiler i sylinderledningene. Disse kommer i tillegg til sperreblokken.



6.5 Fylleventil

Det er nødvendig med spesielle innebygde, forstyrte tilbakeslagsventiler som står imot trykket fra tanken ovenfor. Ventilen åpnes av et styretrykk for å supplere en sylinder i løpet av stemplets hurtige bevegelse nedover.



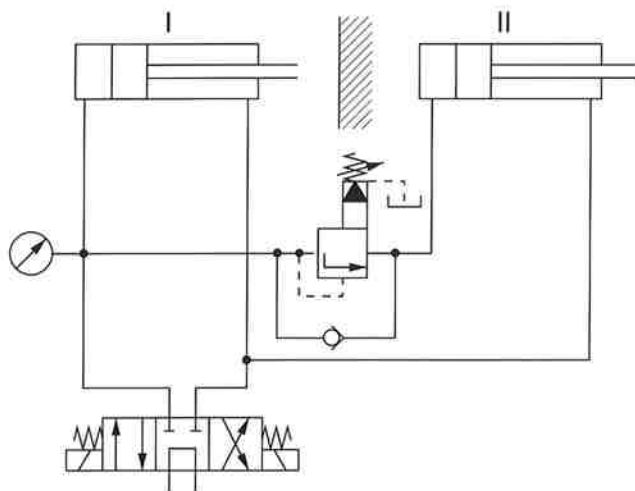
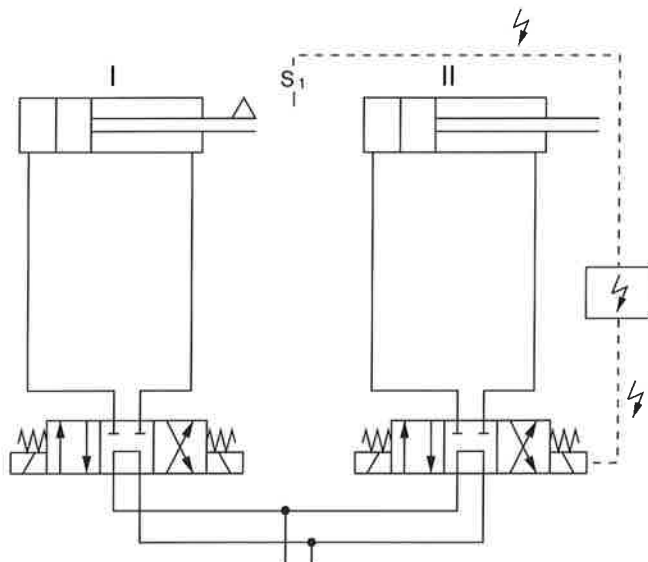
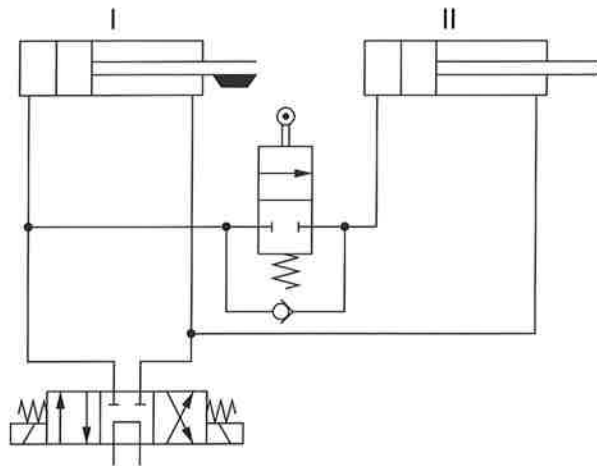
. Styling av rekkefølge

I en rekkefølgestyring blir steg nummer to automatisk utført etter at det forrige steget er fullført. I hydrauliske styresystemer er det etterfølgende steget vanligvis utført som funksjon av et trykk eller en tilbakelagt bevegelse. Her kan det benyttes rent mekanisk – hydrauliske og elektrohydrauliske løsninger. I det følgende blir en del typiske kretsløp gjennomgått.

- Rekkefølgestyring som funksjon av tilbakelagt avstand, mekanisk – hydraulisk prinsipp med vikende rulle og pinne.
Sylinder II beveger seg først etter at sylinder I har nådd sin sluttstilling.
- Rekkefølgestyring som funksjon av tilbakelagt avstand, elektrohydraulisk.
Sluttstillingen til sylinder I angis av en endebryter som leverer et elektrisk signal til styresystemet.

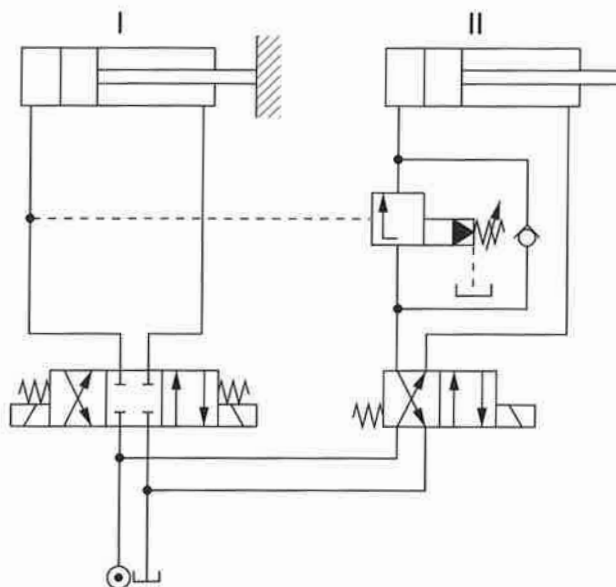
Merk:

Styring av sjaltehastighet som funksjon av tilbakelagt avstand er også en form for rekkefølgestyring.

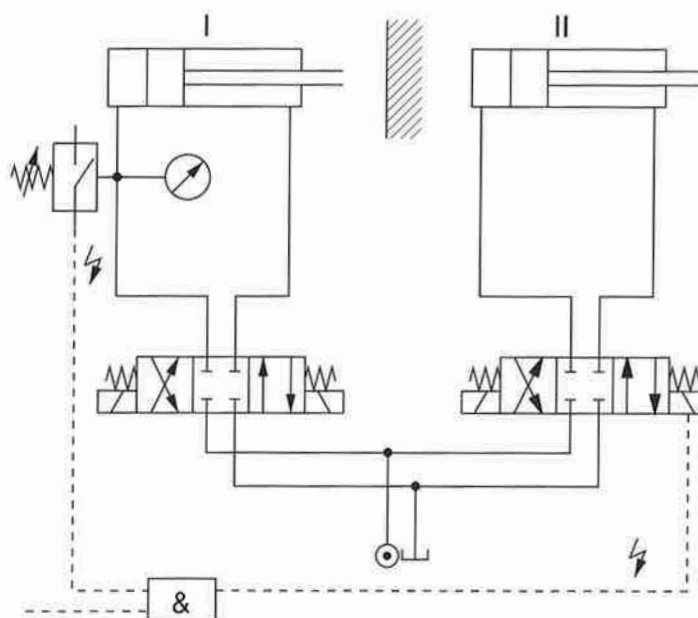


- Trykkavhengig rekkefølgestyring.
Den styrte sylinderen II beveger seg først etter at sylinder I har nådd opp til endestoppet og det er bygd opp et trykk. Trykket på rekkefølgeventilen med intern signalstyring kan justeres. Bruksområde: For eksempel innspenning og sylinderbevegelse.

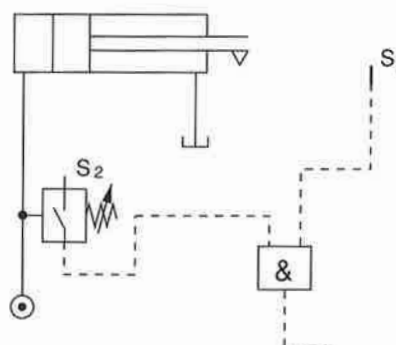
- Hydraulisk trykkavhengig rekkefølgestyring.
Hvis styretrykket skal tas fra en annen kilde enn innløpet, må man bruke en rekkefølgeventil med ekstern signalstyring.



- Elektrohydraulisk trykkavhengig rekkefølgestyring.
Styretrykket virker på trykkbryteren, som sender et signal til den elektriske styringen.



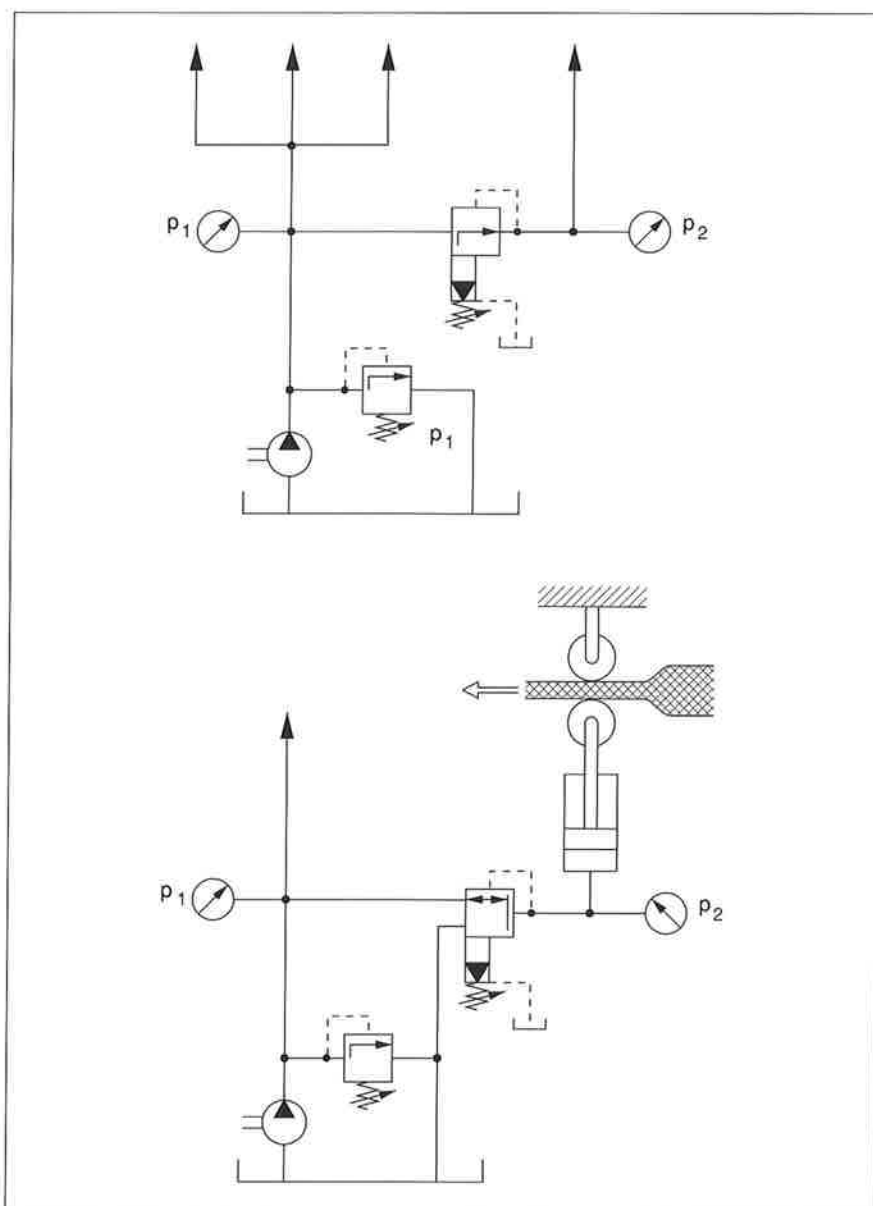
- Kombinert rekkefølgestyring.
Hvis det er behov for å kombinere flere funksjoner i en rekkefølge (for eksempel når sylindren når sin sluttstilling og trykket stiger), må disse signalene kombineres i en OG-funksjon.



8 Trykkreduksjon

Hvis en bestemt gren av installasjonen skal holdes på et trykk under det maksimale arbeidstrykket, må det benyttes en trykkreduksjonsventil. Det må opprettholdes en konstant mating av volumstrøm. Denne holdes atskilt fra hovedkretsen og dreneres eksternt.

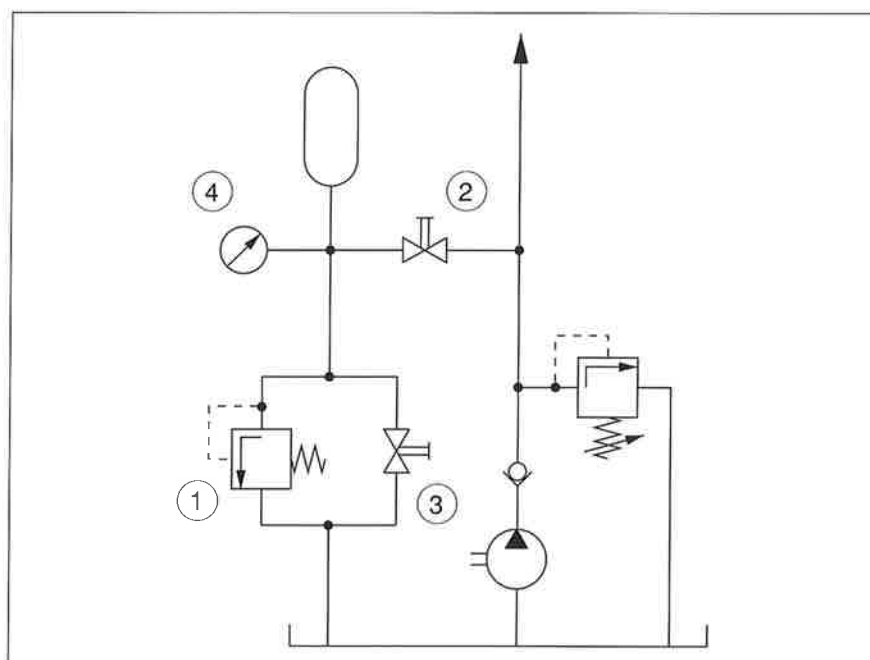
Hvis lasten påvirkes av eksterne krefter slik at den verdien som er innstilt på trykkreduksjonsventilen, blir overskredet, må det benyttes en treveis trykkreduksjonsventil. Den avlaster ledningen til tanken.



9 Kretsløp for akkumulatorer

Ifølge offentlige tyske forskrifter for bruk av trykktanker kreves det at følgende utstyr benyttes til hydrauliske tanker:

- ① Trykkbegrensningsventil
- ② Stengeventil
- ③ Dreneringsventil
- ④ Manometer



10 Kretsløp for fylling av akkumulatorer

Matepumpa må stoppes så snart akkumulatoren er fylt. Det sparer energi. Følgende løsninger kan benyttes:

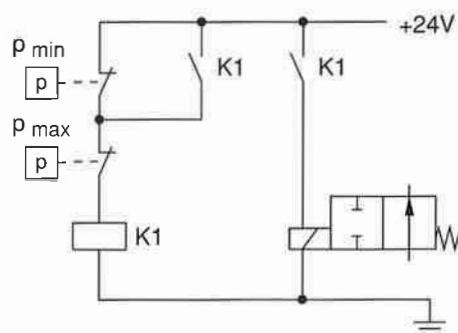
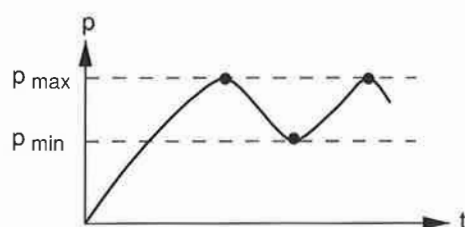
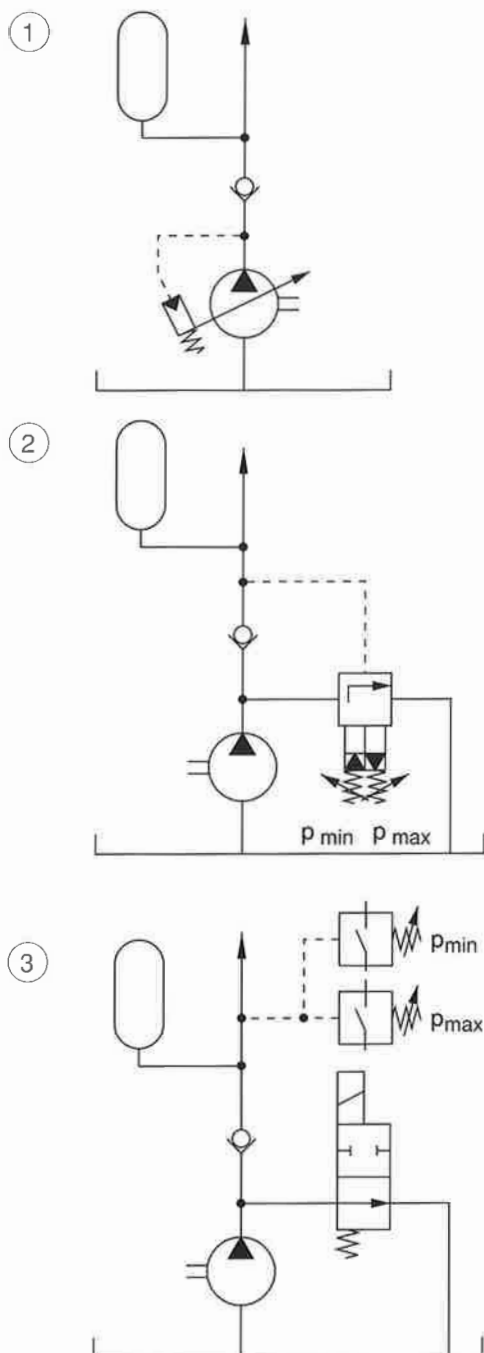
① Regulærbar pompa og trykkregulator.

Når maksimalt arbeidstrykk p_2 er nådd, blir pumpen automatisk slått av og nødvendig trykk opprettholdes.

② Fyllingsventil for akkumulator.

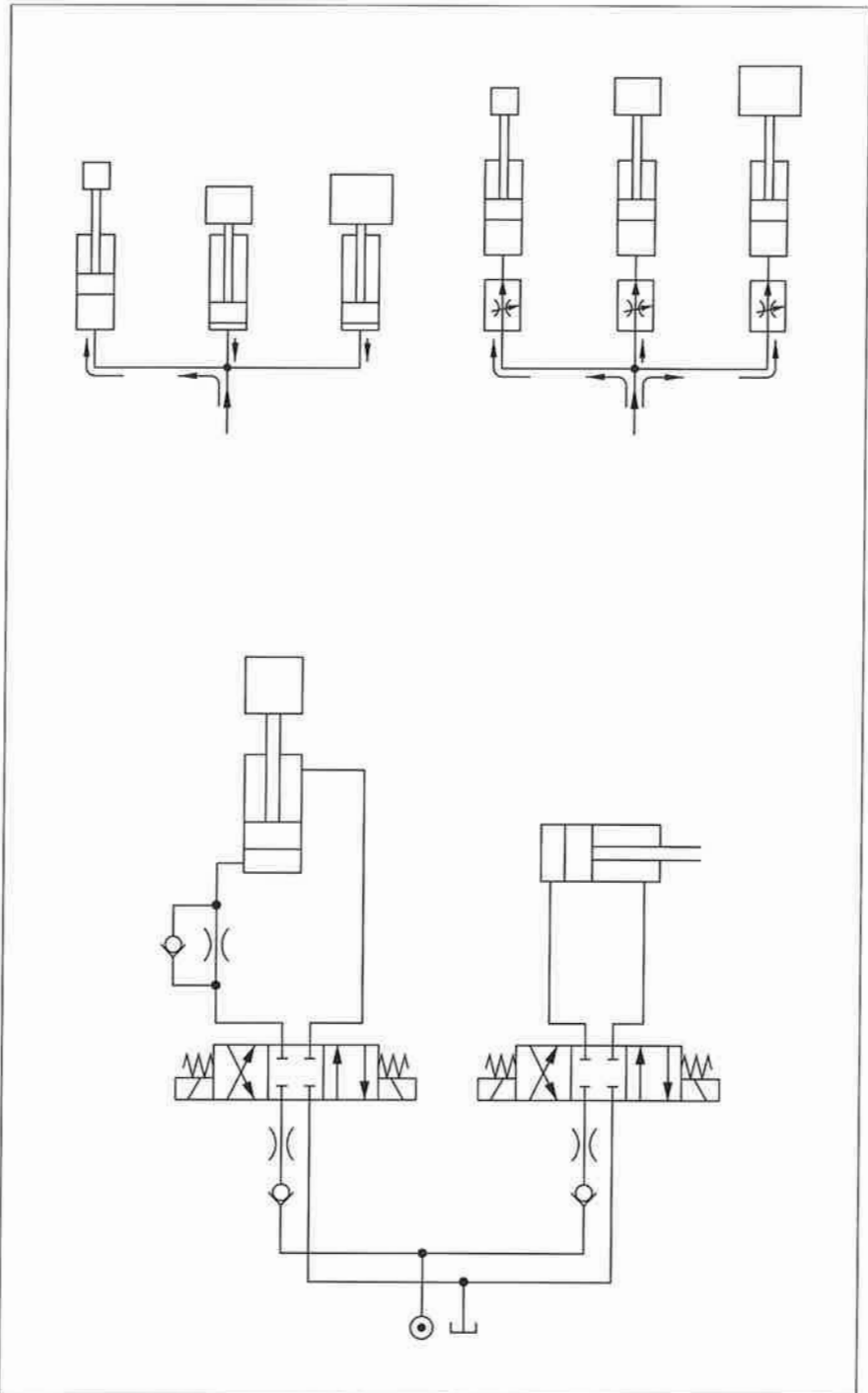
Når det maksimale trykket $p_{\max}$ er nådd, blir matestrømmen fra en pumpe med konstant volumstrøm avlastet til tanken. For å unngå hyppig inn- og utkoping av pumpe, kan man ha to trykkbrytere som innstilles til hvert sitt trykk (hysteresebryting).

③ To trykkbrytere og én magnetpole. Hysteresebrytingen kan innstilles til vilkårlige verdier.

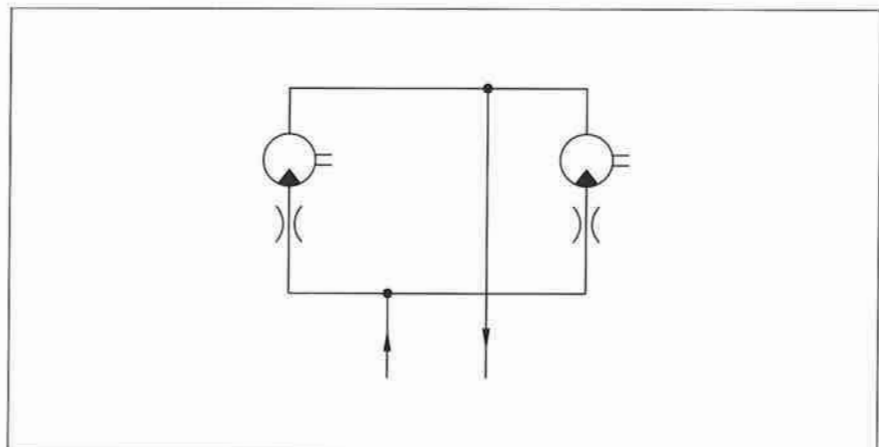


11 Parallellkopling

Når volumstrømmen fra en pumpe skal fordeles parallelt til et antall laster, så vil den fortrinnsvis gå gjennom den ledningen som har minst motstand. I eksemplet som er vist, vil den altså strømme til den sylinderen som er minst belastet. Hvis flere sylindere skal skyve samtidig og under full kontroll, må de enkelte strømmene overvåkes ved hjelp av strupinger eller volumstrømsventiler. For å hindre uønsket senking av en sylinder med stor last, og dermed hurtig påvirkning av parallellkoblede sylindere, må det monteres tilbakeslagsventiler.

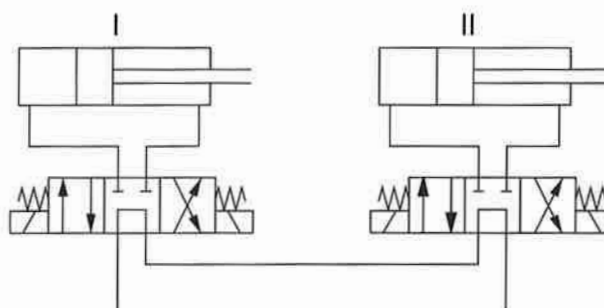
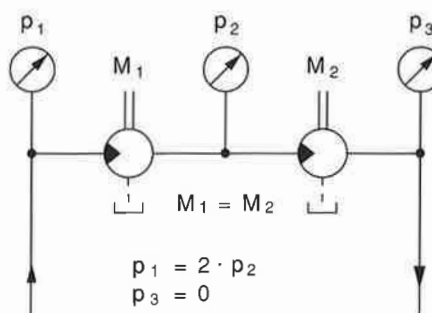
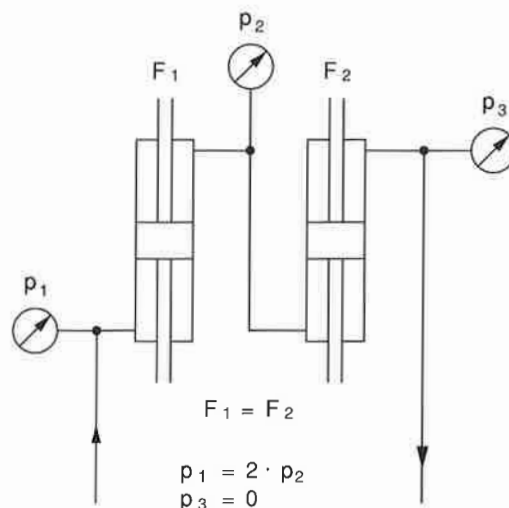


To parallellkoblede motorer oppfører seg på liknende måte som differensialdrevet til to hjul. Bremsing av differensialvirkningen kan oppnås ved hjelp av struping.



12 Seriekopling

Hvis flere laster skal seriekoples, vil det trykket som tilføres innløpet til den andre, være lik utløpstrykket fra den første lasten osv. Ved like store laster betyr det at den første lasten får et tilsvarende høyere trykk tilført. Det er bare mulig å få like hastigheter med sylindere der stempelstanga er gjennomgående. Hvis hydrauliske motorer seriekoples, kan det forventes at turtallet for motor nummer 2 synker som resultat av lekkasje i motor nummer 1.



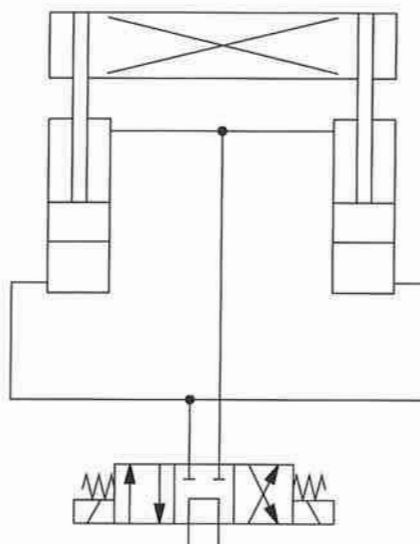
Figuren viser to ventiler som er koplet i serie. Når de to ventilene aktiveres, vil sylinder II motta enten økt eller redusert volumstrøm på grunn av arealforskjellen.

Merk: Utløp T må ikke overbelastes, fordi arbeidstrykket i sylinder II vil være lik trykket i tankporten til den første ventilen.

13 Synkron styring

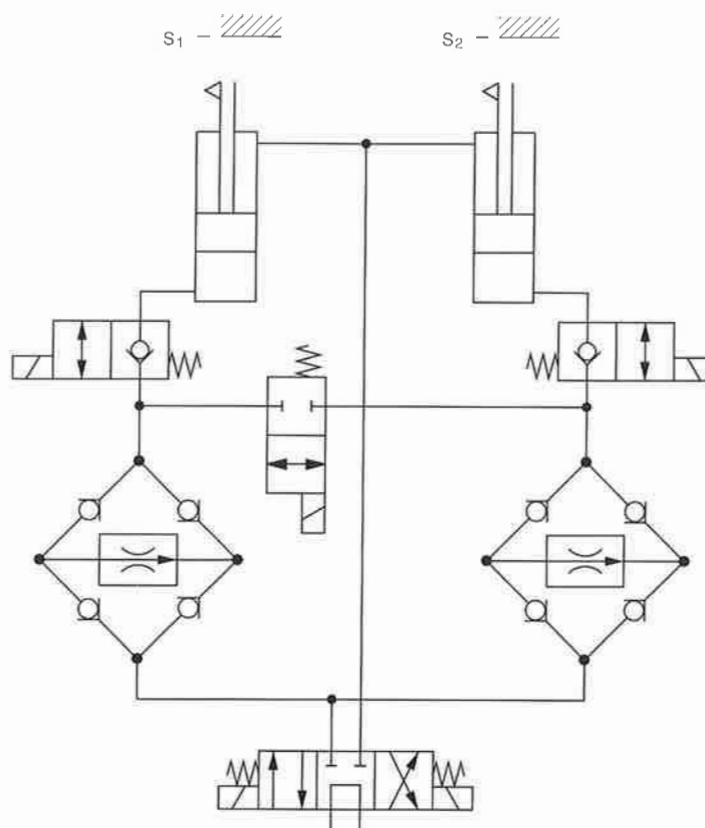
13.1 Mekanisk kopling

Når to parallellkoplede sylindere styres fra en felles retningsventil, er det ikke noen garanti for at de arbeider synkront. Årsaken er at væsken velger den minste motstands vei, slik at den sylindere som er minst belastet, blir tidligst beveget og beveget, hurtigere. Synkronisering er bare mulig hvis det finnes en form for mekanisk påvirkning.



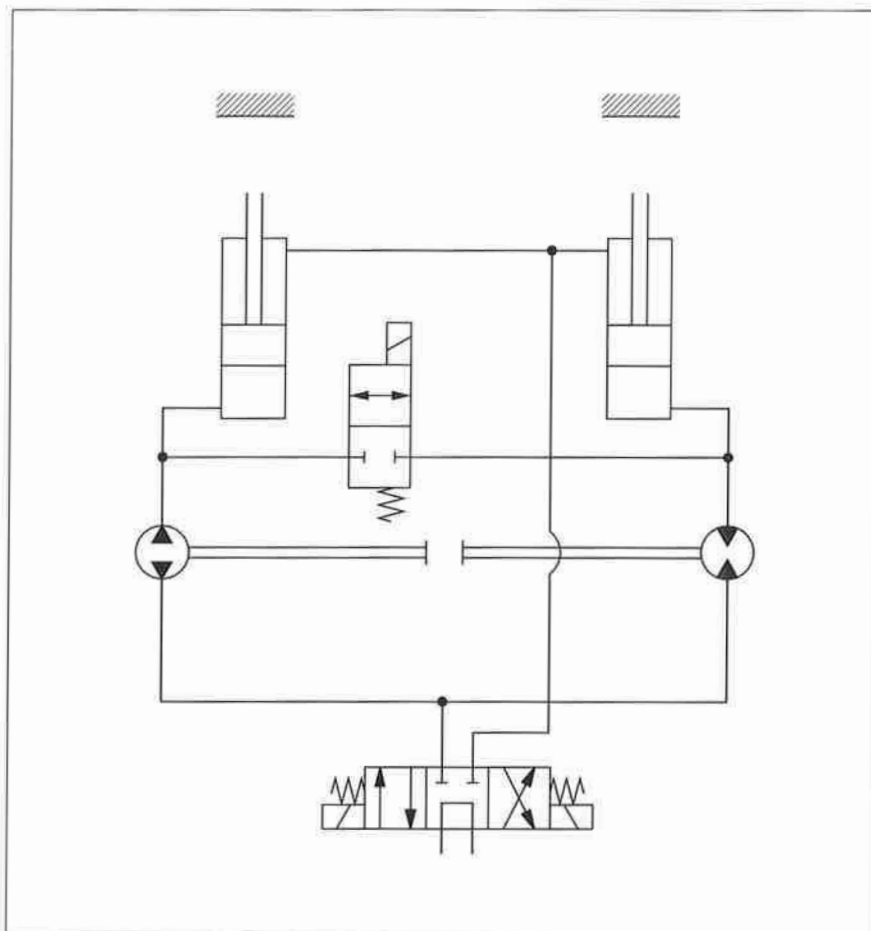
13.2 Synkronisering med volumstrømsventiler

Sylinderne kan beveges synkront ved hjelp av hydraulisk styring hvis strømmene i innløp og utløp styres av volumstrømsventiler. Denne løsningen kan imidlertid ikke garantere noen vesentlig nøyaktighet. Fordi volumstrømsventiler bare virker i en retning, må man bruke en Graetz brokopling. Det er mulig å justere sluttstillingen til en sylinder ved å bruke en 2/2 retningsventil som styres av grensebrytere. Når begge grensebryterne er aktivert, kan ventilen stenge fordi begge sylindere er i endestilling.



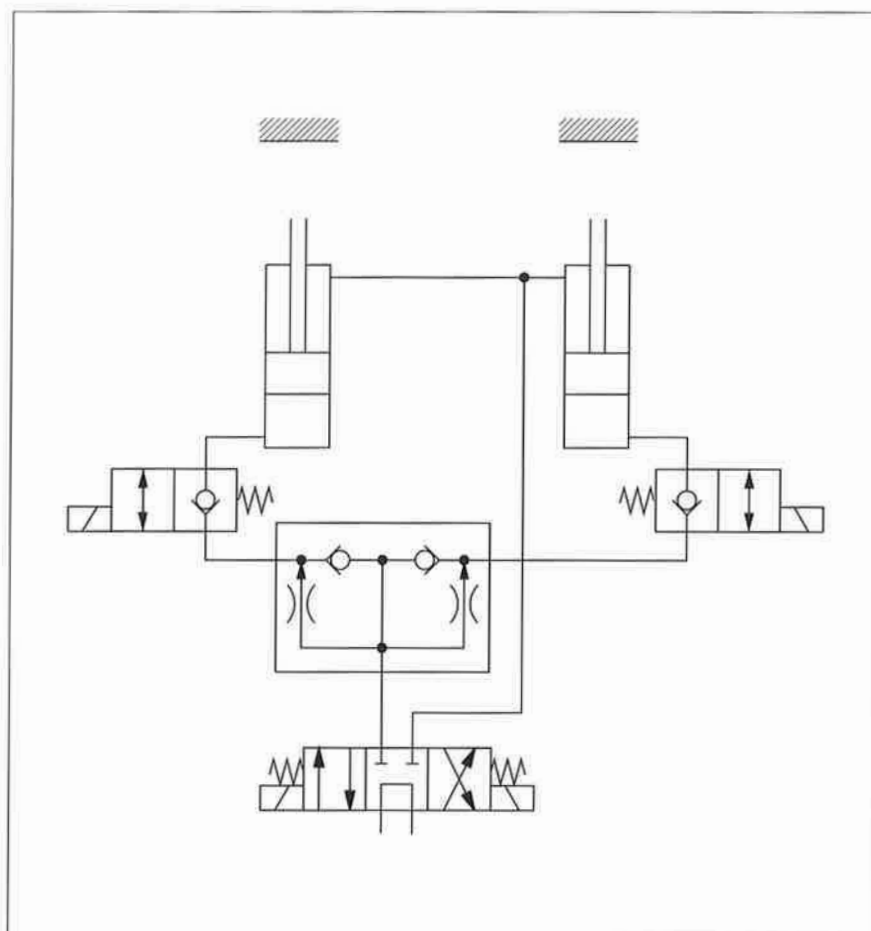
13.3 Synkronisering med retningsstyrte pumper

Volumstrømmen kan deles opp i to retninger med to mekanisk koblede pumper. Hvor nøyaktig synkroniseringen blir, avhenger av deres volumetriske virkningsgrad, trykkforskjellen og turtallet. Synkronisering av sluttstillingene kan oppnås med en 2/2 retningsventil.



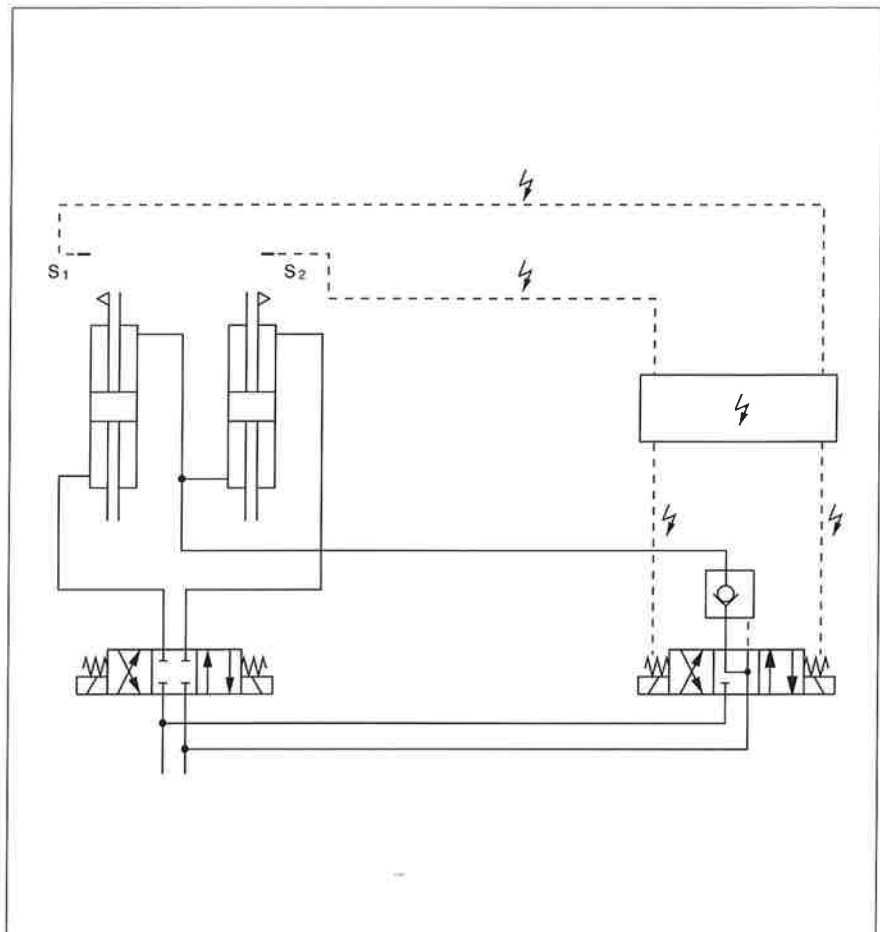
13.4 Synkronisering med ventiler for oppdeling av volumstrømmen.

Strømdeleventiler arbeider bare i én retning. Skal sylindrene gå synkront tilbake, må det monteres en annen fordelingsventil på trykksiden av sylindrene.



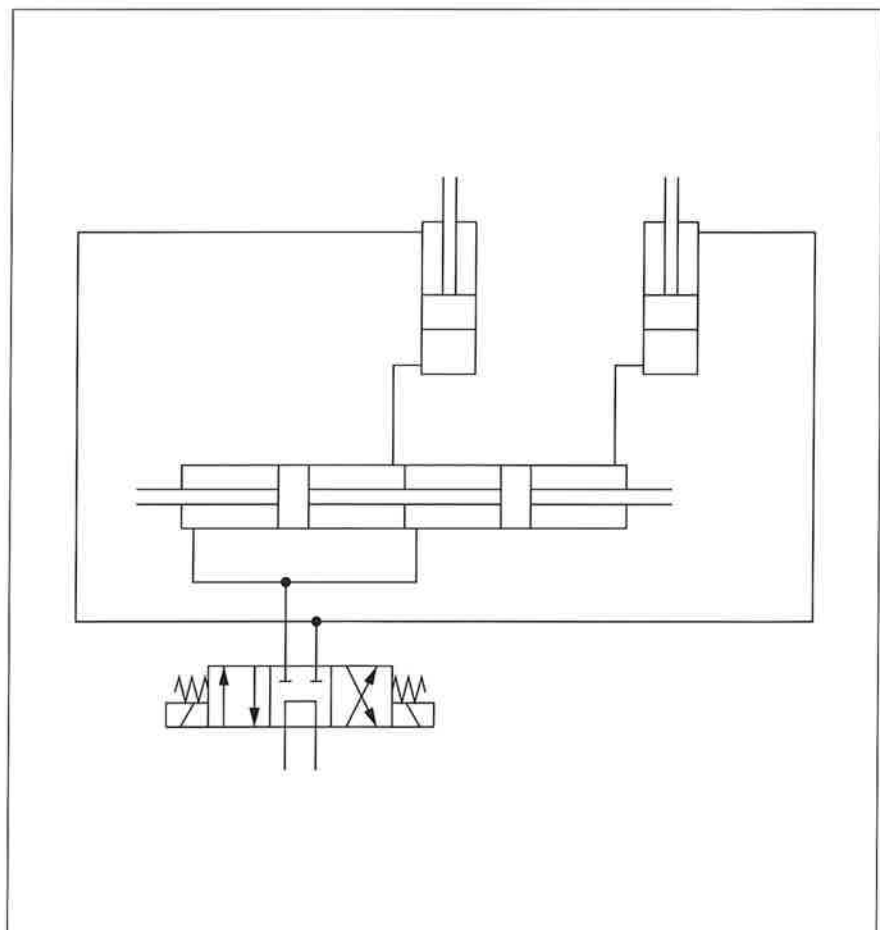
13.5 Synkronisering ved seriekopling

En temmelig nøyaktig løsning på problemet får vi med de to sylindrerne koplet i serie. I dette tilfellet blir den strømmen som tilføres sylinder nummer to, målt ved utløpet av den første sylindren. Det er da en forutsetning at arealet på den første sylinders stempel er like stort som arealet på innløpet til den andre sylindren. Det oppnås ved å bruke to like sylindere med gjennomgående stempelstenger. Justering av sluttstillingen krever at det monteres en forstyrt tilbakeslagsventil. Avhengig av hvilken av de to grensebryterne som først aktiveres, vil oljen enten ledes til, eller dreneres fra forbindelsesledningen mellom de to sylindrene.



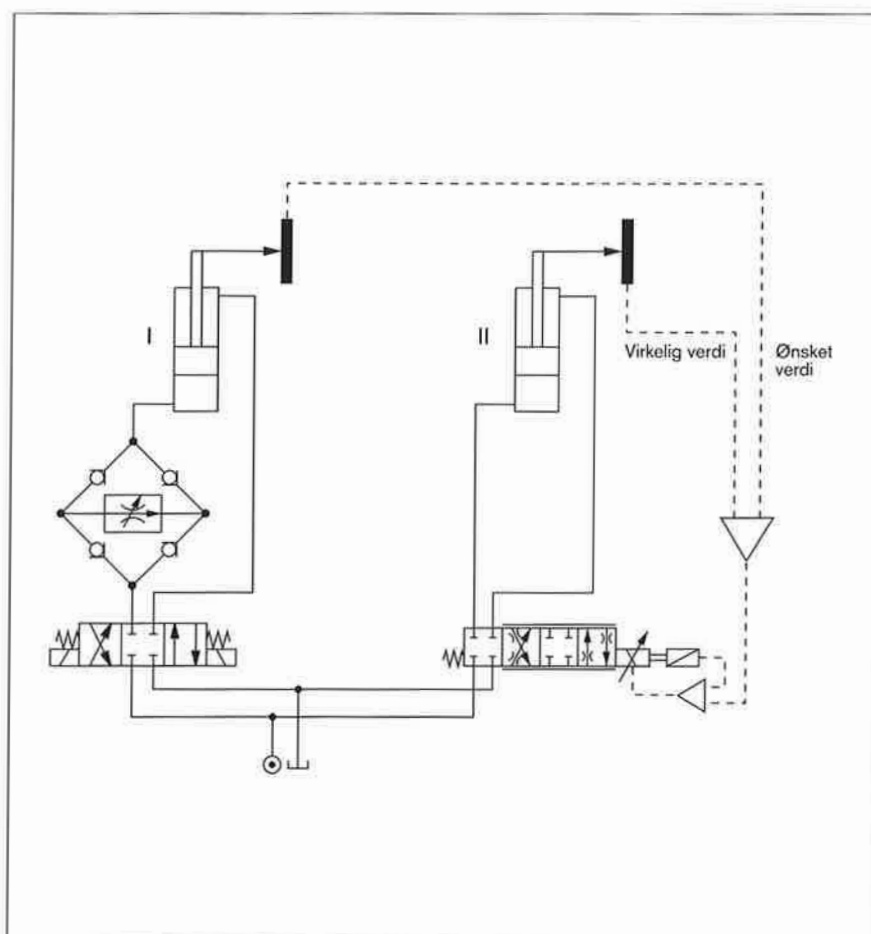
13.6 Synkronisering med doseringssylinder

En doseringssylinder består av flere mekanisk sammenkoblede sylindere. Den har lik slaglengde i begge retninger.

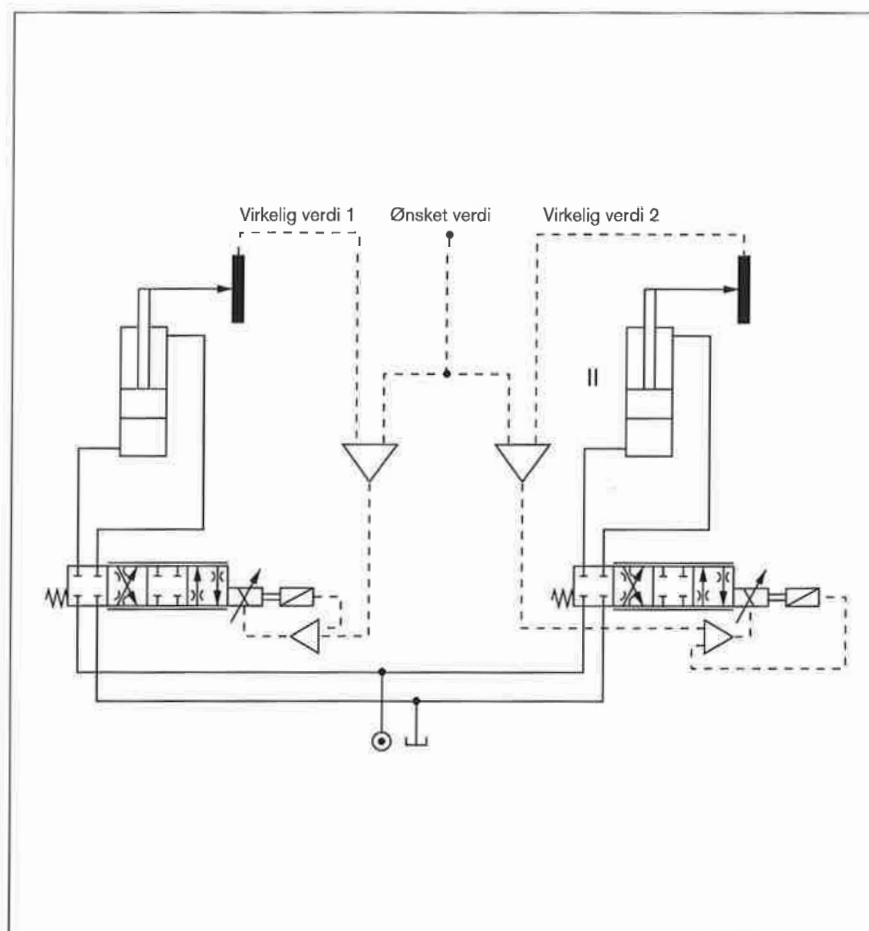


13.7 Elektrohydraulisk synkronisering av stempelbevegelse

Det kan oppnås en god nøyaktighet i synkronisering av bevegelsene i to sylindere ved å benytte styring i en lukket krets. Figuren viser en løsning der basishastighet for sylinder I bestemmes av en volumstrømsventil koplet i en Graetz bro. Sylinderens bevegelse registreres av en stillingsføler som sender et analogt signal til systemet for styring av stillingen i den andre sylinderen. Styresystemet består av en servoventil som virker som det bestemmende styreorganet, en elektronisk servoforsterker og en stillingsføler II som registrerer den virkelige bevegelsen.



Det finnes en versjon av synkronisert bevegelse som består av to eller flere parallellkoplete styrekretser. De har felles inngang for innstilling av ønsket verdi.



14 Lukket kretsløp

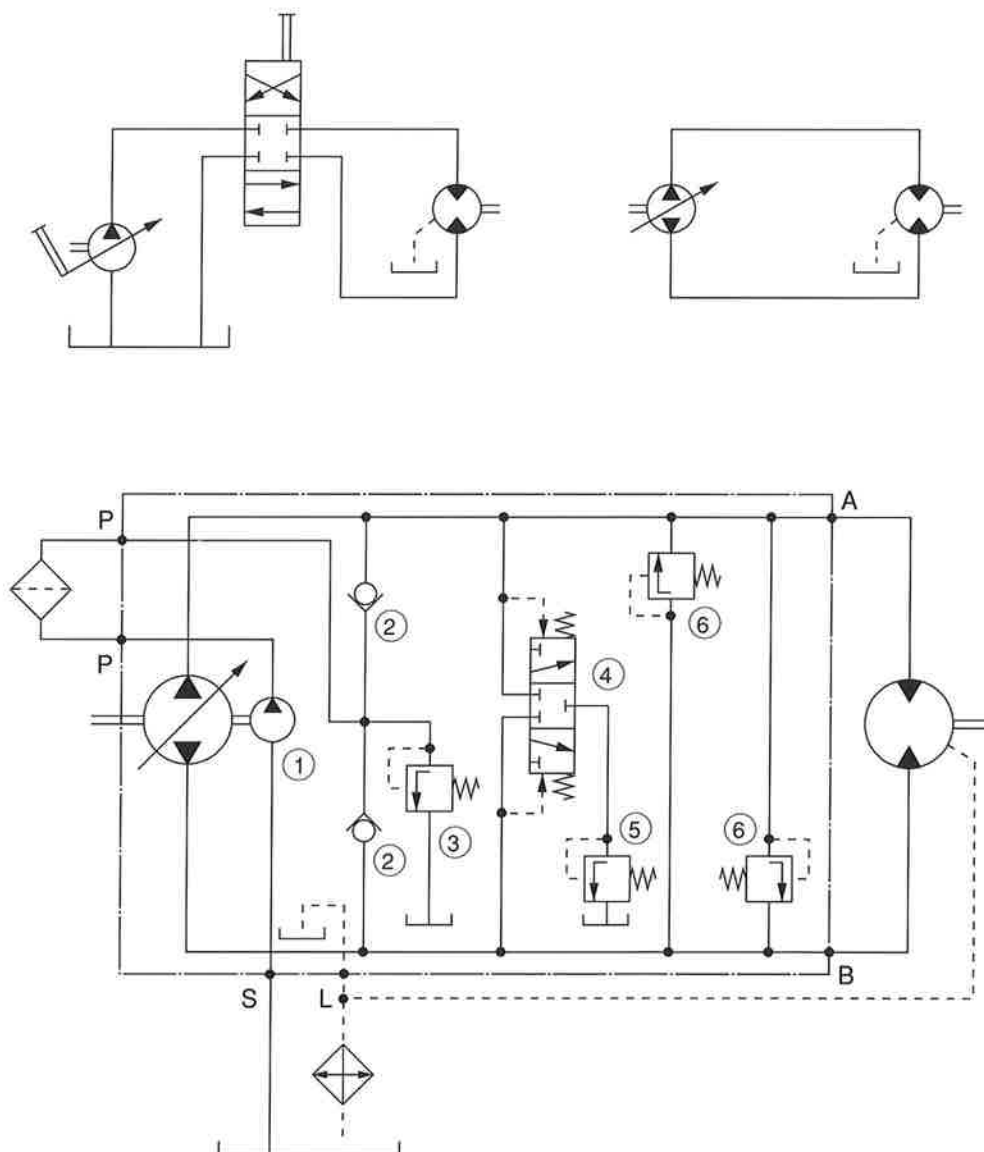
I et åpent kretsløp blir returstrømmen fra lasten ledet til tanken, og fra den suger pumpa senere opp oljen igjen. I et lukket kretsløp, derimot, blir returoljen ledet direkte fra lasten og tilbake til pumpas sugeside. Dette er bare mulig for laster som har like innløps- og utløpsstrømmer. Derfor benyttes dette hovedsakelig ved hydrauliske motorer. Sammenstillingen av en regulerbar pumpe og en hydraulisk motor kalles en **hydrostatisk transmisjon** eller en **hydrostatisk girboks**. Omsetningsforholdet i denne kan justeres kontinuerlig. Slike oppstillinger brukes i roterende gir for å skaffe kontinuerlig variabel akselerasjon og retardasjon. Dessuten gir det mulighet for å gjenvinne energi under bremseforløpet.

Et spesielt viktig bruksområde er som transmisjon for framdrift av tunge kjøretøyer.

For hele tiden å erstatte den oljen som lekker ut, er det nødvendig med en kontinuerlig tilførsel til oljesirkulasjonen i kretsen. Dessuten anbefales det å øke trykket på pumpas sugeside til ca. 10 – 15 bar. Dette tjener til å kompensere for de endringene som oppstår i oljevolumet på grunn av varierende trykk og temperatur. Varmeutviklingen i hovedkretsen avledes via spyling. Videre bør det vurderes å ha sikkerhetsanordninger til vern mot eventuelle høye trykk.

Disse funksjonene utføres av følgende komponenter:

- ① Pumpe
- ② Tilbakeslagsventil ved innløp
- ③ Trykkgrensingsventil ved innløp I
- ④ Spyleventil
- ⑤ Trykkgrensingsventil ved innløp II
- ⑥ Trykkgrensingsventil for høye trykk

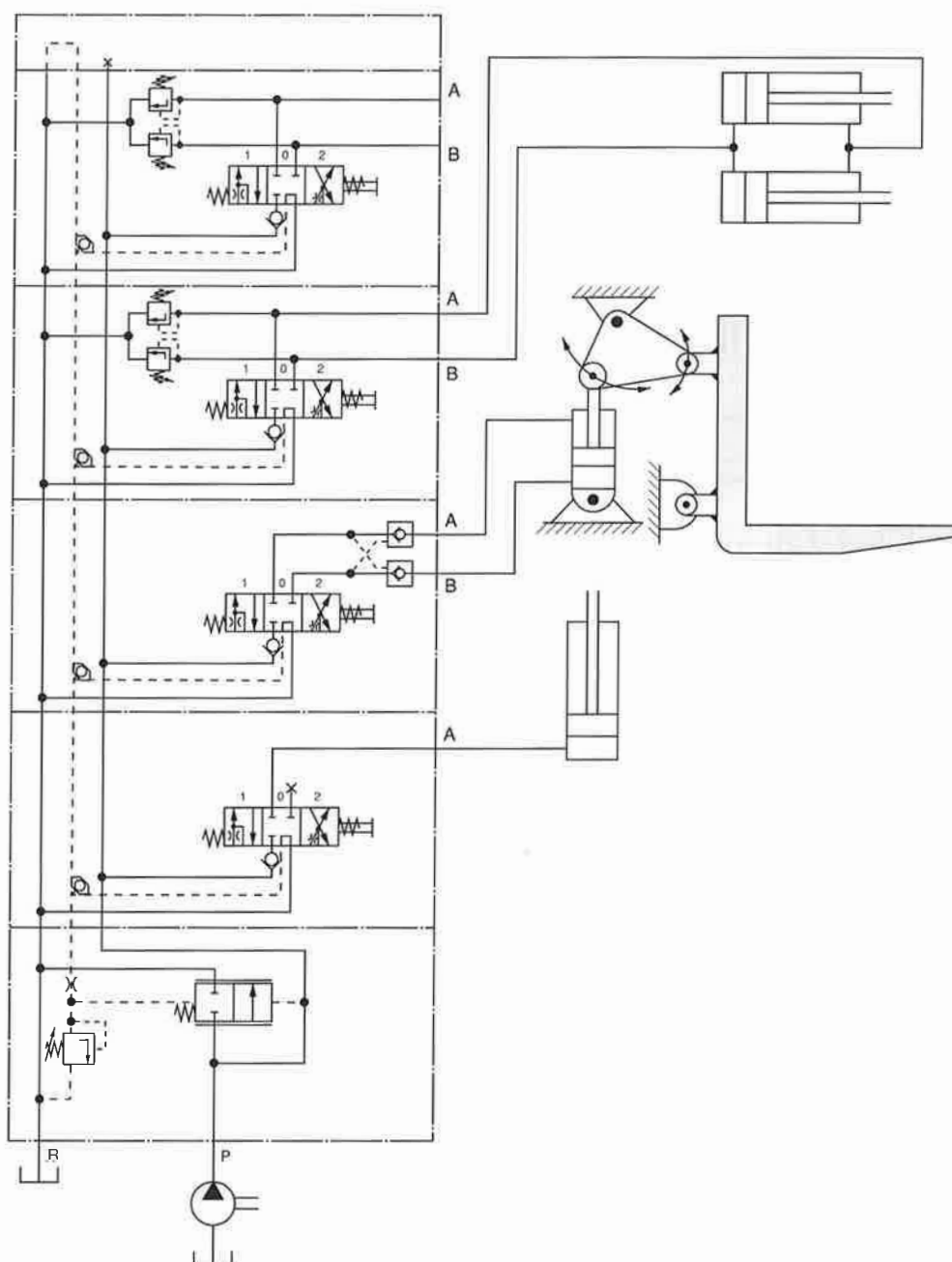


15. Eksempel på system

Her følger noen typiske eksempler på mobile og stasjonære bruksområder.

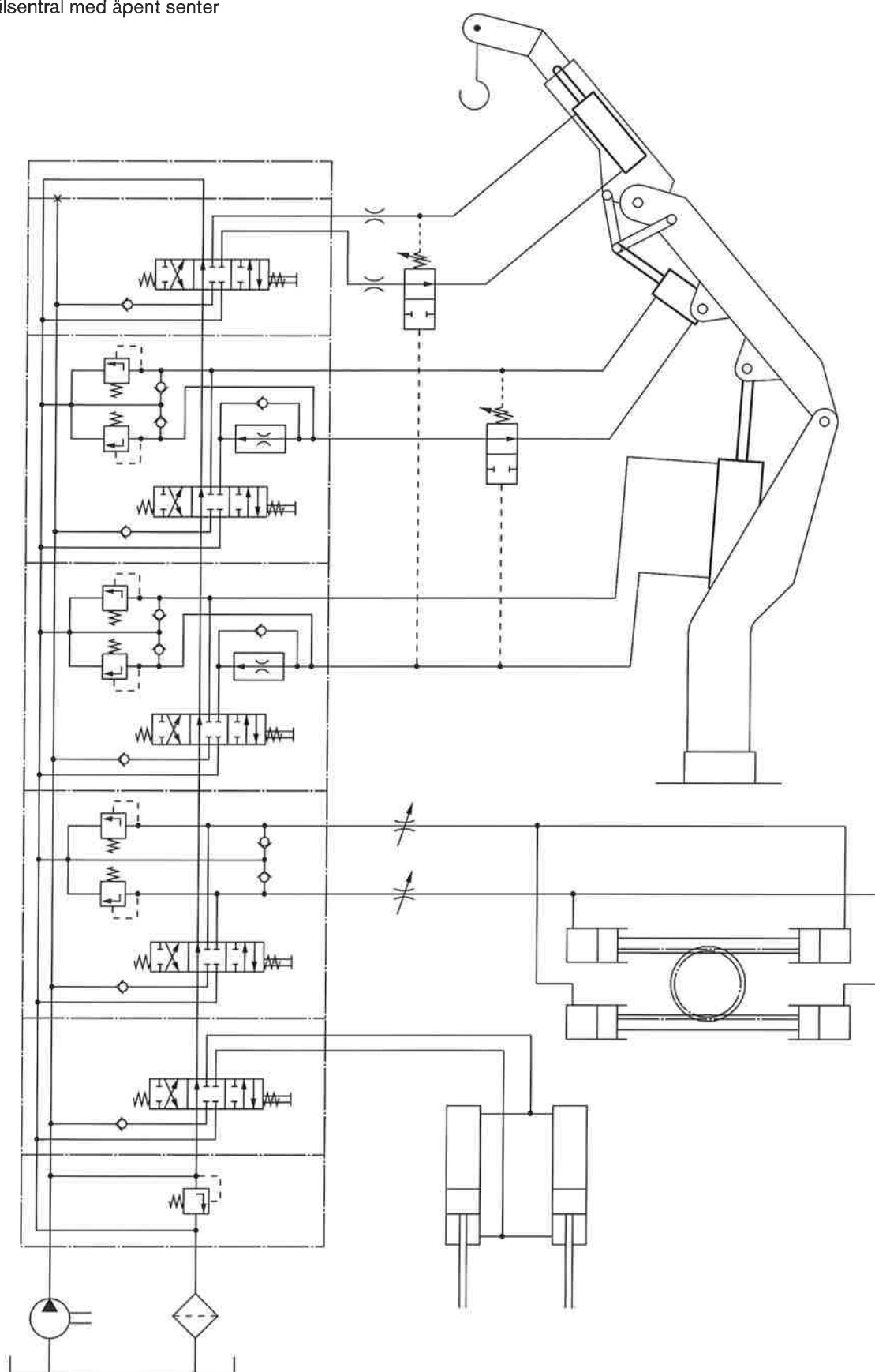
Gaffeltruckkomponenter på tungt transportutstyr

LS (Load Sensing – lastavkjennende)
ventilsentral

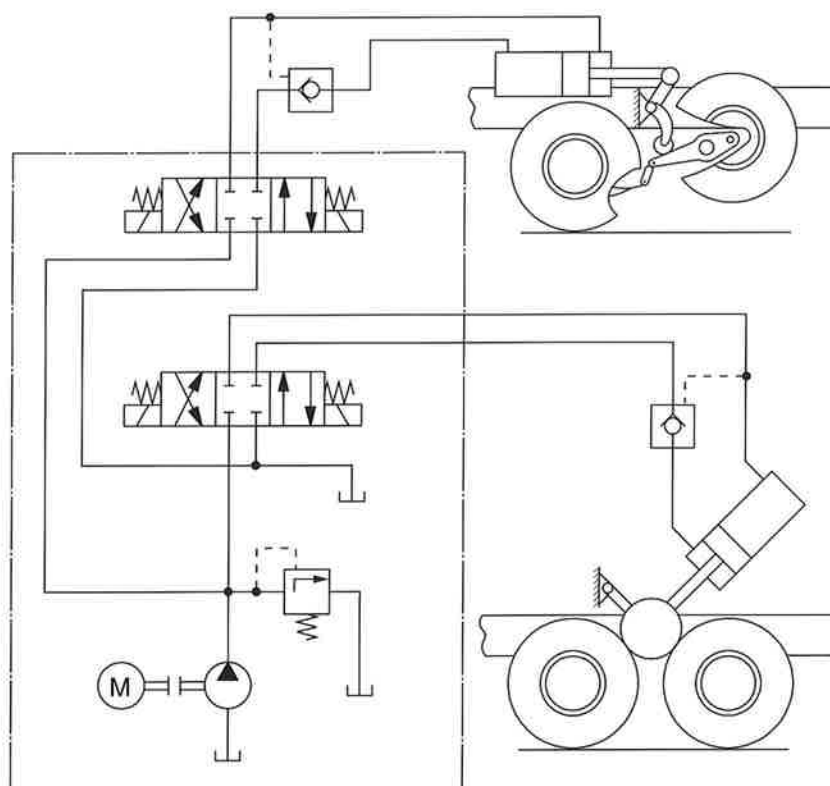


Mobilkran

Ventilsentral med åpent senter

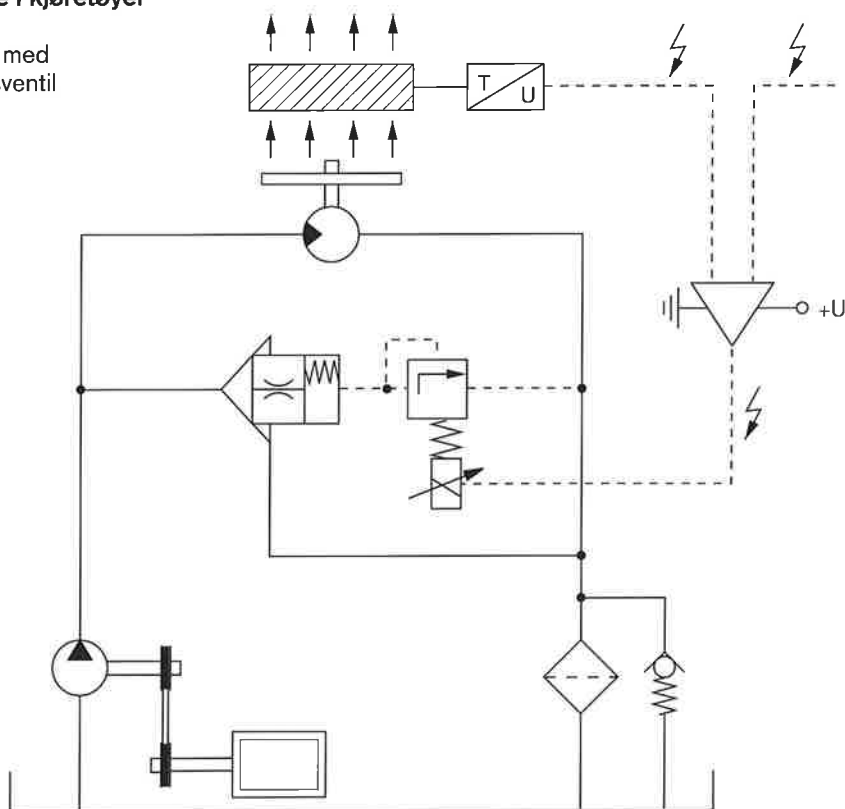


Lastebilakselheis med Robson drive

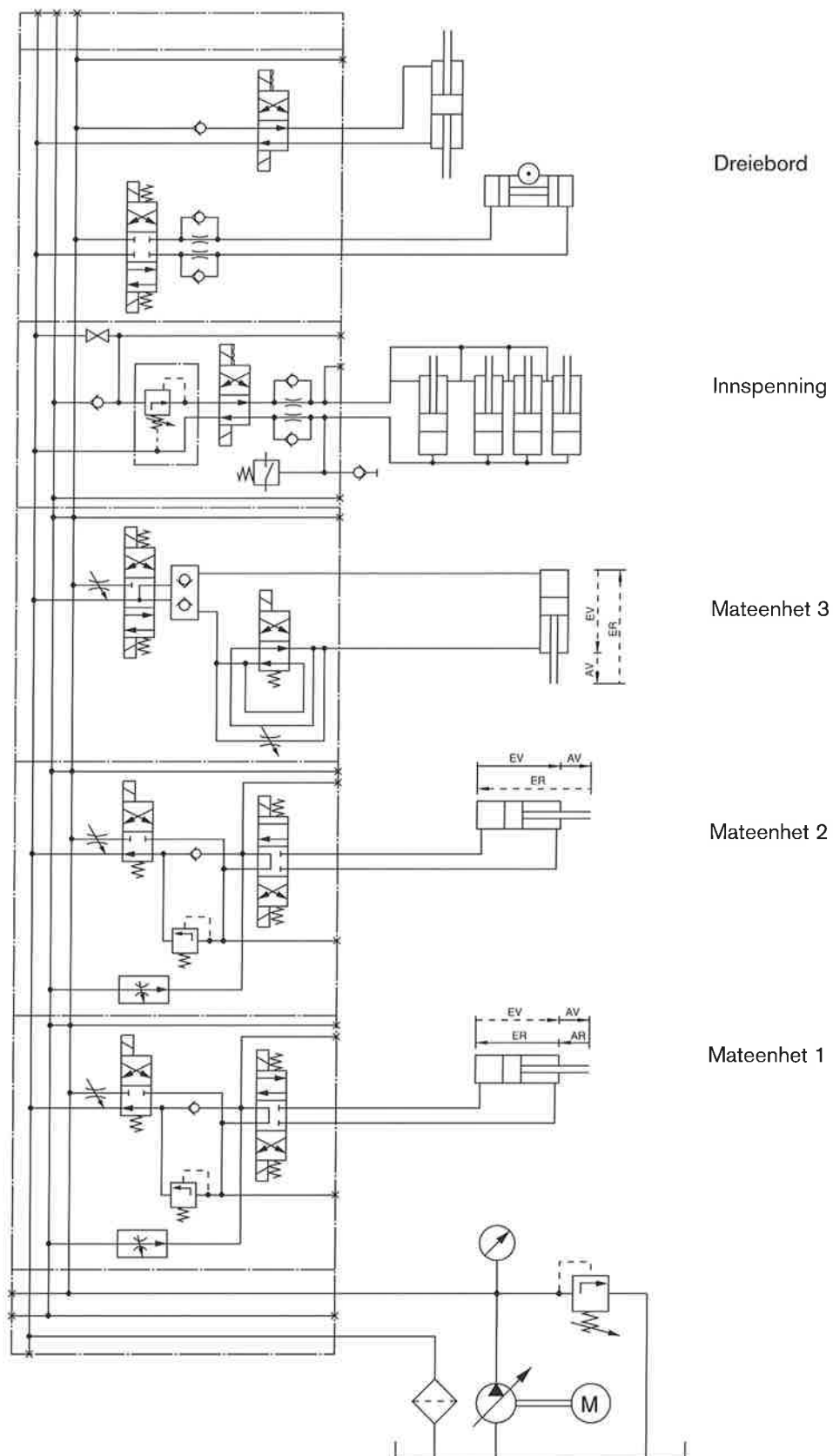


Aktivering av vifte i kjøretøyer

Temperaturstyring med
proporsjonaltrykksventil

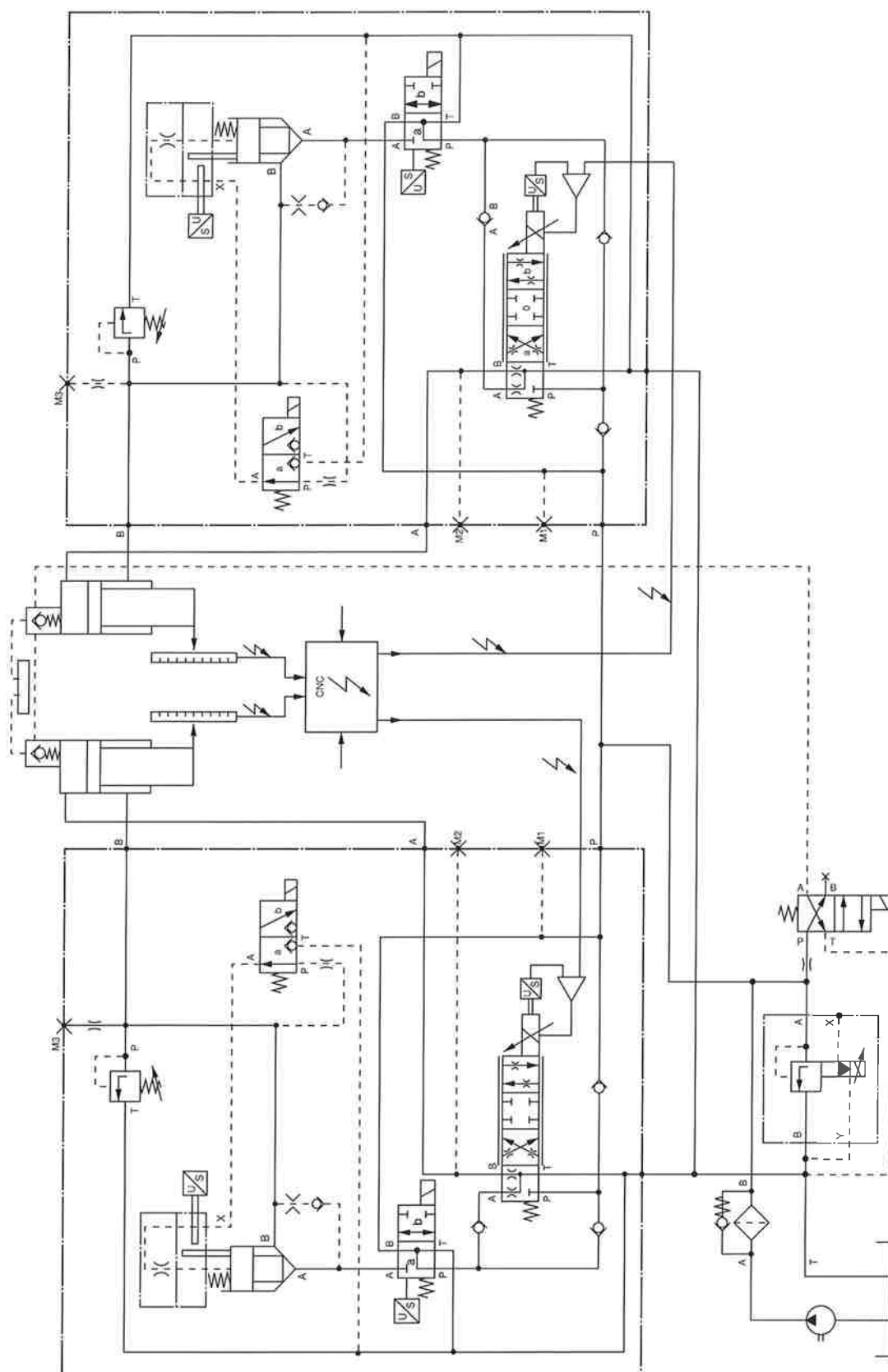


Verktøymaskiner



Bøypresse

Med synkronstyring av bevegelse



Effekttap i strømnings-regulerte kretser

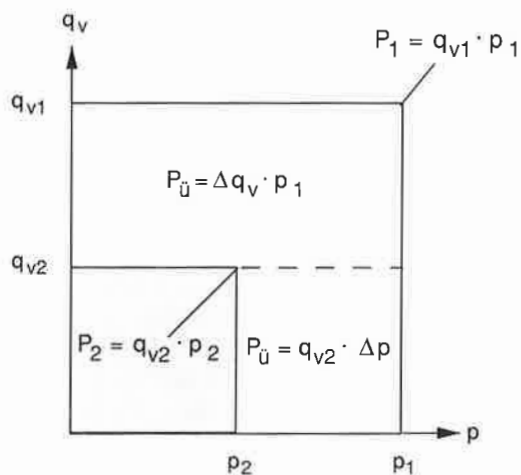
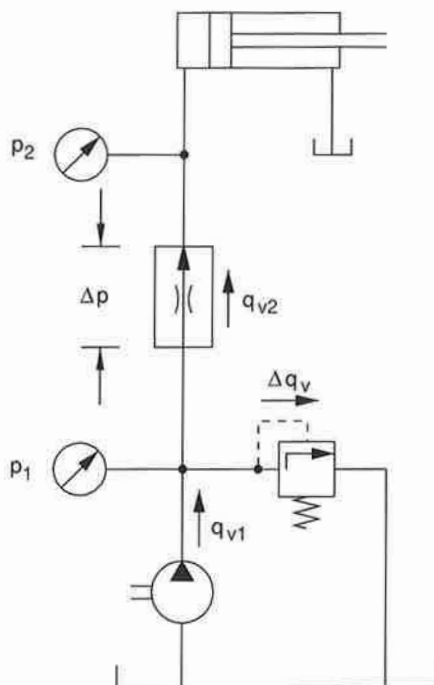
Når hastigheten i sylindre og hydrauliske motorer styres av strupinger, vil volumstrømmen q_v føre til effekttap. I det følgende blir disse tapene drøftet, og det blir vist hvordan de kan holdes på et minimum.

1. Toveis volumstrømsregulator og ikke-regulerbar pumpe

I eksemplet som er vist, forutsettes det at pumpa leverer for stor volumstrøm, og overskytende olje må avledes til tanken via en trykkgrensingsventil. Fordi den verdien P_1 som er innstilt på trykkgrensingsventilen, alltid er større enn arbeidstrykket P_2 som bestemmes av lasten, oppstår det et trykkoverskudd. Det betyr at det også er et effektoverskudd og dette vil avsettes, delvis i strupeventilen og delvis i trykkgrensingsventilen. Det blir med andre ord omsatt til varme.

Effekten er produktet av trykk og volumstrøm. Den er representert av det grå området i p - q_v -diagrammet. Det effekttapet som er et resultat av forskjellen mellom tilført effekt P_1 og nytteeffekt P_2 , vises tydelig i diagrammet. Den mest praktiske metoden for å holde dette effekttapet så lavt som mulig er å sørge for at både den overskytende volumstrømmen (pumpas størrelse) og det overskytende trykket (innstilt verdi på trykkgrensingsventilen) holdes på et minimum. Dette er imidlertid ikke alltid mulig på grunn av andre faser som må tas i betraktning i en arbeidssyklus.

I denne henseende har det overhodet ingen betydning om volumstrømmen bestemmes av en struping eller en toveis volumstrømsregulator. Det er også likegyldig om den aktuelle komponenten er montert i innløp eller utløp.

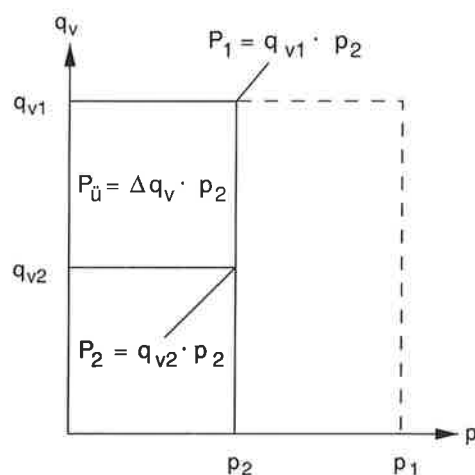
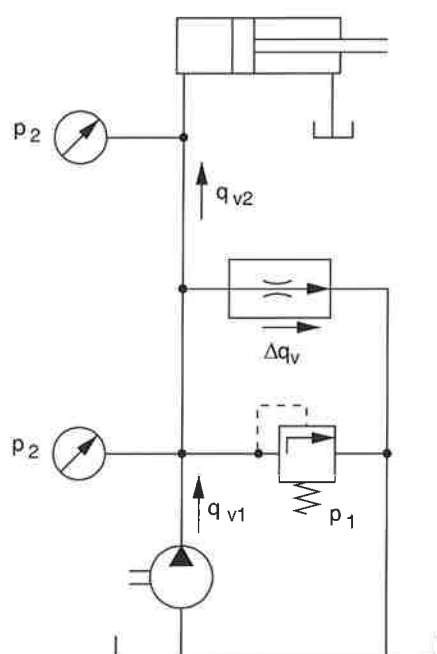
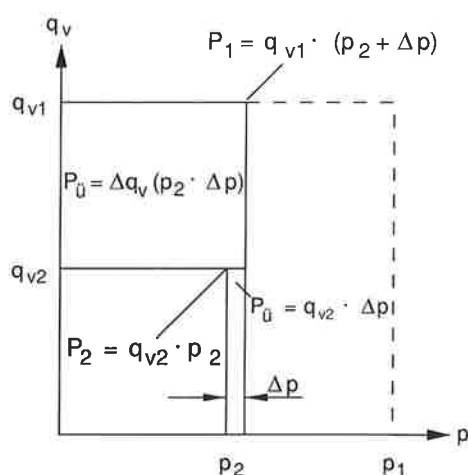
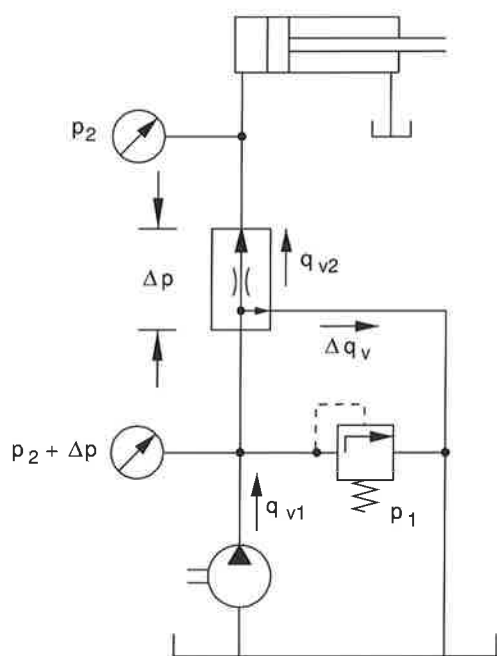


2 Treveis volumstrømsregulator og ikke-regulerbar pumpe

Når det brukes en treveis volumstrømsregulator, blir ikke den overskytende volumstrømmen ledet bort til tanken gjennom trykkgrensingsventilen, men via en tredje port som sitter i ventilen. Dette skjer imidlertid ikke ved det maksimale trykket som er innstilt på trykkgrensingsventilen, men ved arbeidstrykket p_2 pluss trykkløst differansen over strupingen i volumstrømsventilen. Denne differansen holdes konstant av en trykkgulator. Den store forbedringen i virkningsgrad er tydelig i p - q_v -diagrammet.

Toveis volumstrømsregulator i en omløpskrets

Når en toveis volumstrømsregulator er montert i en omløpskrets, er forholdene de samme som for en treveis volumstrømsregulator. Begge løsningene gir mulighet for aktivering av bare én forbruker med en enkelt pumpe. Overskytende volumstrøm kan også være nyttig.



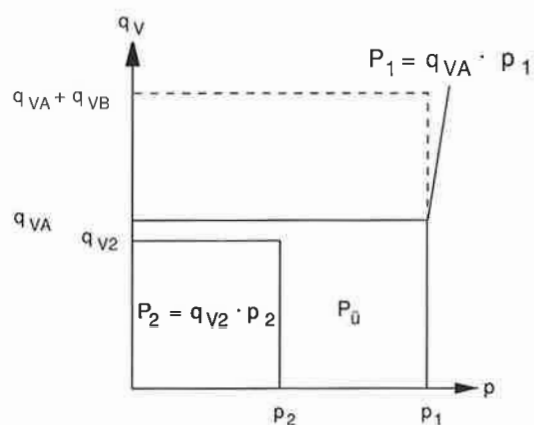
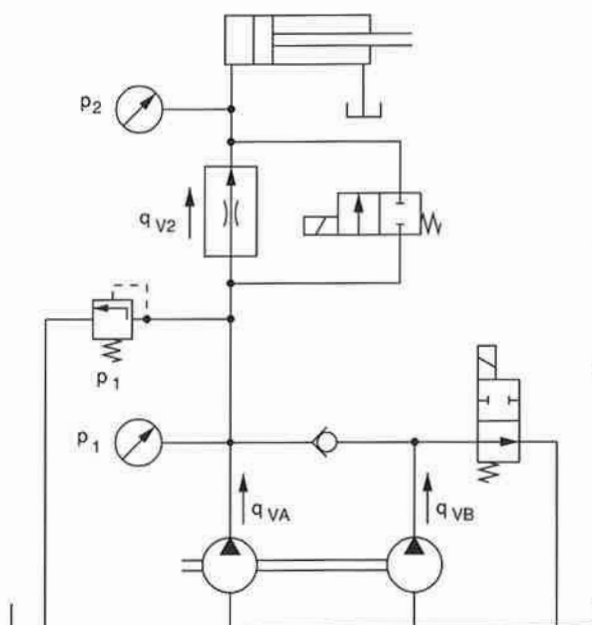
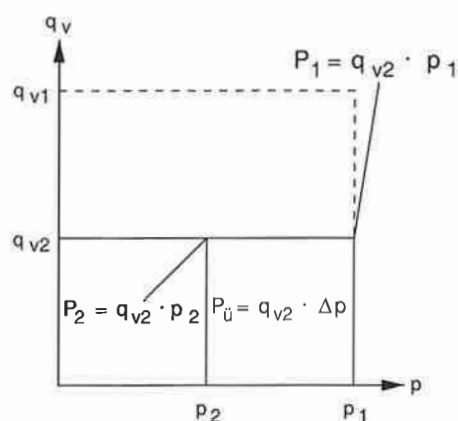
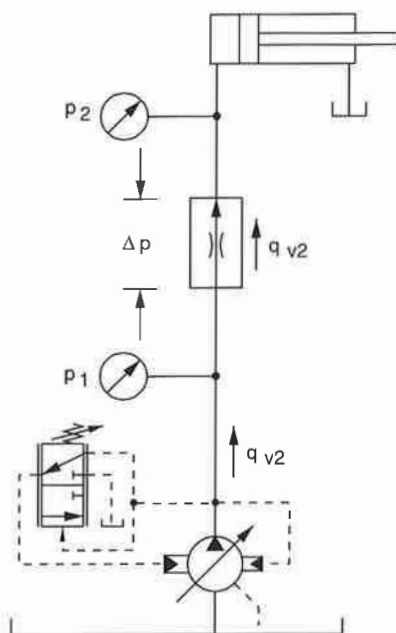
3 Toveis volumstrømsregulator og regulerbar pumpe med trykkregulator

Den regulerbare pumpe med trykkregulator kan levere en hvilken som helst volumstrøm innenfor pumpas kapasitet. I forbindelse med en volumstrømsventil vil pumpa automatisk tilpasse seg til den innstilte volumstrømmen og ikke gi noen overskytende volumstrøm. Regulering skjer imidlertid bare for trykk p_1 , som alltid må være større enn arbeidstrykket p_2 . Det betyr at pumpa arbeider mot et overtrykk, og at det blir et visst effekttap. Dette effekttapet kan reduseres til et minimum

ved tilsvarende lave innstillinger på trykkregulatoren. En ytterligere trykkbegrensningsventil er montert som en sikkerhetsforanstaltning. Med dette systemet er det igjen mulig å parallellkople to eller flere volumstrømsventiler.

4 Toveis volumstrømsregulator og to pumper

Tilpasningen til den volumstrømmen som bestemmes av volumstrømsventilen, kan også oppnås trinnvis med to pumper. Overskytende volumstrøm sendes tilbake til tanken, enten gjennom en retningsventil eller gjennom en trykkbegrensningsventil.



5 Regulérbar pumpe med kombinert regulering av trykk og gjennomstrømning

(se også side 49)

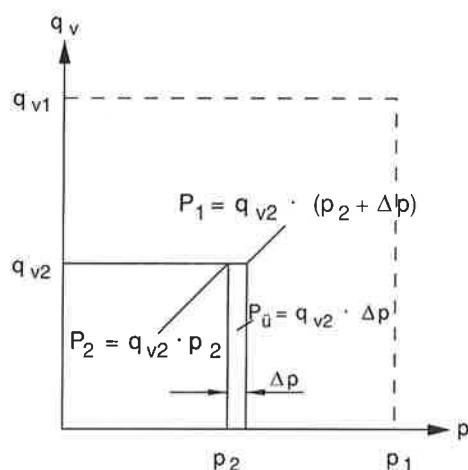
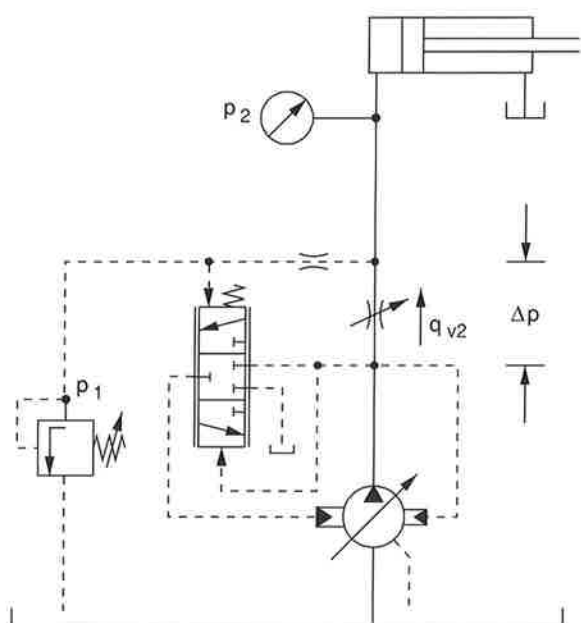
En volumstrømsventil med trykkregulator består av en måleblende og en trykkregulator.

Mens det normalt er innsnevringen i trykkregulatoren som påvirker hovedstrømmen for å holde en konstant trykkdifferanse ved måleblenden, vil trykkdifferansen i dette tilfellet påvirke innstillingen av pumpen. Det betyr at pumpas volumstrøm automatisk tilpasser seg til den verdien som er innstilt

på måleblenden. Det skjer uavhengig av det aktuelle arbeidstrykket. Prinsippet er kjent som "load sensing". Lastavkjenning. Som p - q_v -diagrammet viser, resulterer dette i en meget gunstig virkningsgrad. Trykkdifferansen ved måleblenden multiplisert med volumstrømmen q_{v2} er lik effekttapet, som er relativt lite.

Den nøyaktigheten som kan oppnås for volumstrømmen, er meget god fordi måleblenden avkjenner denne strømmingen direkte. Endringer i virkningsgraden på grunn av trykkvariasjoner blir fullstendig kompensert som et resultat av dette.

Det bør nevnes at pumpa bare kan levere til en enkelt last om gangen.



6 Regulering av hastighet med direkte pumpejustering

Med hensyn til virkningsgraden er den beste metoden for styring av hastigheten å justere pumpas levering i samsvar med lastens behov for volumstrøm. Pumpa kan justeres manuelt, hydraulisk eller elektrisk. Justeringen kan være med eller uten servostøtte. Denne metoden brukes for eksempel i hydrostatiske transmisjoner for kjøretøyer.

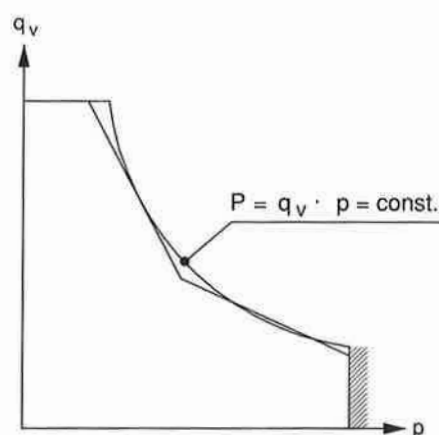
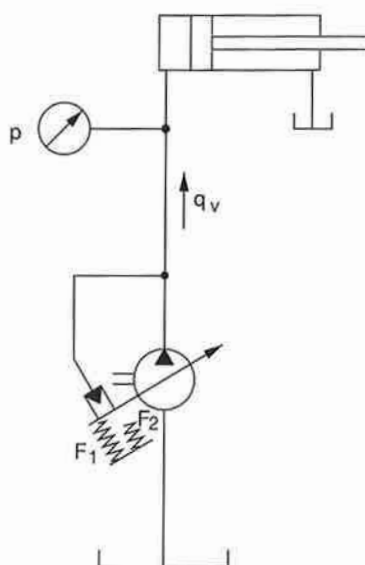
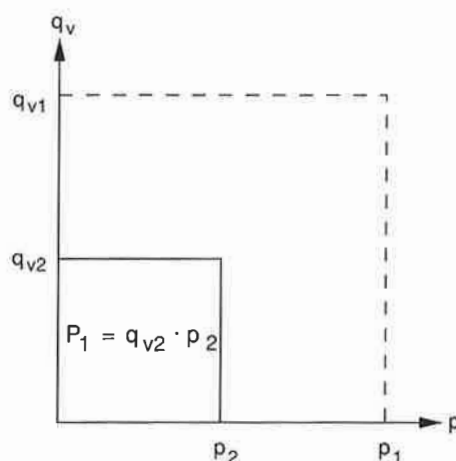
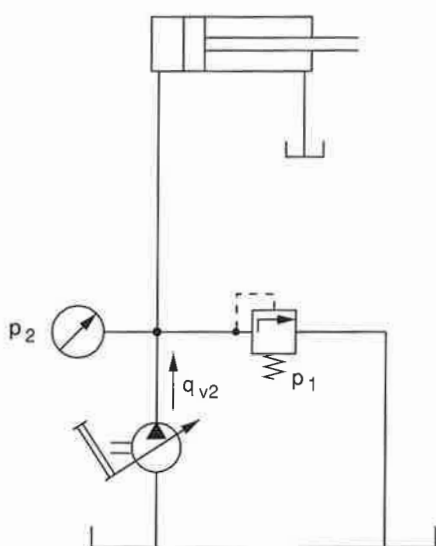
Det oppstår problemer i stasjonære anvendelser, men disse problemene kan løses med en bedre reguleringsnøyaktighet.

Som et eksempel kan det nevnes at endringer i virkningsgraden ved forskjellige trykk vil ha en negativ effekt på resultatet hvis ikke lasten er en del av et lukket kretsløp.

7 Regulerbare pumper med effektbegrensning

Med disse systemene vil endring av volumstrømmen være avhengig av arbeidstrykket og følge en karakteristisk kurve for konstant effekt. (Hyperbelen $p \cdot q_v = \text{konstant}$).

På denne måten vil lastens hastighet eller turtall automatisk tilpasse seg til nødvendig kraft eller dreiemoment. Installert driveffekt blir alltid fullt utnyttet.



Funksjonsdiagrammer

1 Generelt

Tydelige og lett forståelige diagrammer viser sekvensen av funksjonene til de ulike elementene i en maskin eller en styrekrets.

Presentasjonsformen og symbolene er fastlagt i VDI retningslinjer 3260.

Disse diagrammene letter forståelsen av komplekse styringer, og de er til stor hjelp ved idriftsetting av en installasjon og ved feilsøking.

Funksjonsdiagrammer egner seg til både hydrauliske, pneumatiske, elektriske og mekaniske styringer. Spesielt i sammensatte systemer (for eksempel elektrohydrauliske systemer) gir de grunnlag for en lett forståelig presentasjon på tvers av faglige grenser.

2 Oppbyggingen av en styrekrets

Enhver styring består av minst én styrekrets, og denne består i sin tur av en rekke elementer. Med hensyn til den rekkefølgen de virker i, kan de grupperes slik:

① Signalelement

Dette omformer kvantiteten i et inn-gangssignal til et signal som er egnet til styring, det kan for eksempel være trykknapper, grensebrytere, trykkbrytere eller fotoceller.

② Styreelement

Dette forsterker, lagrer og sammen-kopler signalflyt, det kan for eksempel være releer, sjalteventiler eller vekselventiler.

③ Reguleringsselement

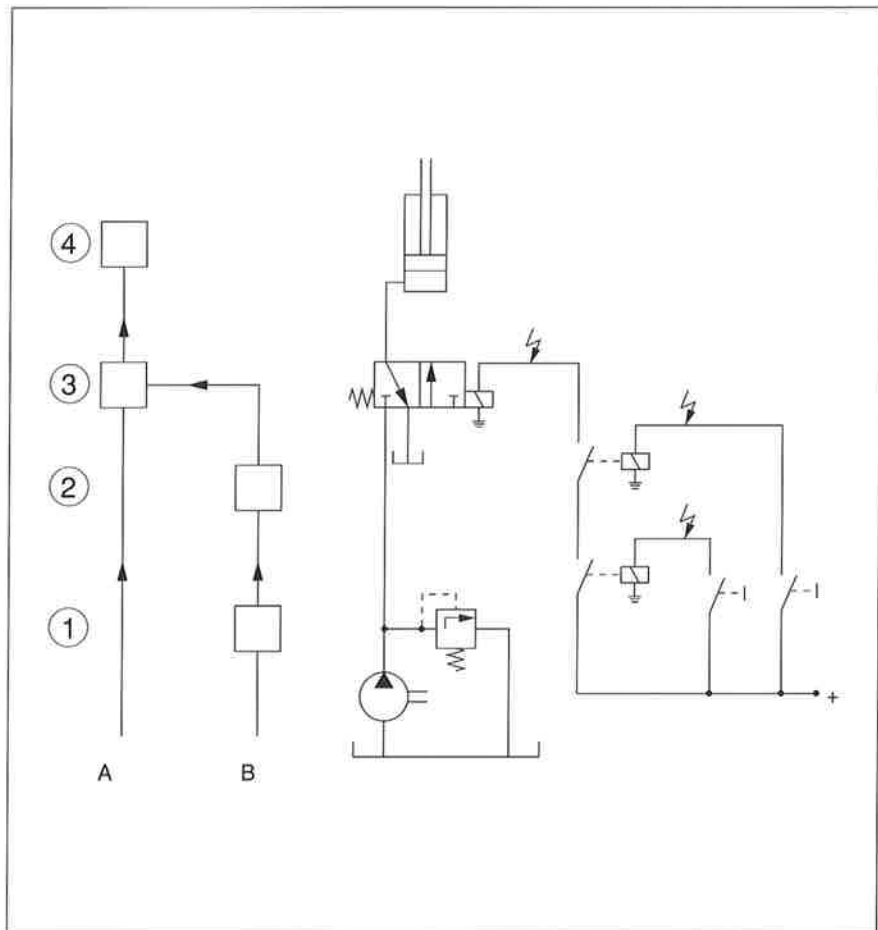
Dette regulerer energiflyten i systemet og påvirker drivelementene, det kan for eksempel være retnings-ventiler, koplinger og kontaktorer.

④ Drivelement

Her blir tilført energi omformes til mekanisk arbeid, det kan for eksempel være sylindre, motorer eller magnetpoler.

I den elektrohydrauliske oppstillingen som er vist, er styrekretsen delt opp i to veier; den ene for styreenergi A og den andre for signalenergi B.

Forbindelsen mellom veiene skjer ved reguleringsselementet.



3 Illustrasjon av de enkelte elementene

3.1 Signalelementer

Symbolene som er vist er standardisert for manuelt betjente brytere og trykknapper. Signalflyt som funksjon av betjeningen vises med signallinjer som går ut fra symbolet.

Mekanisk betjente signalelementer, for eksempel grensebrytere, er vist med et punkt på den funksjonslinjen som kommer ut fra drivelementet.

Signallinjene kommer i sin tur fra punktet.

Trykkbrytere er vist som et kvadrat med bokstaven "p" sammen med angivelse av trykket.

Manuelt betjent bryter



På



Av



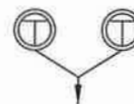
På/Av



Lett berøring



Automatikk



Dobbelt velger med bryter



Kanalvelger



Nødbryter

Grensebrytere



I sluttstilling eller kort aktivisering under bevegelse



Aktivert over en viss tid under bevegelse

Trykkbryter

p 5 bar

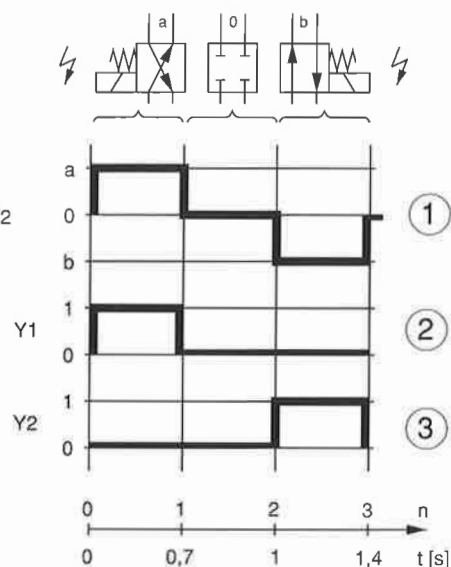
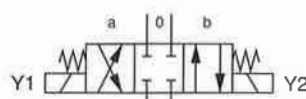
3.2 Styre- og regulerings-elementer

Trinnvis styringer med fordelings-element, magnetpoler og kretser med to eller tre sjaltestillinger, blir vist med en tykk funksjonslinje langs tidsaksen. Sjalteventiler magnetpoler og releer i av/på styringer, har vanligvis to eller tre spesifikke stillinger. Hver stilling vises med en tykk, vertikal funksjonslinje som gjelder for en bestemt koordinat for trinn eller tid.

① 4/3 retningsventil (3 stillinger)

② Magnetpole 1 (2 stillinger)

③ Magnetpole 2 (2 stillinger)



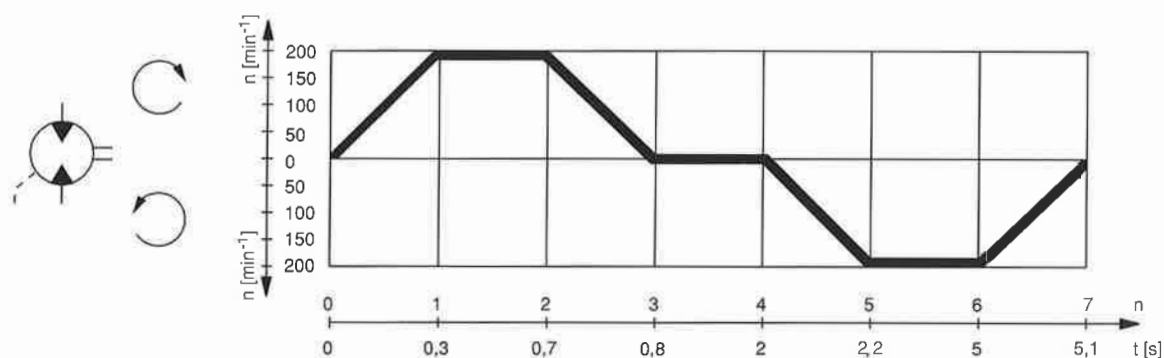
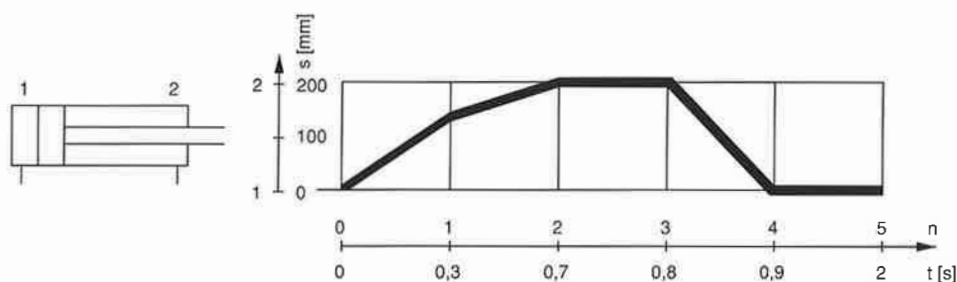
3.3 Styreelement

En nøyaktig illustrasjon som viser rekkefølgen av bevegelser, finnes i diagrammet som har to koordinater. Stempelbevegelsen, uttrykt i millimeter, eller sylinderens stilling (stanga ute eller inne), vises på den vertikaleaksen. Den horisontaleaksen er delt opp i samsvar med de enkelte sjalte-trinnene og kan inneholde ytterligere opplysninger om tidsforløp. I dette tilfellet er tidsaksen ikke lineær. I stedet for en lineær skala for sjalting kan man bruke en lineær tidsskala.

Avhengig av de verdiene og parametrene som er vist, snakker vi om et **rekkefølgediagram** eller et **tilstandsdiagram**.

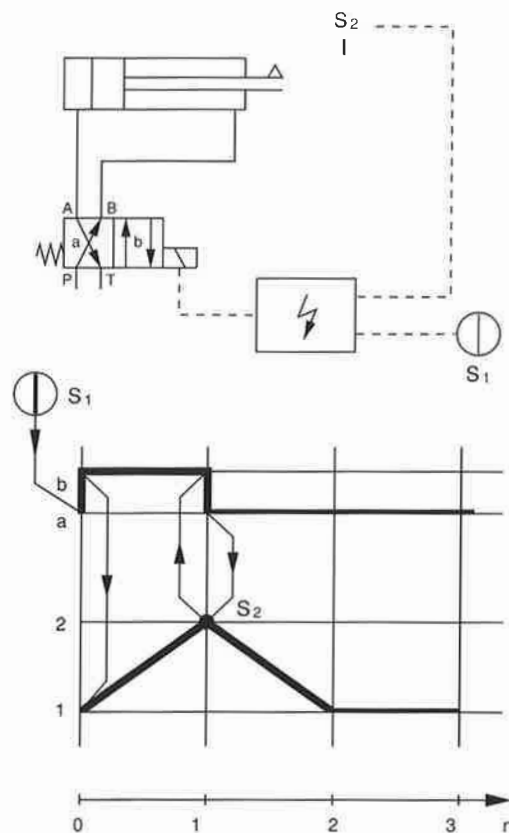
Skrå linjer representerer bevegelse og horisontale linjer representerer stillstand. Skrålinjenes ulike hellingsvinkler gir et bilde av de ulike hastighetene.

Funksjonen til en hydraulisk motor med roterende bevegelse illustreres på liknende måte.



4 Presentasjon av signalbehandling

Signalflyt vises med tynne linjer og piler. Disse går ut fra signalelementene og går via de påvirkede styreelementene til drivelementene. Avhengig av rekkefølgen av funksjonene er de viste elementenes funksjonslinjer plassert skrittvis eller i tidsmessig rekkefølge langs trinn- eller tidsaksen.



Signalenes sammenknytning vises med tilsvarende forbindelser mellom signallinjene.

“OG”-betingelse

Flere signalutganger må alle være aktive samtidig for å utløse en endring av tilstanden for et gitt element.

“ELLER”-betingelse

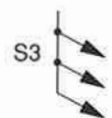
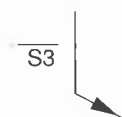
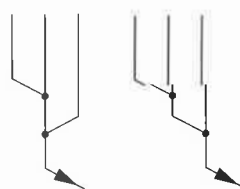
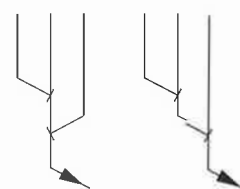
Flere signalutganger kan, uavhengig av hverandre, utløse samme endring av tilstanden for et gitt element.

“IKKE”-betingelse

Endring av tilstanden for et gitt element utløses når signalutgangen ikke er aktiv.

Signalforgrening

Endringen av tilstanden for flere elementer utløses av én signalutgang.



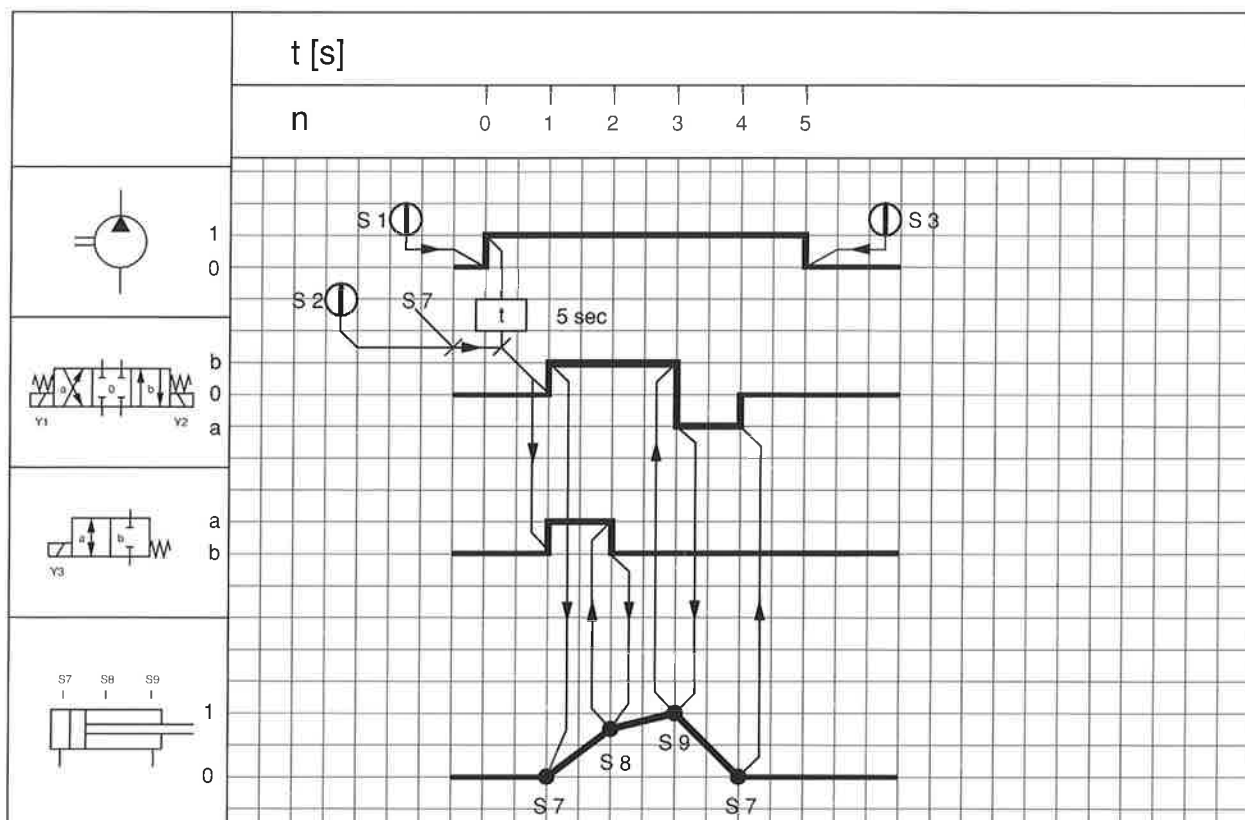
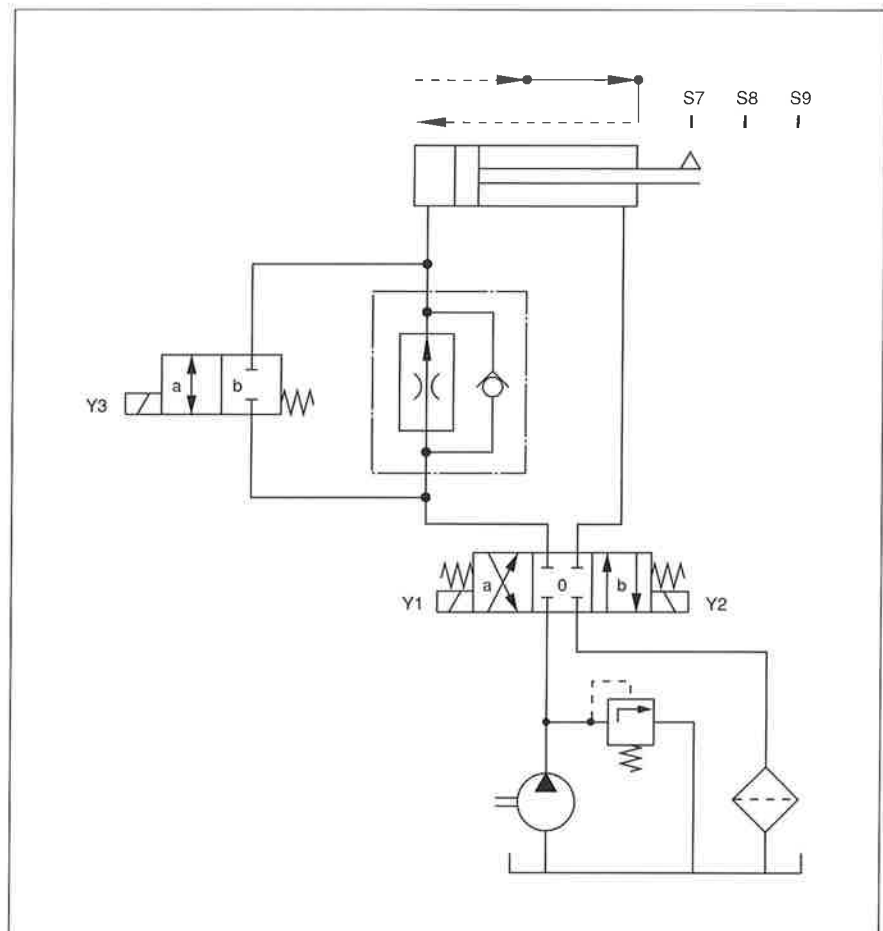
5 Eksempel

Det hydrauliske koplingsskjemaet til høyre viser styrekretsen til en sylinder (et drivelement). Bevegelsene av denne sylinderen består av "hurtig framover", "arbeidsgang framover" og "hurtig tilbake". Som reguleringselementer brukes elektrisk styrte retningsventiler. Signalelementene utgjøres av følgende manuelt betjente trykknapper:

En for PÅ, en for AV og tre grensebryter, S7, S8 og S9, ved ytterstillingene til bevegelsens start og slutt, og ved punktet for sjalting fra hurtig framover til arbeidsgang framover.

Funksjonsdiagrammet vises på det standardiserte skjemaformatet nedenfor. Det viser tilstanden for drivelementet, sylindere og reguleringselementene. Elementene for elektrisk styring er ikke vist.

Det er en forutsetning at pumpa er startet i god tid før den aktuelle rekkefølgen av operasjoner kan gjennomløpes. Det er en tidsbryter som sørger for at den startes i rett tid.

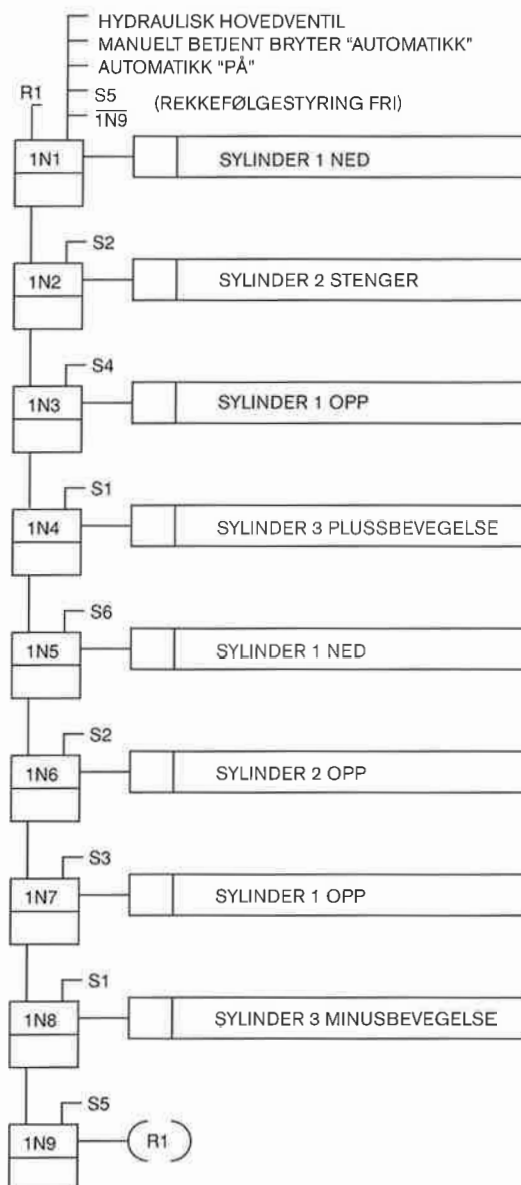


6 Funksjonsdiagram ifølge DIN 40719

En kompleks styring kan ikke illustreres i detaljer ved hjelp av et rekkefølgediagram. Funksjonsdiagrammet er ett av alternativene til løsning av dette problemet. Det blir stadig mer brukt som grunnlag for programmering med SPS reléteknologien.

Illustrasjon av styringsoppgaver ved hjelp av et funksjonsdiagram baseres på signalflyt mot utgangen og har ikke noe å gjøre med det aktuelle systemet.

Funksjonsdiagrammet utgjør et grensesnitt mot ulike teknologier, for eksempel mekanikk, pneumatikk, hydraulikk, elektroteknikk og databehandling. Funksjonsdiagrammet gjør det mulig å spesifisere de vesentlige egenskapene for styringsoppgaver. Dette kan gjøres så detaljert som det er nødvendig for en effektiv utnyttelse av disse.



Idriftsetting og vedlikehold

1 Innledning

Forutsetningen for at en maskin skal arbeide uten problemer, er at fabrikantens instruksjoner for drift og vedlikehold blir fulgt. Hydrauliske installasjoner finnes i ulike utførelser og konstruksjoner. Dessuten leveres hydraulikk som komponenter integrert i maskiner; det betyr at driften og vedlikeholdet av dem er betinget av flere instruksjonsbøker. De generelle instruksjonene for drift og vedlikehold av hydrauliske installasjoner inneholder verdifulle råd og veiledning, men må likevel suppleres med spesialinstruksjoner i hvert enkelt tilfelle.

2 Oppgaver

De generelle oppgavene som hører med til idriftsetting og reparasjon av hydrauliske installasjoner, er vist i oversiktstabellen nedenfor.

Idriftsetting	Vedlikehold		
	Inspeksjon	Service	Reparasjon
Oppstart av en ny installasjon eller av en stengt installasjon	Kontroll av tilstand og korrekt funksjon	Opprettholdelse av korrekt funksjon, reduksjon av slitasje, utskifting av slitasjedeler	Feilfinning og utbedring av defekter og skader
Installasjon, oljepåfylling, utlufting, grunnleggende innstillinger, start	Observasjoner, målinger, prøvekjøring	Rengjøring og bytte av komponenter (oljebytte, filterinnsatser, tetninger og pakninger)	Vellykket feilsøking forutsetter evne til logisk kombinasjon og analyse Reparasjon ved utskifting av defekte komponenter Reparasjon av defekte komponenter hos fabrikanten

3 Arbeid i forbindelse med idriftsetting og vedlikehold

Av hensyn til sikkerheten må ledningsforskruninger, nipler og apparater **IKKE** løsnes eller frakoples mens installasjonen står under trykk.

Miljøet må holdes meget rent

Under alt arbeid må det sørges for absolutt renhet fordi skitt er den verste fienden for enhver hydraulisk installasjon. Før man løsner og frakopler forskruninger, må nærliggende installasjoner rengjøres og alle åpninger stenges med hetter, slik at det ikke kan komme forurensninger inn i systemet. Det må ikke benyttes bomullstvist til rengjøring av oljetank. Når systemet fylles opp, må oljen tilføres gjennom et filter.

Skader på rør og slanger

Defekte rør og slanger må straks skiftes ut. I slike tilfelle må det tas hensyn til korrekt trykkklasse (veggtykkelse, materiale). Det må bare benyttes sømløse presisjonsstålrør. Også ved utskifting av nipler må det tas hensyn til trykklassen.

Ved utskifting av **apparater og utstyr** må det sjekkes at typebetegnelsen er korrekt. Sørg for at all tilstramning skjer med riktig moment. Pakningsringer må alltid skiftes ut og aldri brukes mer enn en gang. Styreorganene for justérbare ventiler og pumper må innstilles på nytt.

Ved **sprøyting eller påsmøring** av nitrobaserte malingstyper må samtlige elastiske pakninger, lagre og bevegelige deler tildekkes så de er beskyttet mot maling.

4 Idriftsetting

Når det dreier seg om mobile installasjoner, blir montasje og røranslutninger utført av fabrikanten, som også tar seg av idriftsettingen. For stasjonære installasjoner blir det ofte levert ferdige sammenstillinger av deler for anlegget.

Følgende punkter må vies spesiell oppmerksomhet ved idriftsetting:

- **Besiktigelse**
med tanke på transportskader og forurensning.
- **Oppstilling og fastgjøring**
av aggregater og sammenstillinger. Anslutning til maskinen. Ved installasjon av lange rør og slanger må disse spyles, og sveiste forbindelser må males.
- **Elektriske installasjoner**
til drivaggregat og styring må først legges opp etter at data for effektforbruk er kontrollert. Om nødvendig tilknyttes kjøling. Sjekk pumpene med tanke på korrekt rotasjonsretning før de slås på.
- **Påfylling av tank**
med anbefalt hydraulisk væske. For å sikre problemfri drift av installasjonen er det absolutt påkrevd at det brukes riktig hydraulisk væske, og fremfor alt at den har rett viskositet.

Området rundt den hydrauliske installasjonen må holdes absolutt rent! Før åpning må pluggen og påfyllingsstusser i transporttanken rengjøres.

Filterinnsats i påfyllingsåpningen og filterportene må aldri fjernes. Om mulig bør det alltid brukes anbefalt påfyllingsutstyr med spesielt filter. Pass på merket for maksimal påfylling.

- **Påfylling av pumpehus**
(bare for stempelpumper)
- **Åpning av ventilene i sugeledninger**
- **Innstilling av ventiler**
Juster trykkbegrensningsventiler, volumstrømsventiler og pumpenes trykkregulatorer så lavt som mulig før idriftsetting. Still retningsventilene i nullstilling.
- **Fylling av akkumulatorer**
til anbefalt forspenningstrykk.
- **Start av drivmotor**
må foregå langsomt. Elektromotorer innstilles til vanlig drift. Forbrenningsmotor startes i tomgang.
- **Best mulig utlufting**
av systemets trykkledninger og ved de høyeste punktene. Bruk retningsventilene til å la lastene beveges fram og tilbake noen ganger. La lasten økes langsomt. Øk verdiene for innstilling på trykkventiler og trykkregulatorer. Utluftingen er gjennomført når det ikke lenger dannes skum i tanken, når alle bevegelser er rolige, uten rykk og napp, og når det ikke er noen unormal støy.
- **Kontroll av oljenivået**
og, om nødvendig, påfylling etter gjennomført utlufting.

- Endelig innstilling av ventiler og oppstart av maskinen

Dette må utføres i samsvar med fabrikantens instruksjoner. Det kan ikke gis noen generell veiledning om det. Justeringer må foretas ved trykkventiler, trykkbrytere, volumstrømsventiler, pumpestyringer, bryterstillinger osv.

- Overvåking av driftstemperatur

Sjekk maskinens driftstemperatur. Etter at den har kjørt i noen timer med full last, bør ikke den endelige driftstemperaturen ha steget til mer enn 70 °C. Hvis den er høyere, må årsaken finnes. Sjekk kjøleutrustningen.

- Utbedring av lekkasjer

Det vil normalt være tilstrekkelig å stramme de aktuelle niplene etter at installasjonen har vært i drift noen timer.

- Rengjøring av filtre

eller utskifting av elementer. Erfaringen har vist at størstedelen av forurensningene samles i løpet av de første timene.

5 Vedlikehold

5.1 Inspeksjon og service

Inspeksjon av en installasjon vil vanligvis kreve kontroller og tester ved hjelp av målinger og observasjoner. Service krever dessuten nødvendig rengjøring og utskifting av visse deler og forbruksvarer (oljebytte, utskifting av filterelementer).

Normalt vil maskinfabrikanten spesifisere omfanget av og intervallene for inspeksjoner og vedlikehold. Disse

settes opp i et passende skjema.

De vanligste punktene på dette området for en hydraulisk installasjon er sammenfattet i tabellen.

	Løpende eller daglig	Hver uke eller 40 timer	Hver måned eller 160 timer	Hvert kvartal eller 500 timer	Hvert halvår eller 1000 timer	Hvert år eller 2000 timer	Hvert annet år eller 4000 timer
Trykkvæske							
Nivå	-----						
Temperatur	-----						
Prøvetaking		-----					
Væskebytte							
Filtre							
Grad av forurensning							
Rens eller bytt filterelement	-----						
Rens luftfilter							
Akkumulator							
Kontroller gassens forspennings- trykk	-----						
Innstillinger		Andre tester som kreves ifølge lov eller offentlige forskrifter					
Trykkventiler, volumstrømsventiler, pumperegulatorer, brytere							
Kjøler							
Rens olje-luft filter							
Rens olje-vann kjøler							
Andre inspeksjoner							
Ekstern lekkasje							
Renhetsnivå							
Skader	-----						
Støynivå	-----						
Måleutstyr	-----						

----- Ved idriftsetting
 — Under drift

Her følger noen nyttige anvisninger med hensyn til inspeksjon og vedlikehold av hydrauliske installasjoner.

Oljeprøve

Vanninnholdet kan kontrolleres ved å helle en prøve av oljen i et prøverør. Etter en viss tid vil vannet samle seg i bunnen av røret. Hvis væsken er uklar, kan det også tyde på at den inneholder vann. Oljen får en mørk farge hvis den er forurensset med fremmedlegemer, eller hvis den er oksidert. Fargen kan vurderes ved sammenlikning med ubrukt olje.

Det er også mulig å danne seg et inntrykk av forurensning og oksidering ved å helle en dråpe av oljen på et stykke trekkpapi. Hvis det er behov for en mer nøyaktig undersøkelse av oljen, kan en prøve sendes til fabrikanten for laboratorieanalyse.

Væsketemperatur

Den ideelle væsketemperaturen ligger rundt 50 C. Det er imidlertid ikke uvanlig å oppleve temperaturer i området 60–80 C. Det må tas hensyn til at høyere driftstemperatur betyr kortere levetid for oljen. Hvis det forekommer overoppheting, er det nødvendig å finne årsaken og eliminere den.

Filter

Ved rengjøring eller utskifting av filterelementer må også filterskålen samtidig rengjøres grundig.

Måleutstyr

De viktigste måleinstrumentene med tilbehør (måletilknytninger, nipler osv) er samlet i Bosch hydraulisk testutstyr, bestillingsnr. 1817 001 078.

5.2 Reparasjon

Reparasjon omfatter:

– Feilsøking

Det vil si, først og fremst å fastslå at det er en feil, og for deretter finne årsaken til den.

– Reparasjon

Det vil si å skifte ut eller reparere de defekte komponentene og fjerne årsaken til feilen.

5.2.1 Feilsøking

Forutsetningen for en vellykket feilsøking i en hydraulisk installasjon er at den som leter etter feilen, er helt fortløpelig med utførelsen og virkemåten til de enkelte komponentene og sammenstillingene så vel som hele installasjonen sett under ett. Dessuten blir det lettere å finne feil hvis vedkommende kan lese og forstå koplings-skjemaer og funksjonsdiagrammer. Disse evnene må videre kunne kombineres med logisk resonnement. Naturligvis er praktisk erfaring av særlig stor betydning. Koplings-skjemaer, funksjonsdiagrammer og annen relevant dokumentasjon om installasjonen må også skaffes.

Feilsøking blir betraktelig lettere hvis installasjonen er utstyrt med tilstrekkelig antall målepunkter og nødvendig test- og måleutstyr er tilgjengelig. Det er vanlig med elektrohydrauliske styringer, særlig i stasjonære installasjoner. Denne kombinasjonen av de to fagområdene, elektrisitet og hydraulikk, vil naturlig nok kunne gjøre feilsøking mer komplisert. Forutsetningen for at det skal lykkes, er et godt samarbeid mellom elektrotekniker og hydraulikere.

På grunn av den enorme mengden av ulike installasjoner som er på markedet i dag, er det umulig å foreskrive en metode for feilsøking som vil være gjeldende for alle tilfeller. Imidlertid kan tabellen på neste side gi noen praktiske anvisninger som alltid er gyldige.

5.2.2 Reparasjon

Reparasjon på stedet skjer ved utskifting av defekte komponenter eller sammenstillinger. Disse kan vanligvis repareres av fabrikanten eller et autorisert verksted.

Hvis det finnes tilstrekkelig med fagkunnskap og utstyr (eventuelt også en prøvestand), kan reparasjon også skje hos brukeren eller komponentfabrikanten. Det leveres reservedelslister og test- og reparasjonshåndbøker for de enkelte komponentene og sammenstillingene.

Lekkasjer hører til blant de vanligste skadene i hydrauliske installasjoner. Når slike feil opptrer ved ledningsforbindelser, kan de ofte avhjelpes ved ganske enkelt å stramme til pakningen. Hvis lekkasjen derimot forekommer ved selve komponenten eller i denne, kan tetningene og pakningene skiftes ut (se reservedelslisten).

Etter at selve feilen er utbedret, er det nødvendig at den opprinnelige årsaken til problemet blir fastslått og eliminert. Hvis utstyr for eksempel er havarert på grunn av forurensning, må oljen skiftes ut og filtreringen undersøkes.

Årsaker til feil og deres innflytelse på hydrauliske installasjoner

	Feilkilde, virkning	1 Mekanisk drivverk	2 Sugeledning	3 Pumpe
A	Unormal støy	1 Tilknytningen er ikke opprettet riktig 2 Tilknytningen er løs 3 Tilknytningen er defekt 4 Løs montasje av pumpe og/eller motor 5 Andre transmisjons-elementer er defekte (kile-reim, tannreim osv) 6 Pumpe eller motor er defekt 7 Feil rotasjonsretning 8 Det er ikke tatt støydemping hensyn til i utførelsen (elastisk metalloppheng.)	For stor motstand i sugeledning forde 1 kran i sugeledning er stengt helt eller delvis 2 sugefilteret er tilstoppet eller underdimensjonert 3 sugeledningen er blokkert eller lekk 4 sugeledning en er feil dimensjonert (innerdiameter) eller har for mange bøyninger 5 oljenivået er for lavt	1 Pumpa går for fort 2 Maks pumpetrykk er overskredet 3 Matepump er defekt 4 Akselpakninger eller pakninger på sugesiden er defekte 5 Pumpa er defekt 6 Trykkledninger og returledninger feil forbundet 7 Svingninger i styresystem 8 Som 1 A 8
B	For lite effekt og dreiemoment fra drivverk (for lavt trykk)	1 Kraftoverføring er defekt, glipp i kilereim eller tannreim 2 Feil rotasjonsretning 3 Motoren er defekt 4 Kile ved pumpe eller motor brutt av	Som 2 A	1 Intern lekkasje var slitasje 2 Uegnet type 3 Pumpa er defekt 4 Styringsens sluttrykk er stilt for lavt eller styreelementet er defekt
C	Rykkvise bevegelser i sylinder og motor (variasjoner i trykk og oljestrøm)	Som 1 A 1–7	Som 2 A	1 Styresystemet er defekt hvis pumpa er justerbar 2 Pumpe er defekt 3 Systemtilstanden påvirker styringen av pumpas (DMV, SRV) 4 Uegnet forstyringsventil
D	Drivverket står stille eller går for langsomt (ingen, eller utilstrekkelig oljestrøm)	Som 1 A 1–7	Som 2 A	1 Intern lekkasje pga slitasje 2 Pumpa er defekt 3 Innløpsledningen- og returledningen er feil forbundet
E	For høy driftstemperatur			1 Redusert virkningsgrad pga slitasje 2 Pumpas styresystem er defekt hvis pumpa er justerbar 3 Turtall og / eller volumstrøm for stor
F	Skumdannelse i oljen		1 Sugeledningen lekker 2 Oljenivået for lavt 3 Tanken er feil konstruert	1 Akselpakninger eller pakninger på sugesiden er defekte 2 Ledning for lekkasjeolje avsluttes over oljenivå
G	Sylindren fortsetter bevegelsen			
H	Ledningssjokk ved sjalting			
I	Pumpa slås på og av for ofte			1 Pumpa er defekt 2 Pumpa er for liten hvis akkumulator er installert

Årsaker til feil og deres innflytelse på hydrauliske installasjoner

	Feilkilde, virkning	4 Trykkledning	5 Returledning	6 Trykkventiler
A	Unormal støy	1 Rørfester mangler eller løse 2 Røropplegget er feil 3 Innerdiameteren er for liten 4 Som 4 C	Som 4 A 5 Retur avsluttes over oljenivå 6 Returfilteret er blokkert	1 Ventil klapper pga. forurensning på ventilsete, slitt ventil 2 Utilstrekkelig demping (uegnet type) 3 Strømningsstøy under drift 4 Uegnet karakteristikk 5 Feil utførelse
B	For lite effekt og dreiemoment fra drivverk (for lavt trykk)	1 Lekkasje 2 Ledningsmotstand er for stor 3 Trykkfilteret er blokkert	1 Ledningsmotstanden er for stor 2 Filteret er blokkert	1 Arbeidstrykket er stilt for lavt 2 Intern lekkasje pga. slitasje 3 Skittent eller skadet ventilsete 4 Fjærbrudd 5 Uegnet type (innstillingsområde for lavt)
C	Rykkvise bevegelser i sylinder og motor (variasjoner i trykk og matestrøm)	1 Installasjonen er ikke tilstrekkelig utluftet	Som 5 B	Som 6 A 1...2 3 For lang udempet fjernstyringsledning 4 Uegnet fjernstyringsventil
D	Drivverket står stille eller går for langsomt (ingen eller utilstrekkelig matestrøm)	Som 4 B	Som 5 B	Som 6 B Med rekkefølgestyring: 6 Rekkefølgeventilens innstilling er feil eller ventilen er defekt
E	For høy driftstemperatur	1 Innerdiameteren er for liten, gir friksjonsmotstand 2 Trykkfilteret er blokkert	Som 4 E	1 Matestrømmen er for høy 2 Uegnet ventiltipe (innerdiameter for liten) 3 Trykket er innstilt for høyt 4 Reaksjonstid er for lang
F	Skumdannelse i oljen		1 Retur avsluttes over oljenivå 2 Virveldannelse pga. feil ledningsopplegg	
G	Sylinderen fortsetter bevegelsen	1 Slinger er for elastiske 2 Ledninger er ikke utluftet		
H	Ledningssjokk ved sjalt	Som 4 A 5 Systemets ledningsvolum er for stort	Ledninger er løse	1 Sjalter for hurtig 2 Innsnevring eller struping er skadet
I	Pumpa slås på og av for ofte			Rekkefølgeventil eller stengeventil har feil innstilling

Årsaker til feil og deres innflytelse på hydrauliske installasjoner

	Feilkilde, virkning	7 Volumstrømsventiler	8 Retningsventiler	9 Væske
A	Unormal støy	1 Ventilen svinger og får andre styreelementer til å svinge 2 Strømningsstøy 3 Som 3 A 7	1 Ventilen klapper pga. defekt spole eller for lav spenning 2 Ventilen er defekt pga. forurensning eller slitasje 3 Gjennomstrømningen er for stor 4 Variasjoner i forstyringstrykk 5 Justering er ikke gjort for ventiler med justerbar demping 6 Sjekk elektriske styringer	1 Kavitasjonsproblemer fordi: a. oljenivået er for lavt b. viskositeten er for høy (temperatur for lav) 2 Oljen er forurenset og skitten, skader og blokkerer utstyr 3 Oljen skummer
B	For lite effekt og dreiemoment fra drivverk (for lavt trykk)	1 For store trykktap 2 Feil innstilling 3 Ventil defekt 4 Uegnet type	1 Feil sjaltstilling (f.eks. nøytralsirkulasjon slås ikke av) 2 Magnetspolen er defekt 3 Intern lekkasje p.g.a slitasje 4 Strømningshastigheten er for stor 5 Sleiden klemmes	1 Viskositeten er for lav, derfor for stor lekkasje 2 Viskositeten er for høy, derfor for stor strømningsmotstand 3 Oljen skummer
C	Rykkvise bevegelser i sylinder og motor (variasjoner i trykk og matestrøm)	1 Ventil skitten 2 Som 7 A 1	Som 8 A	1 Oljen er forurenset 2 Oljen skummer
D	Drivverket står stille eller går for langsomt (ingen eller utilstrekkelig matestrøm)	1 Gjennomstrømningen er stilt for lavt 2 Uegnet type (innstillingsområde for lavt) 3 Ventil er blokkert (forurensning)	Som 8 B 5 Sleiden henger seg opp 6 Manuelt betjente ventiler (kraner) ikke i stilling for gjennomstrømning	Som 9 B
E	For høy driftstemperatur	1 Gjennomstrømningen er stilt for lavt (for stor pumpe- og trykkbegrensningsventil) 2 Ventilen er defekt	1 Lekkasjetapet er for stort 2 Avlastning koples ikke inn 3 Sleiden henger seg opp	Som 9 B
F	Skumdannelse i oljen			1 Uegnet fabrikat
G	Sylinderen fortsetter bevegelsen		1. Sjaltetiden er stilt for kort 2. Defekt spole gir lekkasje i ventil 3. Ventil er forurenset	
H	Ledningssjokk ved sjalting		1. Sjaltetiden er stilt for kort 2. Uegnet type (åpningstverrsnitt endres for hurtig)	1 Oljen skummer
I	Pumpa slås på og av for ofte			

Årsaker til feil og deres innflytelse på hydrauliske installasjoner

	Feilkilde, virkning	10 Drivverk (motor, sylinder osv)	11 Annet
A	Unormal støy	1 Slitasje på arbeidsflater 2 Som 3 A 7	
B	For lite effekt og dreiemoment fra drivverk (for lavt trykk)	1 Intern lekkasje (f.eks. slitt sylinderpakning) 2 Se 10 A 3 Intern friksjoner for høy (lav virkningsgrad)	1 Ved trykkstyring er det en defekt i styring med åpen eller lukket krets 2 Avlesningsinstrumenter er defekte
C	Rykkvise bevegelser i sylinder og motor (variasjoner i trykk og matestrøm)	1 Rykk-og-napp-virkning pga. for høy friksjon i sylinderpakninger. Nedre hastighetsgrense for motor en er underskredet.	1 Utilstrekkelig lastbremsing (f.eks. styreventiler for senking)
D	Drivverket står stille eller går for langsomt (ingen, eller utilstrekkelig matestrøm)	Som 10 B 4 Krafttleveranse er blokkert f.eks. defekt stempel)	Startvilkår er ikke oppfylt (pumpestyring defekt) Brudd i elektriske ledninger (stikkontakter) Signalelementer (f.eks. trykkbryter stilt feil eller defekt grensebryter gir ikke kontakt)
E	For høy driftstemperatur	1 Mindre virkningsgrad pga. slitasje 2 Intern friksjon er for høy (dårlig virkningsgrad) 3 Interne lekkasjetap	1 Utilstrekkelig kjøling av sammenstilling (eller installasjon) forhold til installert effekt eller driftstid 2 Nøytralsirkulasjon mangler (eller slås ikke på) under lange arbeidspauser (når pumpa fortsatt går) 3 Utilstrekkelig olje i installasjonen 4 Kjøleventilen svikter 5 Termostaten er innstilt for høyt 6 Kjøleren er ikke slått på eller manglende kjølemedium. Defekt vifte 7 Kjølemediets har for høy temperatur 8 Omgivelsestemperaturen er for høy 9 Avleiringer i radiator 10 Utilstrekkelig varmeutstråling pga. støyskjerming
F	Skumdannelse i oljen		
G	Sylindren fortsetter bevegelsen	1 Interne lekkasjer 2 Feil utlufting	1 Forstyrt tilbakeslagsventil stenger ikke straks fordi a. Setet er forurenset eller skadet b. Teknisk koplingsfeil 2 Grensebryteren gir ikke kontakt
H	Ledningssjokk ved sjalting	1 For store masser og krefter 2 Ingen demping	1 Strupinger er ikke montert foran koplingsventiler i installasjoner med akkumulator
I	Pumpa slås på og av for ofte		Gassens forspenningstrykk i installasjoner med trykkakkumulatorer er for lavt. Defekt (membran) Trykkbryteren er stilt feil

Måleinstrumenter for hydraulikk

1 Innledning

Måleinstrumenter er en forutsetning for å kunne diagnostisere feil i hydrauliske systemer. Det er hovedsakelig **trykk** og **volumstrøm** som måles. Oljetemperatur, viskositet, turtall og hastighet er også viktige målestørrelser. Det må skilles mellom måleinstrumenter og overvåkingsutstyr. Det sistnevnte viser endringene i måleverdier over tid og er vanligvis elektroniske instrumenter. Følere som omformer måleverdien til et elektrisk signal er viktige elementer. Måleinstrumenter inneholder elektronikk som både behandler måleverdiene og presenterer resultatene. Ofte blir signalene fra følere behandlet av reguleringsutstyret uten presentasjon av noen måleverdier.

2 Trykkmåling

2.1 Mekaniske systemer

① Manometer med rørfjær (bourdonrør)

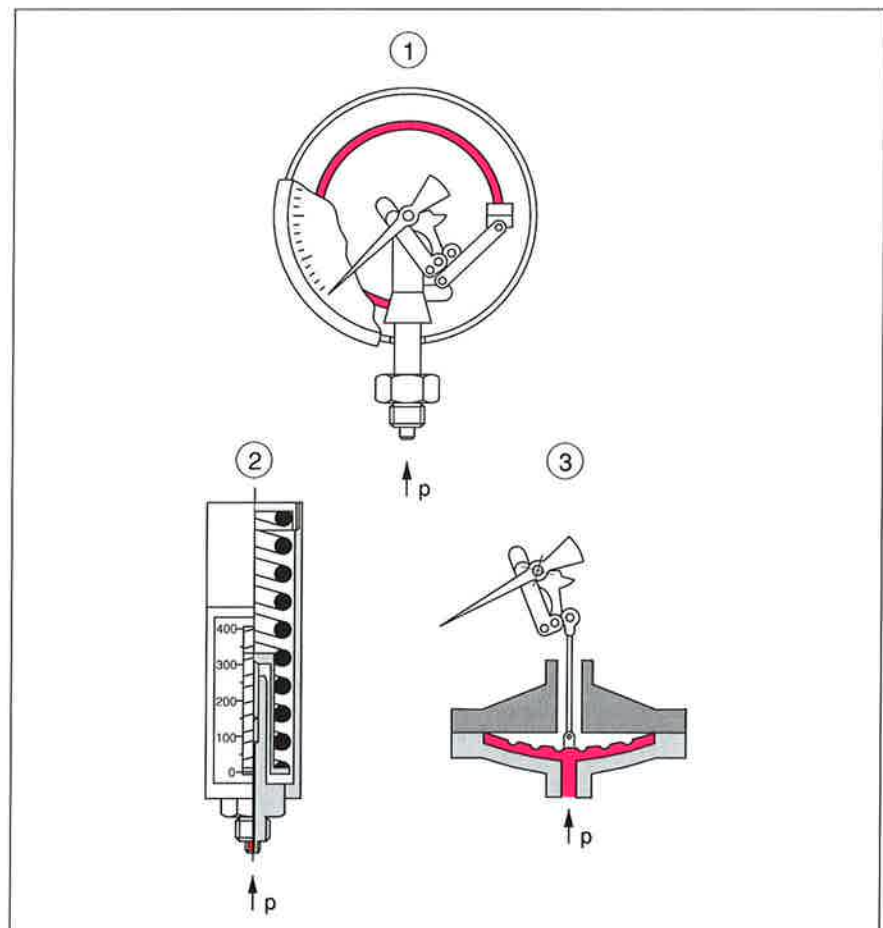
Dette måleinstrumentet brukes mest i hydraulikken og inneholder et bøyd metallrør som rettes ut av trykk. Graden av utretting overføres via en arm til en viser på en skala. Trykkløpere med elektriske kontakter arbeider også etter dette prinsippet.

② Manometer med stempel

Denne utførelsen brukes til større trykk og i kretser som står under trykk. Prinsippet bygger på påvirkning av et spiralformet, fjærende rør fra stemplet. Stempelvandringen er et mål for trykket.

③ Manometer med membran

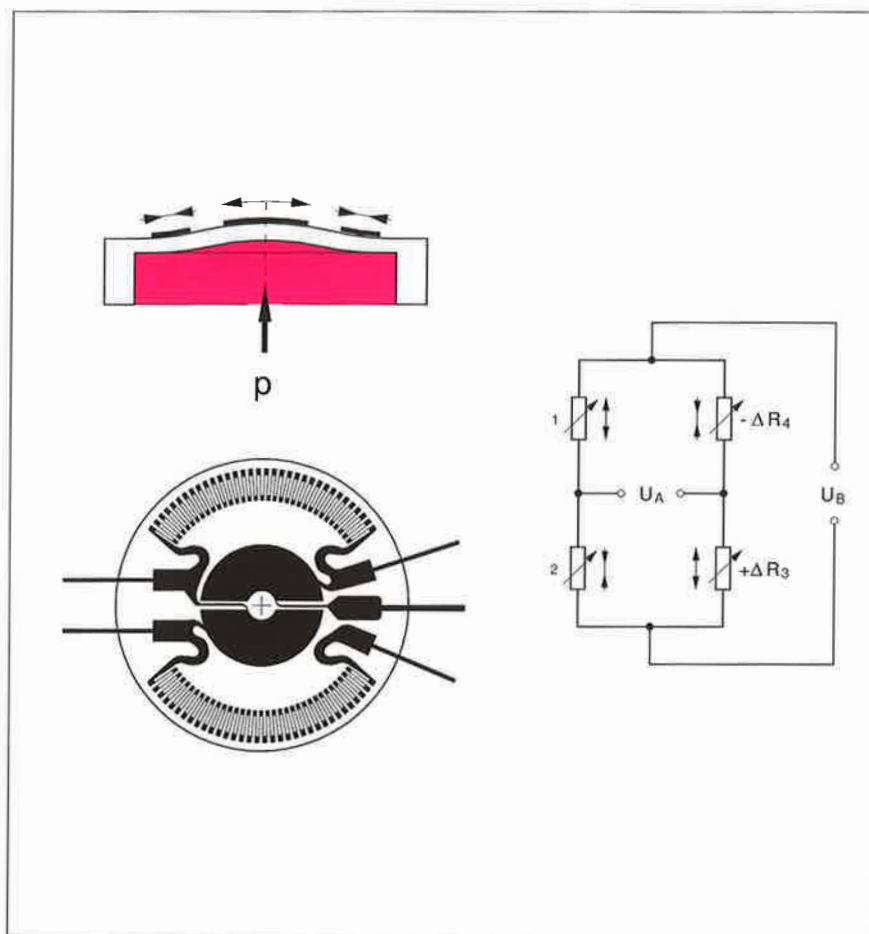
Dette brukes ved små trykk. Når den ene siden av membranen utsettes for et trykk, blir den deformert elastisk, og bevegelsen blir overført til en viser på en skala.



2.2 Elektriske systemer

Strekkapper

Den elektriske motstanden i metalliske strekkapper endres som funksjon av lengdeøkningen (strekket). Motstands- endringen er et resultat av to forhold. For det første blir motstanden redusert fordi tverrsnittet minker ved strekket. For det andre vil materialets spesifikke motstand endres med strekket. Det kalles **piezoelektrisk effekt**. Det bidrar med ca. 20 % av den totale motstandsvariasjonen. Vanligvis utføres strekkapper som metallfolier (av f.eks. konstantan) som festes til et underlag som tar opp kreftene. De brukes til måling av alle slags deformasjoner. Ved måling av trykk blir strekkappen festet til den membranen som deformeres av trykket. Strekkapper er passive komponenter som koples sammen i en brokopleing med spenningsforsyning.



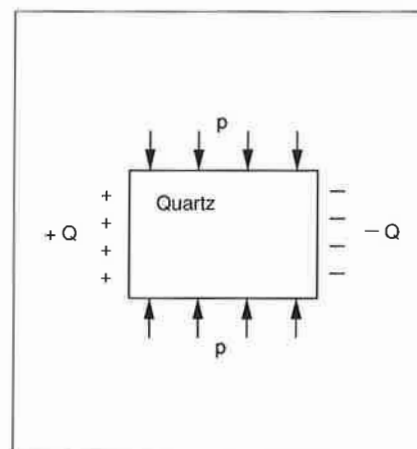
Strekkapper med halvledere

Den piezoelektriske effekten er mer utpreget i halvledermaterialer enn i metall. Tilførsel av trykk og elektrisk spenning er det samme som for strekkapper av metall. Halvlederstrekkapper har ikke like stor utbredelse som strekkapper av metall.

Piezoelektriske trykkfølere

Når overflaten på visse typer av piezoelektriske materialer (f.eks. krystaller og keramiske materialer) utsettes for trykk, endres i krystallstrukturen. Det fører til en forskyvning av den elektriske ladningen.

Kvartskrystaller er aktive elementer i følerne. Det vil si at de ikke trenger noen elektrisk forsyningspenning. Lekkasje av den elektriske ladningsfordelingen reduseres mest mulig ved hjelp av forsterkere som omformer ladning til en elektrisk målespenning for videre signalbehandling. Inngangen til disse forsterkerne har en høy impedans.



3 Måling av volumstrøm

Teoretisk sett kan alle hydrauliske motorer som drives av en gjennomstrømmende væske og omformer volumstrømmen til en bevegelse, brukes som måleutstyr. I praksis benyttes for det meste telleverk med **ovale hjul** ① og telleverk med **tannhjul** ②. Turtallet blir vanligvis behandlet elektronisk av en impulsteller.

③ Telleverk med turbin

Turbinen utnytter volumstrømmens hastighet. Telleverket inneholder et skovlhjul som omformer aksialstrømning til rotasjon. Hjulet må lagres nøyaktig for å sikre riktig måling innenfor vide målegrenser. Ved små volumstrømmer gir turbinhjulet et betydelig avvik fra den lineære målekarakteristikken. Det skyldes i det vesentligste friksjon. Avviket kan imidlertid beregnes og kompenseres. Turbinhjulets turtall blir omformet til et elektrisk signal for videre behandling.

④ Telleverk med (radielt) vingehjul

Vingehjulet utnytter væskestrømmens impuls til å dreie hjulet med den radielle lekkasjen. Prinsippet er sterkt avhengig av viskositeten.

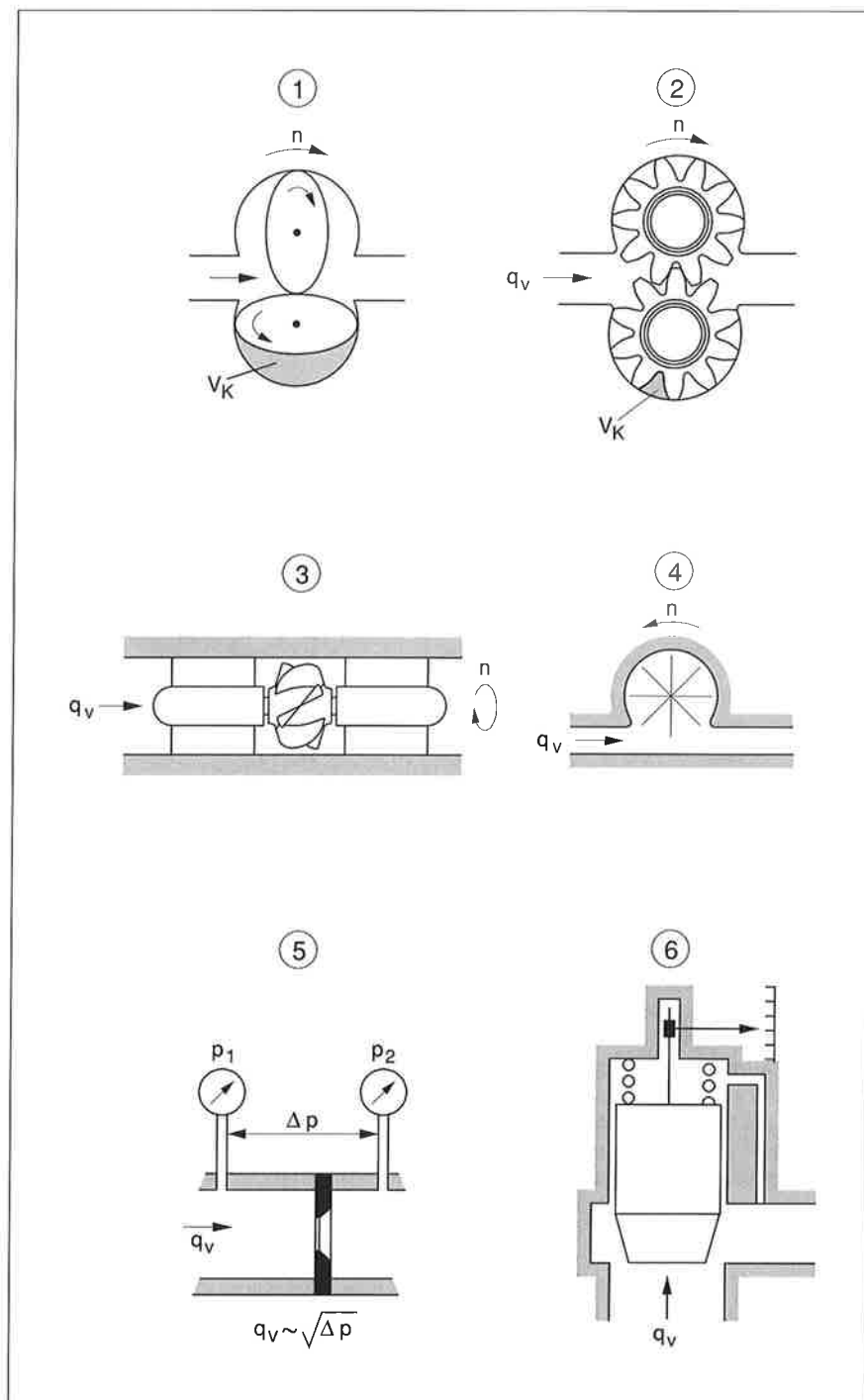
⑤ Trykkdifferanse over en måleblende

Volumstrømmen bestemmes på grunnlag av trykkdifferansen over en standard måleblende ifølge kontinuitetsprinsippet, som kan uttrykkes med likningen

$$q_v \sim \sqrt{\Delta p}$$

⑥ Flottør

I dette tilfellet holdes trykkdifferansen konstant, mens volumstrømmens tverrsnitt endres med variasjonene av åpningen. Flottørens posisjon er et mål for volumstrømmen.



Måleglass

Den enkleste utrustningen består av et måleglass og en stoppeklokke. Volumstrømmen kan da bestemmes som forholdet mellom volum og tid:

$$q_v = \frac{V}{t}$$

Andre målemetoder

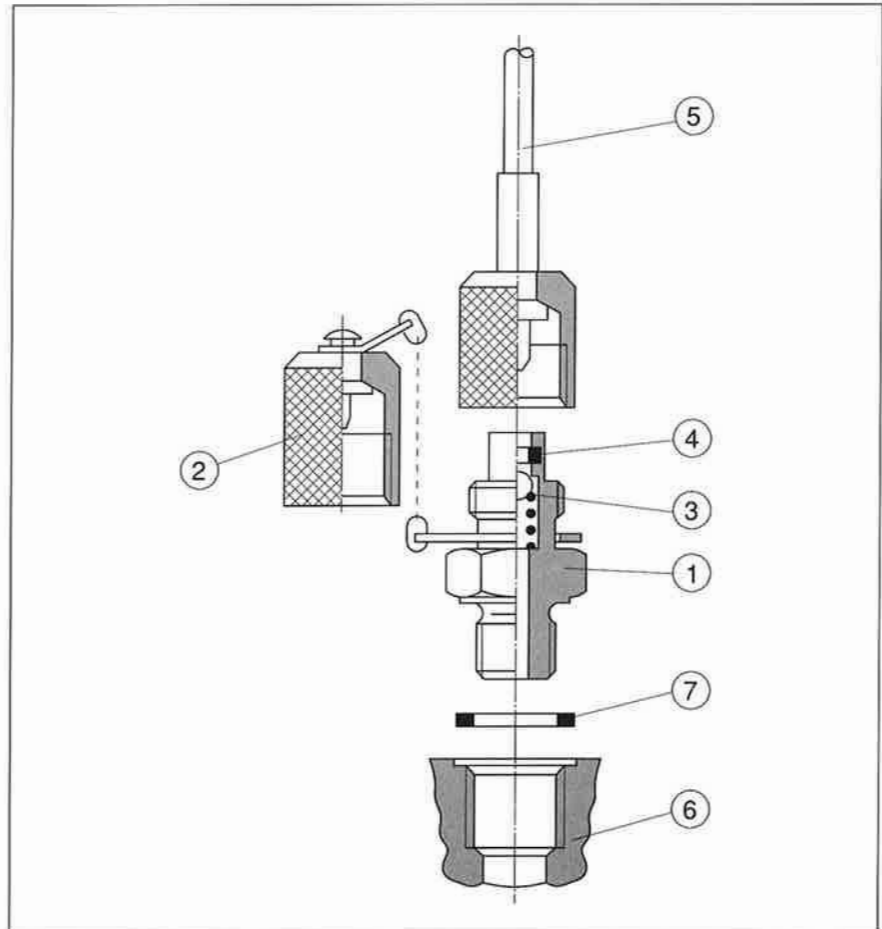
Volumstrøm kan også måles ved å måle hastigheten med ultralyd, lasere eller varmetråd.

4 Måleporter

Instrumenter for måling av volumstrøm plasseres i rørledningen. Montasjen er svært kostbar, særlig når tilknytningen må utføres med ekstra flens.

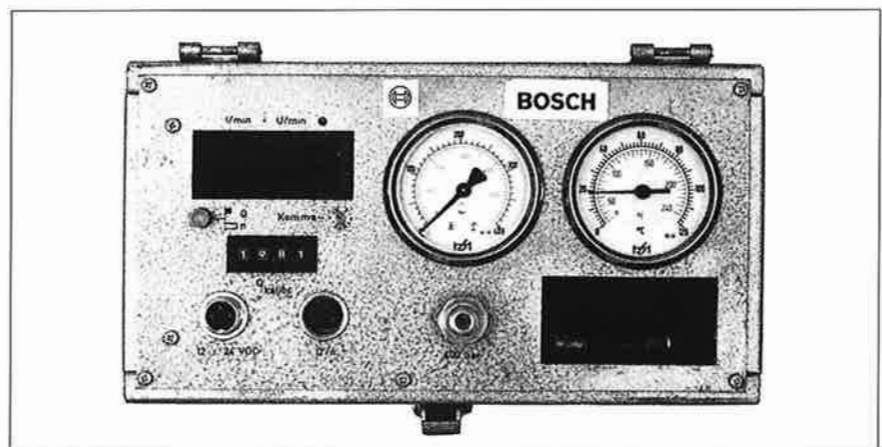
Som regel blir måleinstrumenter for trykk tilknyttet via spesielle målearmaturer (Mini-mess). Disse spesielle armaturene forbindes med både rørledningen og måleinstrumentet.

- ① Mini-mess armatur
- ② Sikkerhetshette
- ③ Primærpakning (basis)
- ④ Sekundærpakning
- ⑤ Mini-mess rør
- ⑥ Forbindelse med rørgjenge
- ⑦ Pakning



5 Testutstyr

Et transportabelt testinstrument som inneholder utstyr for måling av trykk, volumstrøm og temperatur.



Toveis patronventiler

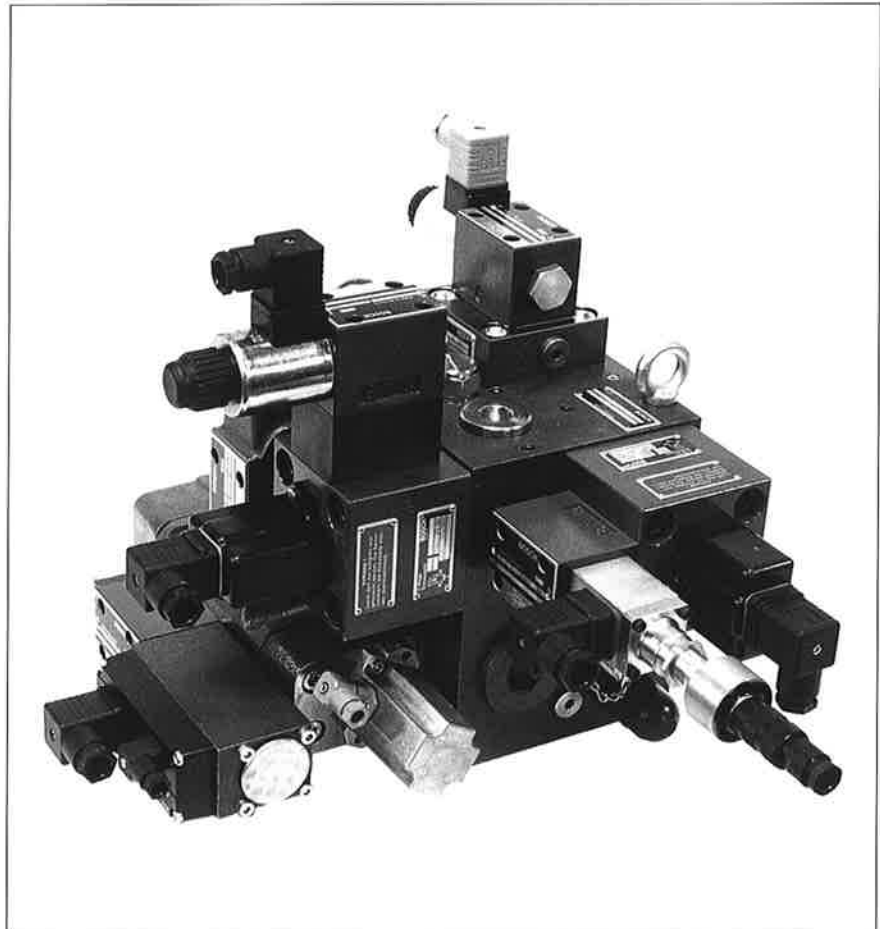
1 Generell beskrivelse

Den klassiske metoden for hydraulisk styring bruker elementer som er sammenkoplet med rør. Denne metoden spiller fortsatt en stor rolle i moderne hydraulikk.

Behovet for mer kompakte løsninger med mindre krav til arbeidsinnsats førte til utviklingen av horisontale og vertikale forbindelser mellom separate komponenter, og spesielle styreblokker. Disse blokkene har flensede porter for å kople ventilene til de interne portene og dermed danne en forbindelse.

For ytterligere å forbedre yteevnen, i tillegg til en rekke andre forhold som kostnader, sjalteforløp, støy, virkningsgrad osv., blir de enkelte styreelementene, for eksempel retnings-, volumstrøms-, trykk- og tilbakeslagsventiler, nå satt inn enkeltvis og direkte i utboringer i manifolden. Det medfører at komplekse funksjoner kan realiseres med et relativt lite antall basiselementer (toveis patronventiler) og serieproduserte forstyringsventiler. Med denne metoden er det nå mulig å produsere enheter for effektive styringer som ikke tidligere kunne realiseres med konvensjonelle ventiler som var store nok eller rimelige i pris.

Denne teknikken går under navn som patronteknikk eller hydrologikkstyring. Den offisielle betegnelsen er fastlagt i DIN 24 342 eller ISO 7368 som "toveis patronventiler". Standarden fastsetter også komponentenes dimensjoner. Tillegg 1 til ISO 7368 er et utkast som også definerer deres symboler i samsvar med hvordan de er konstruert. Disse symbolene blir brukt i dette kapitlet foruten de abstrakte symbolene som er fastlagt i DIN / ISO 1219.



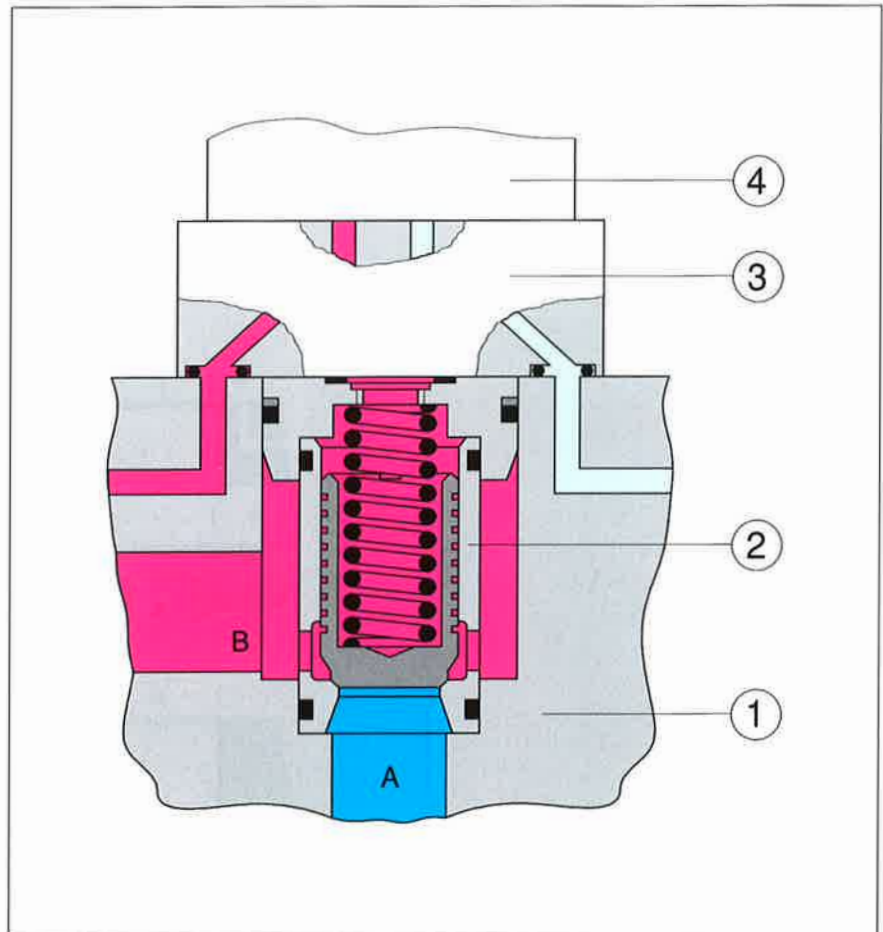
2 Innbyggingskomponenter

Et komplett system består av følgende komponenter:

- ① Ventilblokk
Denne utgjør huset for patronventilene og er utstyrt med forbindelseskanaler mellom de enkelte ventilene og kanaler fram til forstyringsventilene.
- ② Ventiler som skal integreres
Dette er hydraulisk styrte sete-ventiler og sleideventiler.
- ③ Deksler
Oppgaven til et deksel er å stenge for patronventilenes porter og å danne forbindelser til forstyringsventilene.
- ④ Forstyringsventiler
Disse er mindre retningsventiler eller trykkregulatorer i konvensjonell utførelse og har til oppgave å styre patronventilene. De foretrukne typene er ventiler konfigurert med standardisert NG 6-port.

Figuren viser et typisk snitt med alle de komponentene som er nevnt ovenfor.

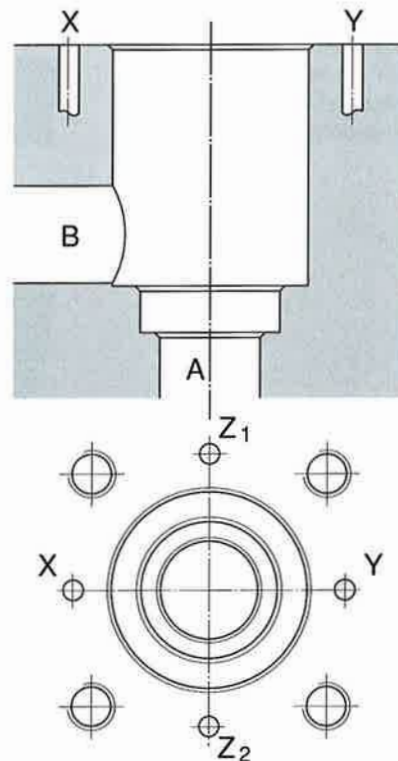
Patronventiler leveres i de standardiserte nominelle størrelsene NG 16, 25, 32, 40, 50 og 63.



2.1 Styreblokk

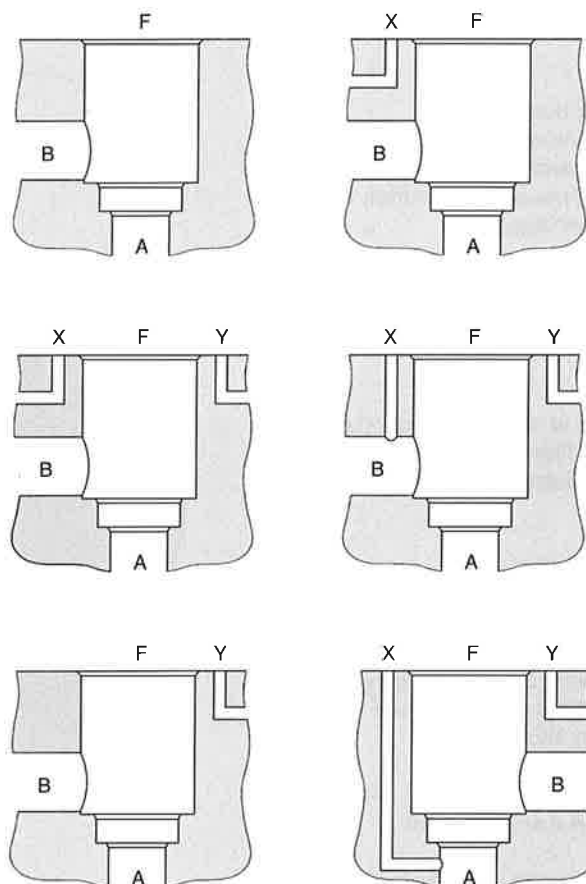
2.1.1 Innbyggingsdimensjoner

Patronboringens dimensjoner er bestemmende for dimensjonene til selve patronventilene. Disse er standardisert i henhold til DIN 24 342 / ISO 7368. Dessuten er dimensjonene standardisert for de gjengede utboringene for feste av dekslene og for posisjonene og dimensjonene til styreportene X, Y, Z1 og Z2.



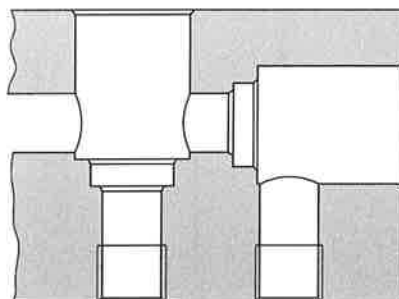
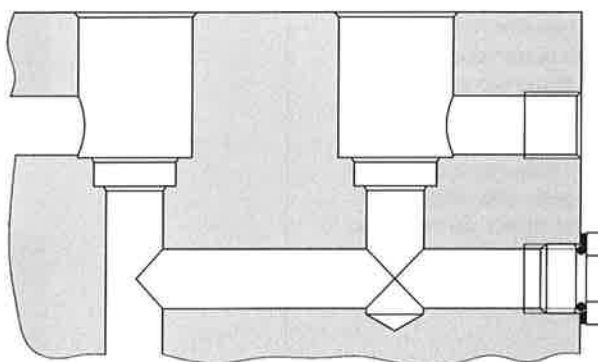
2.1.2 Styreporter

Styreportene er beregnet for armaturer som vist på figuren i samsvar med den aktuelle funksjonen.



2.1.3 Ventilplassering

Patronventilenes innbyrdes plassering, og opplegget for hoved- og styrekanaler, kan velges fritt. Utboringene er såpass dype at det er mulig å plassere enda en patronventil, eller en rørflens ved porten til den foregående ventilen uten at det trengs en skråboring.



2.2 Ulike varianter av patronventiler

2.2.1 Seteventil med arealforhold 1 : 1,6

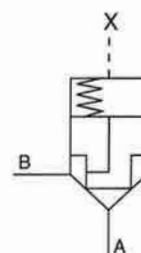
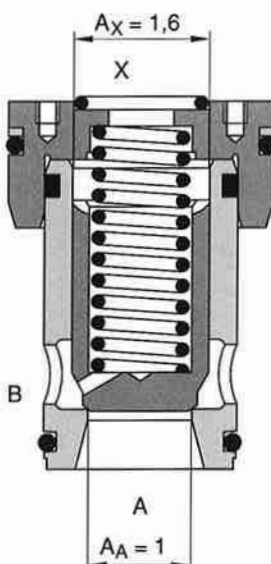
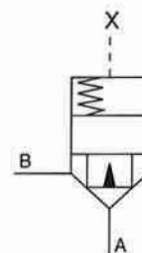
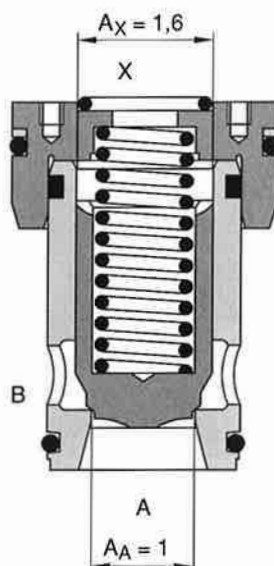
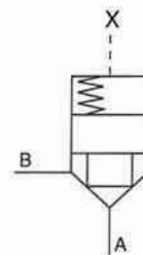
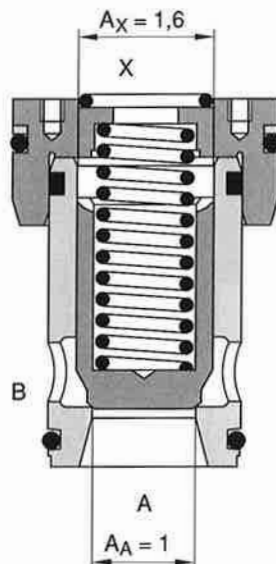
Ventilsetet, og dermed også forbindelsen A - B, holdes stengt av fjæra i normalstilling. Avhengig av utførelsen svarer fjærkraften til et åpningstrykk ved port A på 0,2 til 4 bar.

Angivelsen av arealforholdet gjelder de flatene som utsettes for trykk i port A og i fjærkammeret. Dette forholdet er fastsatt til $A_A : A_F = 1 : 1,6$ for alle ventilstørrelser. Resultatet av dette blir at det på arealet A_B i port B blir en trykkflate med faktor 0,6.

Slike seteventiler brukes hovedsakelig til realisering av funksjoner for retningsventiler (åpne-stenge-funksjon).

En variant av disse ventilene er utstyrt med finstyringskanter som tillater et mykt åpnings- og stengeforløp.

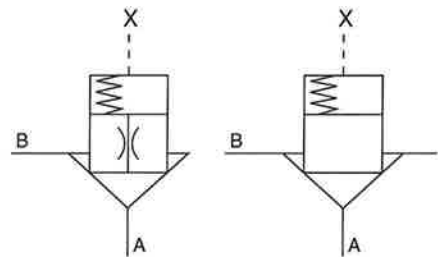
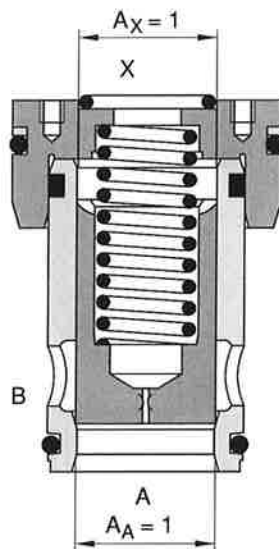
En annen variant har en forbindelseskanal fra port B til fjærkammeret og kan brukes sammen med et meget enkelt deksel uten styreporter for den aktuelle tilbakeslagsventilen.



2.2.2 Seteventil med arealforhold 1 : 1

Ventilsetet har samme diameter som ventilegmentets føring slik at arealforholdet blir $A_A : A_X = 1 : 1$. Trykket ved port B har ikke noen flate å virke på.

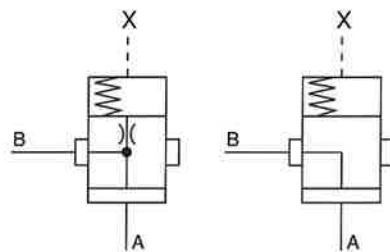
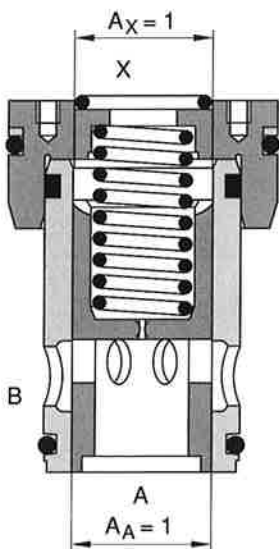
Denne modellen brukes som hovedtrinn i en forstyrt trykkbegrensningsventil. Til dette kreves at det monteres en struping i ventilsetet. Strupingens diameter og ventilfjæra er tilpasset til hverandre.



2.2.3 Sleideventil med arealforhold 1 : 1

En lang rekke funksjoner, for eksempel hovedtrinnet i en trykkreduksjonsventil eller trykkregulatoren for volumstrømsventiler, krever komponenter som er åpne i nullstillingen, og som stenges langsomt når de trykkes mot en fjær. Sleideventilen oppfyller disse kravene.

Avhengig av bruken blir ventilsleiden utstyrt med en struping, eller den gjengede boringen stenges av en plugg.

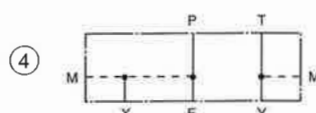
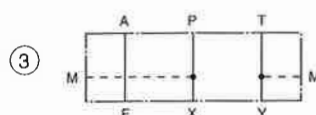
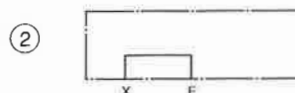
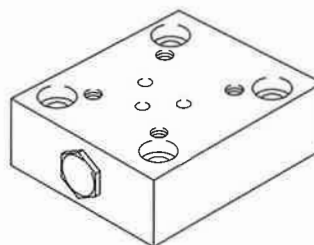


2.3 Deksler

Deksler har til oppgave å stenge utboringene for patroner i styreblokken og å danne forbindelser fra fjærkammeret til forstyringsventilene. Den tilhørende forstyringsventilen kan monteres direkte på dekslet. Figuren viser noen ulike standardversjoner.

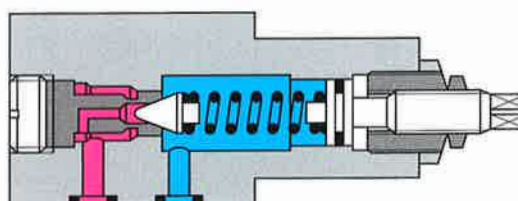
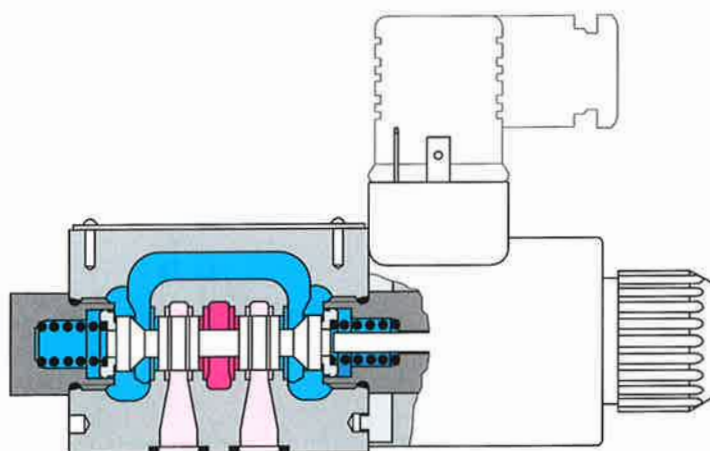
- ① For en tilbakeslagsventil
- ② For fjernstyring
- ③ For tilknytning av en NG 6 retningsventil
- ④ For tilknytning av en trykkventil

Det forekommer ofte i praksis at flere patronventiler stenges av et enkelt stort deksel. På dette dekslet kan det så monteres et antall forstyringsventiler. Disses dekslene og/eller ekstra styreblokker er utformet individuelt akkurat som hovedstyreblokkene.



2.4 Forstyringsventiler

Hele funksjonen til en patronventil er et resultat av dens samspill med den tilhørende forstyringsventilen. Følgende utstyrsdeler leveres med hullkonfigurasjon NG 6: retningsventiler, trykkventiler og proporsjonalventiler.



3 Retningsventil funksjoner

3.1 Patronventiler

med arealforholdet 1 : 1,6

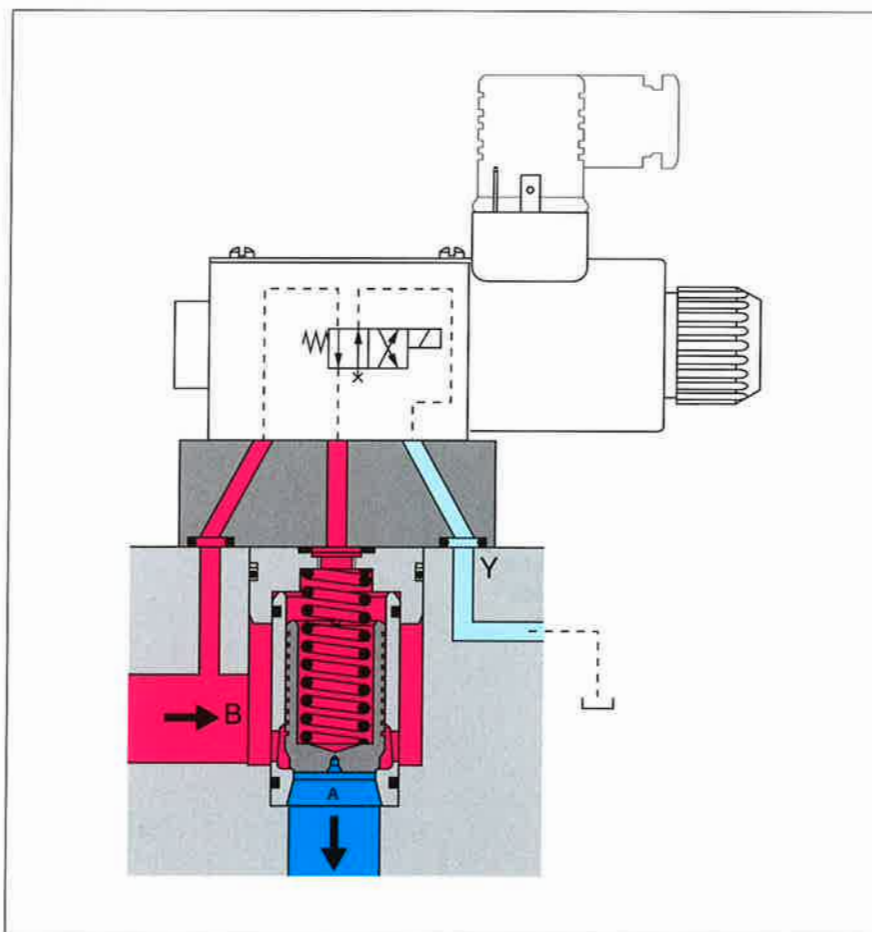
Patronventiler med arealforholdet 1 : 1,6 kan styres på samme måten som elektromagnetisk styrte ventiler.

I **a** og **b** kommer styreoljen fra innløpsledningen til patronventilen.

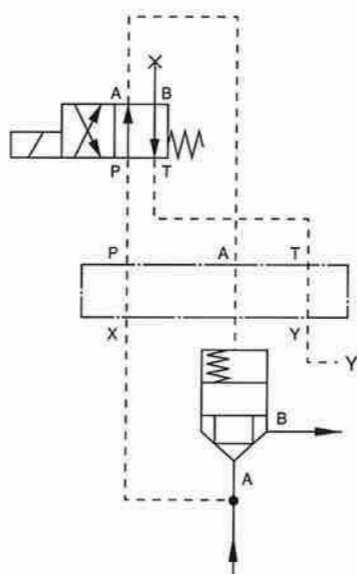
På grunn av det store arealet i fjærkammeret vil trykket i styreoljen alltid være tilstrekkelig til å stenge ventilen. Flytretningen bestemmes av om styretrykket ledes ut i kanal **A** eller **B**. Den kan ikke reverseres.

Trykkspisser i tilførselen forplanter seg forsinket til fjærkammeret. Det kan føre til at patronventilen åpnes et kort øyeblikk.

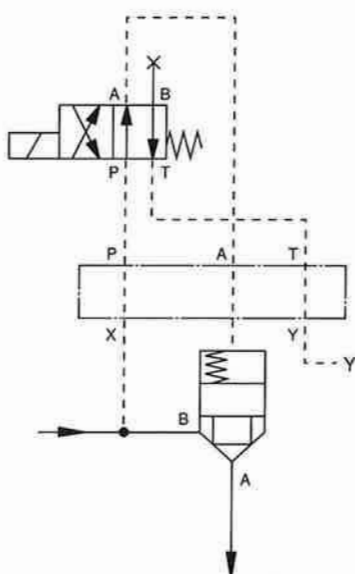
Når ventilen er stengt, må det sjekkes at det ikke er lekkasje ved forstyringsventilen og føringen for ventilsetet.



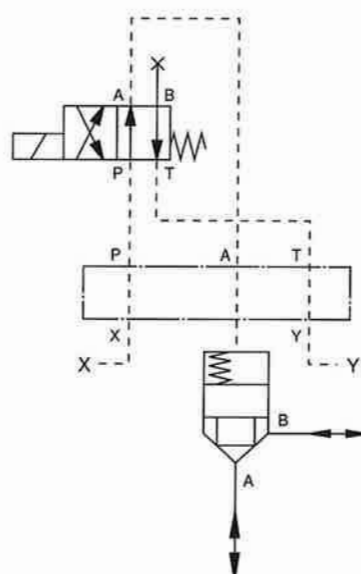
a)



b)



c)



I c kommer styreoljen fra en ekstern trykkilde og ledes til fjærkammeret F via porten X. Flytretningen ved patronventilen er vilkårlig i dette tilfellet. For å beregne det nødvendige stengestrykket p_F , brukes følgende formel for likevektstilstand ved ventilsetet:

$$p_A \cdot A_A + p_B \cdot A_B = p_F \cdot A_F + F_{Fed}$$

der åpningstrykket er lik fjæras stengestrykk.

p_A , p_B , p_F er trykk i portene A, B og F.

A_A , A_B , A_F er virksomme arealer i portene A, B og F.

F_{Fed} er fjærkraft

Når $A_A = 1$, $A_B = 0,6$ and $A_F = 1,6$ får vi etter innsetting av verdiene:

$$p_A + p_B \cdot 0,6 = p_F \cdot 1,6 + F_{Fed}$$

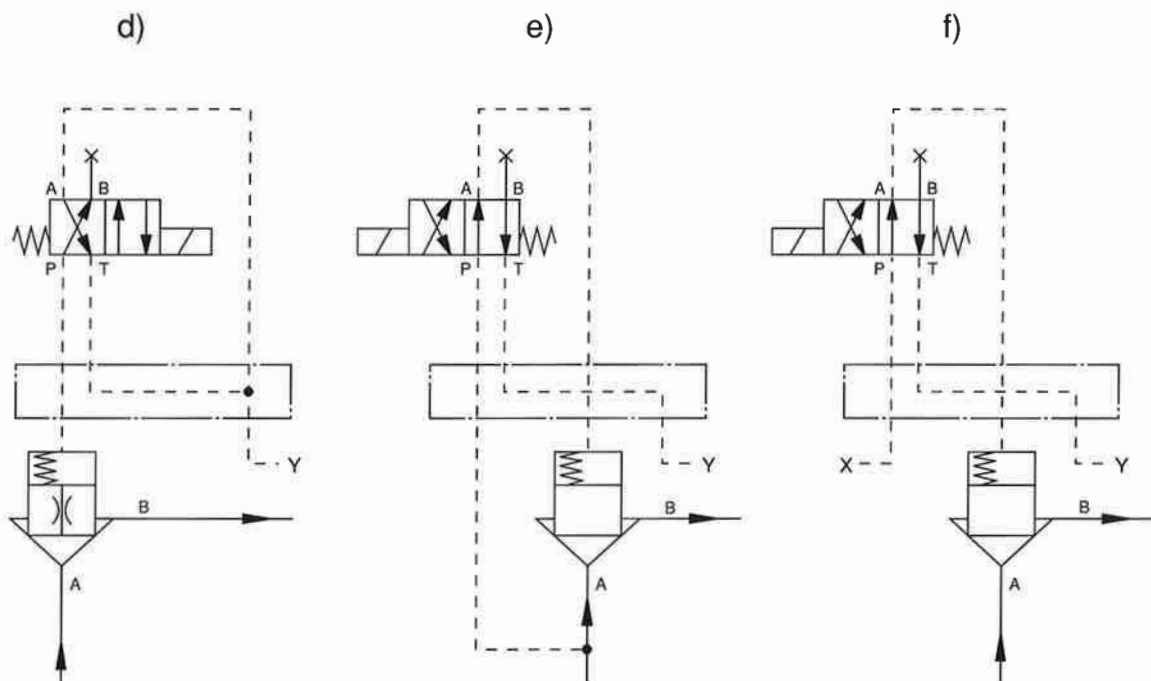
Dette gir:

$$p_F = \frac{p_A - 0,6 \cdot p_B - F_{Fed}}{1,6}$$

3.2 Retningsventiler med patron og arealforholdet 1 : 1

Fordi det ikke er noe areal for trykkpåvirkning i port B, kan ventilen bare styres i en retning, nemlig A - B. Styrestrykket kan enten tas internt fra patronventilens innløp som ved d og e, eller det kan tas fra en ekstern trykkilde som ved f. Når det gjelder d og e må det tas hensyn til at fjæra skal levere hele stengekraften fordi arealene A og B er like store.

Nødvendig minimalt styrestrykk i f er identisk med trykket i port A (fjærkraften utgjør en ekstra sikkerhet). Denne metoden for presentasjon av retningsventiler brukes for det meste når patronventiler skal utføre flere ulike funksjoner på samme tid (for eksempel både som retningsventil og trykkbegrensningsventil), eller når trykket ved port B ikke skal åpne.

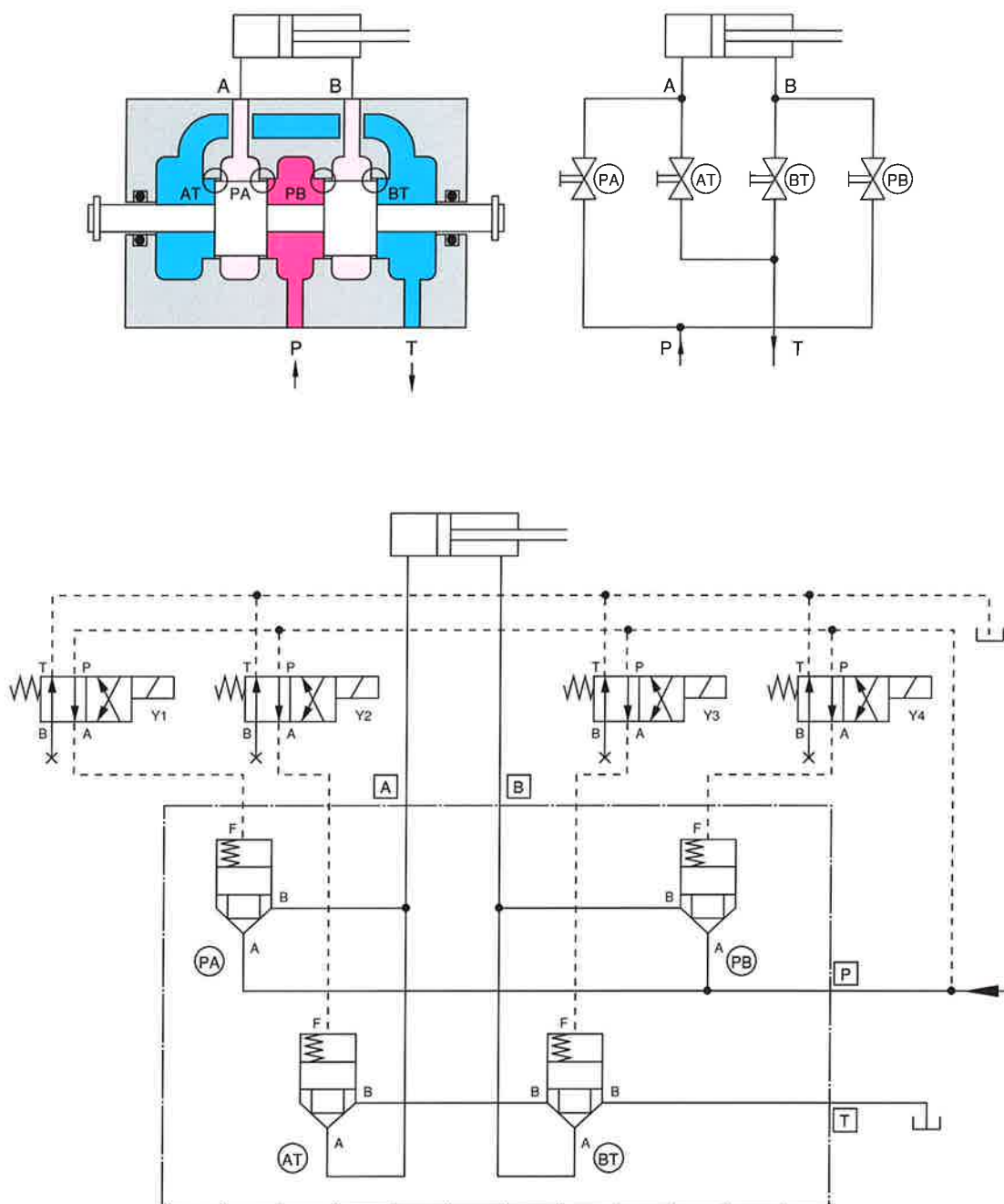


3.3 Retningsventiler med flere tilknytningsporter

Flere enkle toveis ventiler kan settes sammen i passende kombinasjoner for å virke som en fireveis retningsventil. Disse enkle åpne/stenge-ventilene vil i denne sammenstillingen virke som styrekantene i en sleideventil, som vist på figuren .

I sleideventilen er styrekantene mekanisk forbundet, slik at det kreves en spesiell sleidegeometri for hvert gjennomstrømningssymbol. Disse konfigurasjonene kan realiseres av en enkelt forstyrt motstand med passende kombinasjoner av åpne og stengte forbindelser. Det samme gjelder for en blokk med fire patronventiler.

Symb.	PA Y1	AT Y2	BT Y3	PB Y4
	●	●	●	●
	●		●	
		●		●
	●			●
		●	●	
	●			

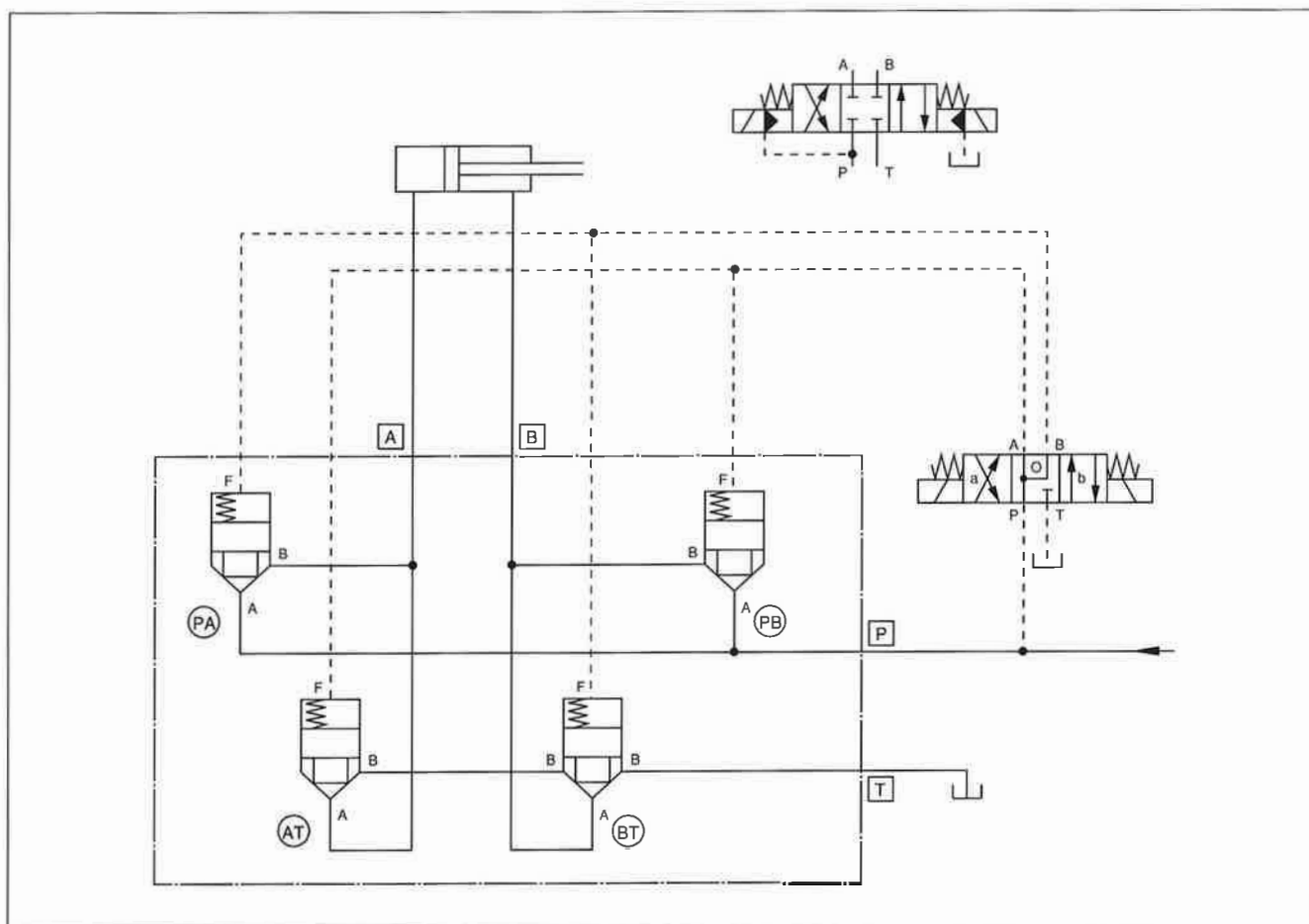


Hvis hver av patronene styres av sin egen forstyringsventil, kan de ulike kombinasjonene av gjennomstrømning realiseres ved hjelp av passende elektriske signaler. Dermed blir sjaltelogikken overført fra den hydrauliske styrekretsen til den mer fleksible elektriske styrekretsen. Sjalteforløp kan påvirkes og styres vilkårlig ved å forsinke sjaltetidene. Denne formen for individuell styring hindrer at patronventilene påvirker hverandre. Dette er den mest anvendte metoden i praksis.

De fire patronventilene kan styres av en felles forstyringsventil. Når retningsventilen er plassert som vist på figuren, vil den aktiveres av forstyringen fra tre faste sjaltestillinger.

Når forstyringsventilen står i nøytralstilling, er det trykk på alle patronventilenes fjærer. Det betyr at ventilene er stengt. Denne tilstanden svarer til funksjonen sylinder stopp.

Hvis forstyringsventilen står i en av de to ytterstillingene a eller b, vil fjærene i de to ventilene være uten trykk, og de åpner. Det svarer til sylindersens pluss- og minusbevegelse.



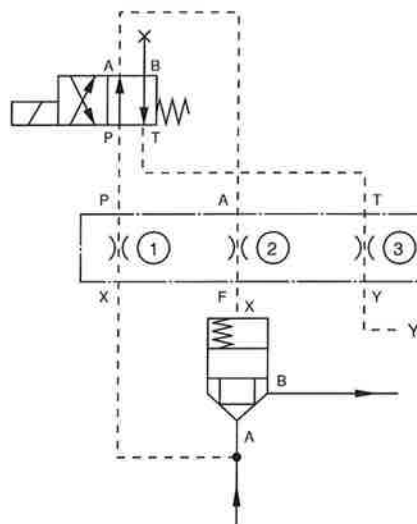
3.4 Påvirkning av sjaltetidene

For å unngå sjokk ved åpning og stengning av patronventiler, og for å påvirke rekkefølgen av sjalting til de forskjellige ventilene, blir bevegelsen av ventilelementene forsinket. Dette skjer helt enkelt ved å strupe styreledningene. Figur a viser at det er tre muligheter for å montere en struping. De vil forsinke ventilens bevegelse slik:

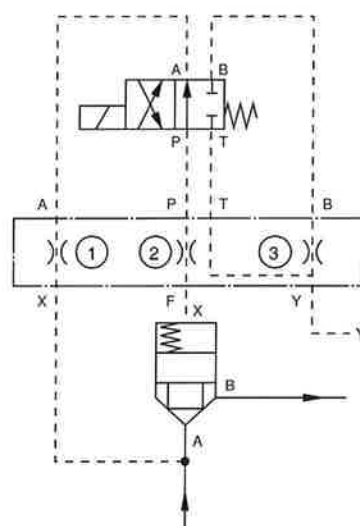
- ① Ved stengning
- ② Ved åpning og stengning
- ③ Ved åpning

For den tredje anordningen på den øverste figuren må det tas hensyn til at forstyringsventilens port T under visse betingelser kan overbelastes utover tillatte grenser. Figur b viser en anordning med en spesiell forstyringsventil der port T ikke blir belastet.

a)

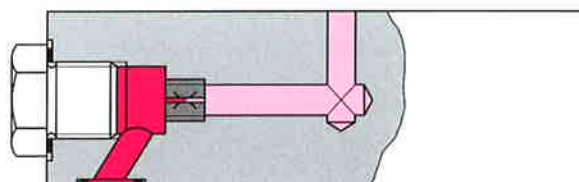


b)



Strupingene kan monteres i flensen mellom deksel og forstyringsventil eller styreblokk. En konstruksjonsmessig enkel løsning er en struping for innskrueing i dekslet.

Virkningen av forsinket sjaltetid blir enda bedre ved bruk av spesielle patroner med styrekanter.



3.5 Bestemmelse av flytretning

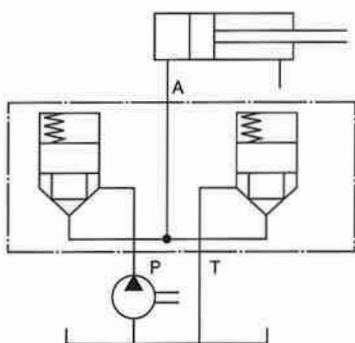
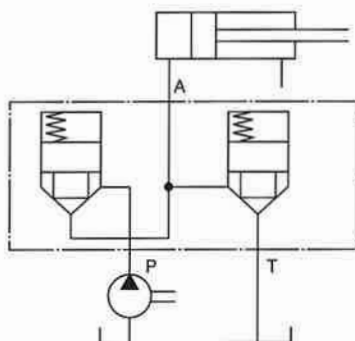
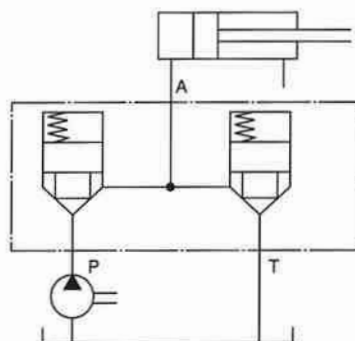
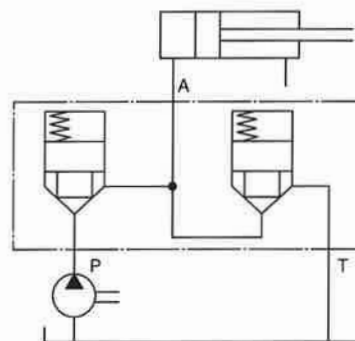
I prinsippet kan strøm flyte i begge retninger gjennom 1 : 1,6 patronventiler. Ved definisjon av kretser og styreblokker må man imidlertid ta hensyn til flere fordeler og ulemper.

- Sjalteforløpet i en patronventil er ikke bare påvirket av styreoljestrømmen, men også av flytretningen. Åpningsforløpet blir for eksempel mykere ved innløp gjennom port A.
- Åpningstrykket når fjærkammeret avlastes, refererer seg til port A. Hvis strømmen kommer fra port B, kan det ventes et høyere åpningsstrykk fordi port B har mindre ringtverrsnitt.
- Lekkasje forekommer mellom fjærkammeret og port B. Hvis styretrykket tas fra innløpet til A, vil det oppstå lekkasje fra A til B, og det kan føre til ukontrollerte bevegelser av lasten. Dessuten må det tas hensyn til lekkasjen ved forsterkingsventilen i begge retninger.
- Trykkspisser kan føre til utilsiktet åpning av patronventilen fordi spissene forsinkes under sin passasje til fjærkammeret. Dette er ikke fullt så kritisk når trykket virker på det mindre ringtverrsnittet i port B.

Hvis virkningen av trykkspissene i returledningen skal elimineres, må man bruke en patronventil med arealforholdet 1 : 1.

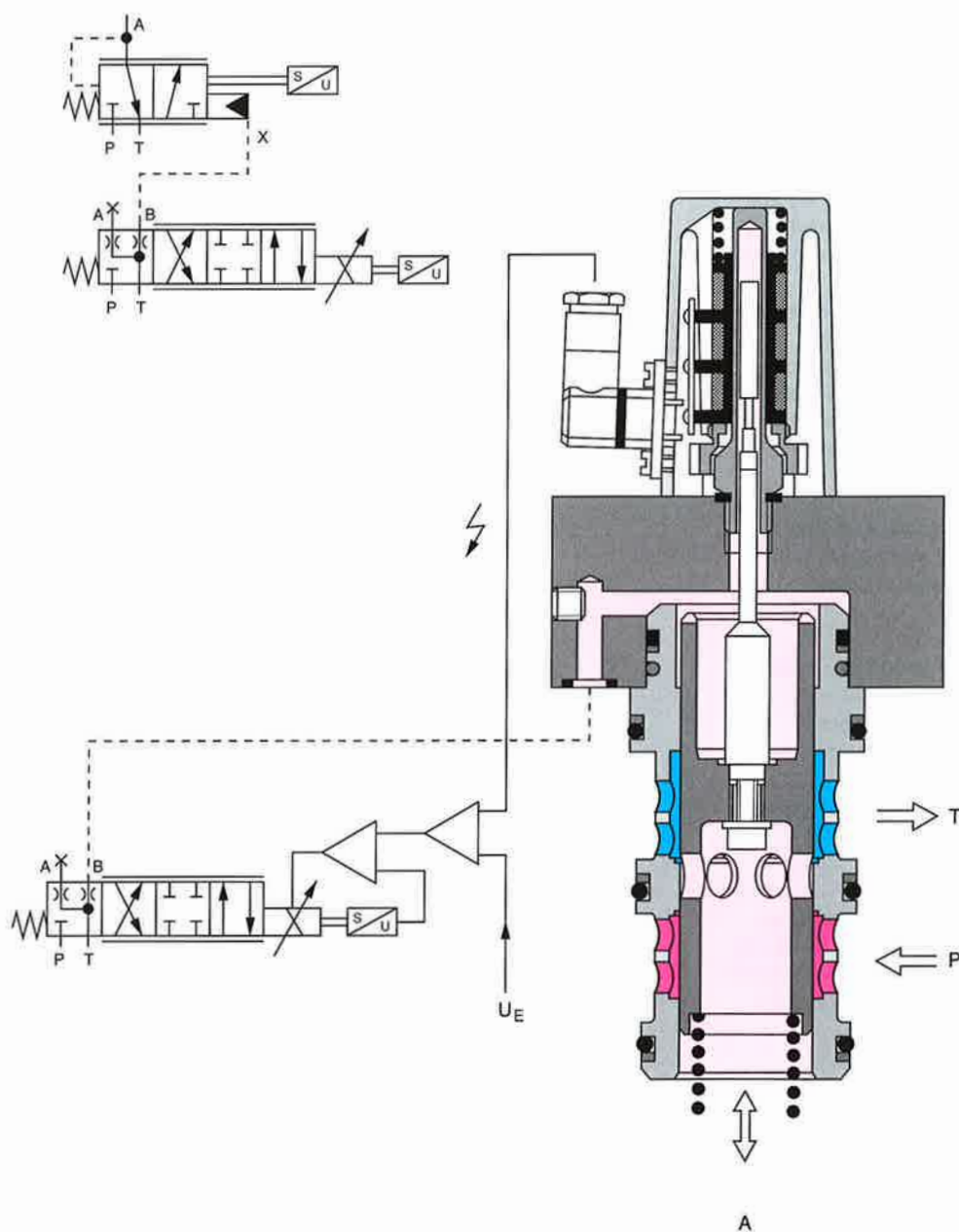
- Avhengig av flytretningen er noen kanaler i styreblokken mer fordelaktige og noen mindre fordelaktige. Dette har innflytelse på strømningsmotstanden, produksjonskostnader og størrelse på utstyret

Figuren viser fire ulike variasjoner av en treveis retningsventil som består av to patroner. Basert på en fireveis ventil med fire patroner er det mulighet for opptil 16 variasjoner.



3.6 Treveis volumstrømsventil

Med denne ventilen oppnår man en myk overgang fra sjaltetillingene og null overlappning i nøytral stilling. Den blir brukt til styring av effekten og bevegelser i en retning mot lasten. Hovedtrinnet utgjøres av en patron som er integrert i blokken, og den styres av en separat volumstrømsventil NG 6. Hovedtrinnets stilling registreres av en trykksikker føler. De to styrekretsene for hovedtrinnet og forstyringen overlapper hverandre. Den porten som skal plasseres sammen med de tre forbindelsesportene, er ikke standardisert.



3.7 Retningsventiler med stillingskopler

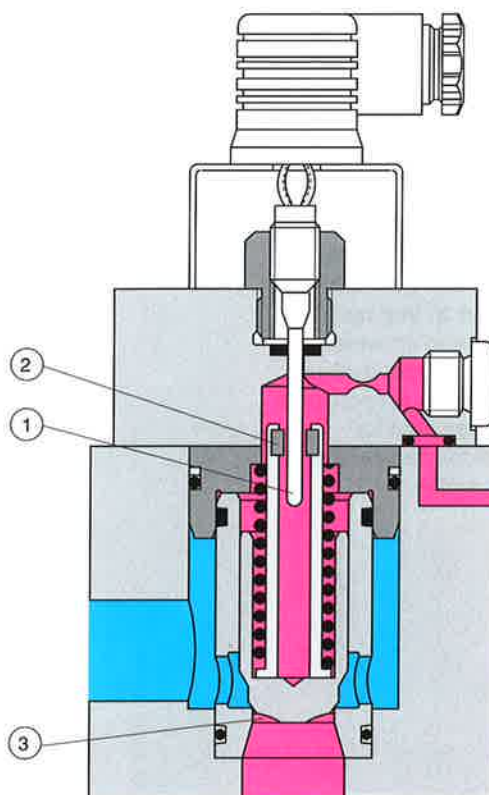
Hvis sikkerhetsfunksjoner og rekkefølgestyring skal realiseres, er det nødvendig med en avkjenning av patronventilens sjaltestillinger.

Til det brukes et berøringsfritt relé som grensekontakt.

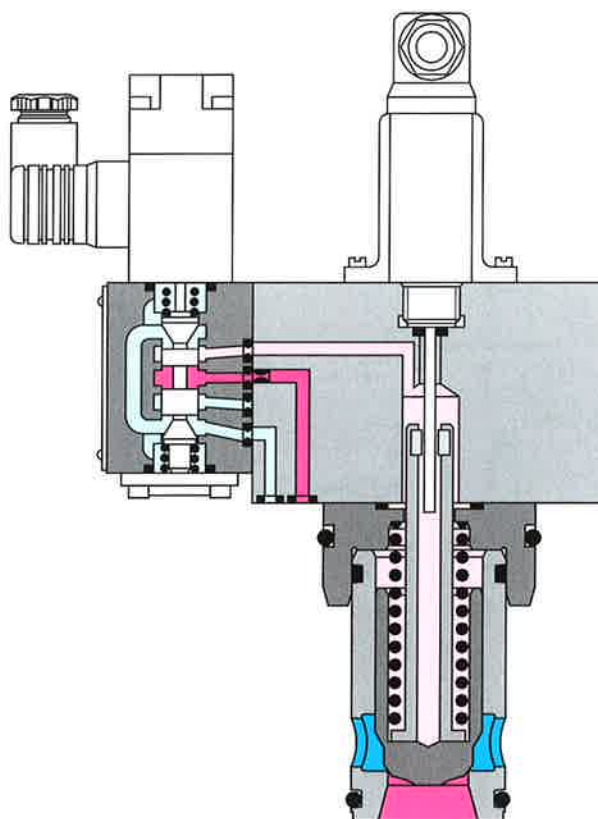
① Virkemåten for dette baseres på at to kontaktfjærer slutter kontakt så snart de kommer i nærheten av feltet fra en permanentmagnet.

② Magnetringen er plassert på ventilsetet, og releet er montert i et trykkrør, som vist på figuren til høyre.

③ For at sikkerhetsfunksjoner ikke skal svikte, er det positiv overlapping.



Forstyringsventilen kan plasseres på siden av dekslet som vist på figuren.



4 Trykkventiler

4.1 Forstyrte trykkbegrensningsventiler

For å kunne realisere en forstyrt trykkbegrensningsventil kombineres en 1 : 1 patronventil med en trykkbegrensningsventil som forstyringstrinn. Denne patronventilen har en struping i ventilsetet. Diameteren på strupingens er tilpasset fjæra.

Styreoljen ved forstyringsventilen kan dreneres internt gjennom port B eller eksternt gjennom port X. Ved hjelp av fjernstyringsporten X kan en annen forstyringsventil tilføyes, eller trykkinnstillingen kan avlastes. En proporsjonal trykkventil kan benyttes som forstyringstrinn i stedet for den vanlige trykkbegrensningsventilen.

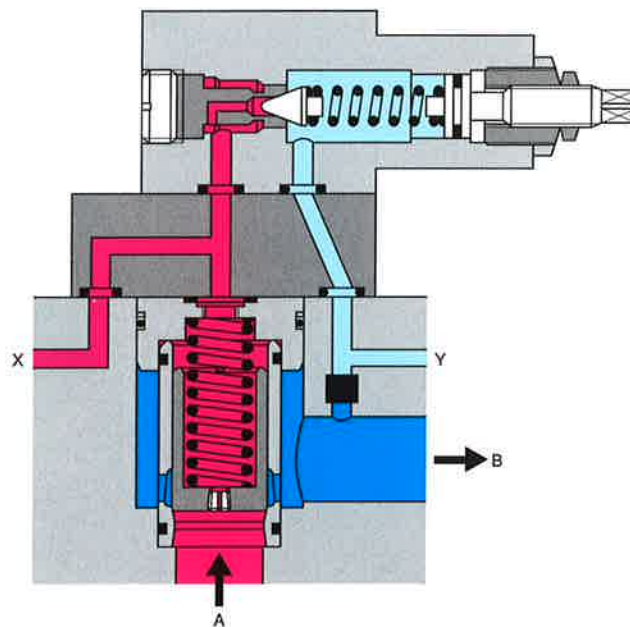
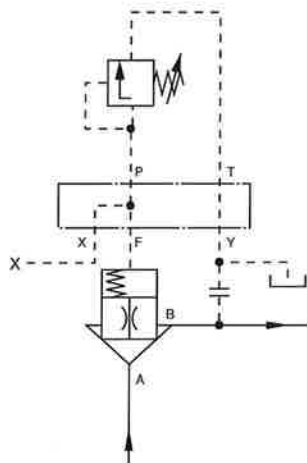
4.2 Trykkbegrensningsventil med forstyring

Hovedventilen er en sleideventil med arealforholdet 1 : 1 i patronutførelse. Denne ventilen er åpen i nøytralstillingen. Ventilens funksjon krever at sleiden utstyres med en struping med en åpning som er dimensjonert etter fjærkraften. Styreoljen blir normalt drenert eksternt gjennom port Y.

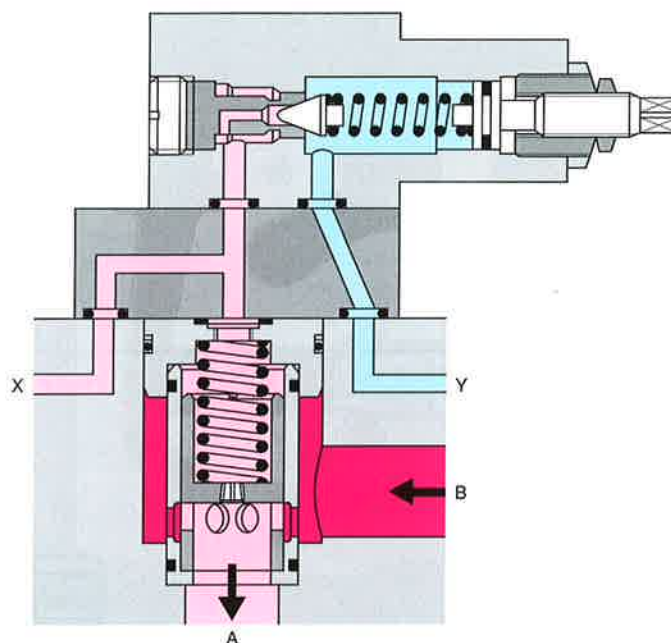
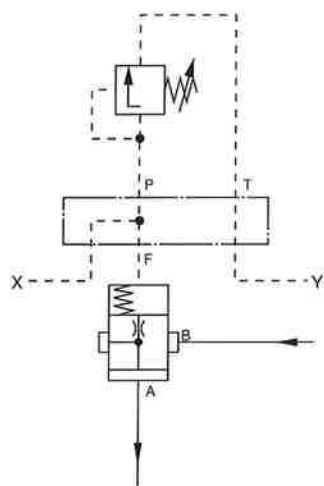
4.3 Rækkefølgeventiler og stengeventiler

Eksternt styrte rækkefølgeventiler og stengeventiler krever en spesiell forstyringsventil. En sleideventil med arealforholdet 1 : 1 brukes i hovedtrinnet. Forskjellen mellom de to ventilfunksjonene består i intern eller ekstern drenering av styreoljen.

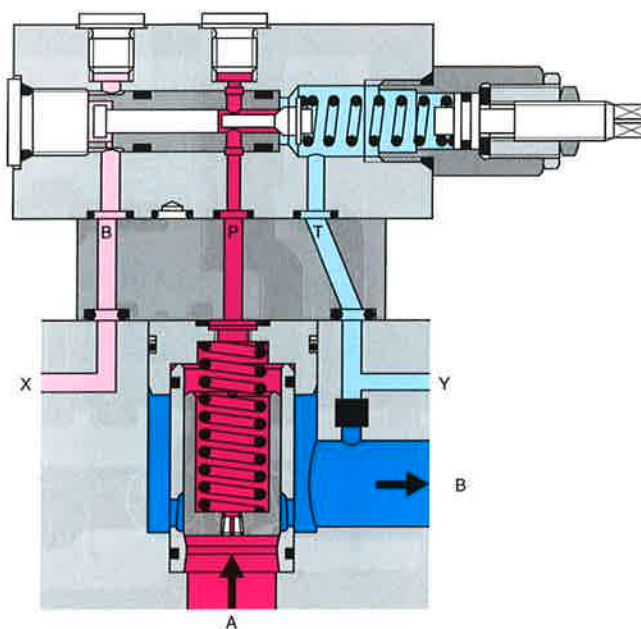
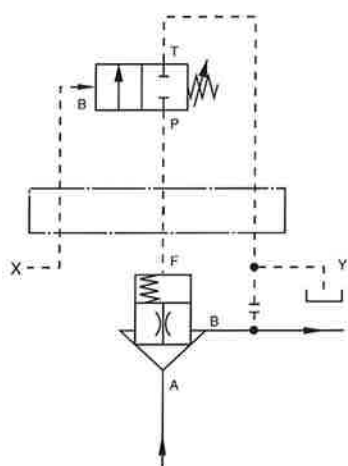
Sikkerhetsventil



Trykkgrensingsventil

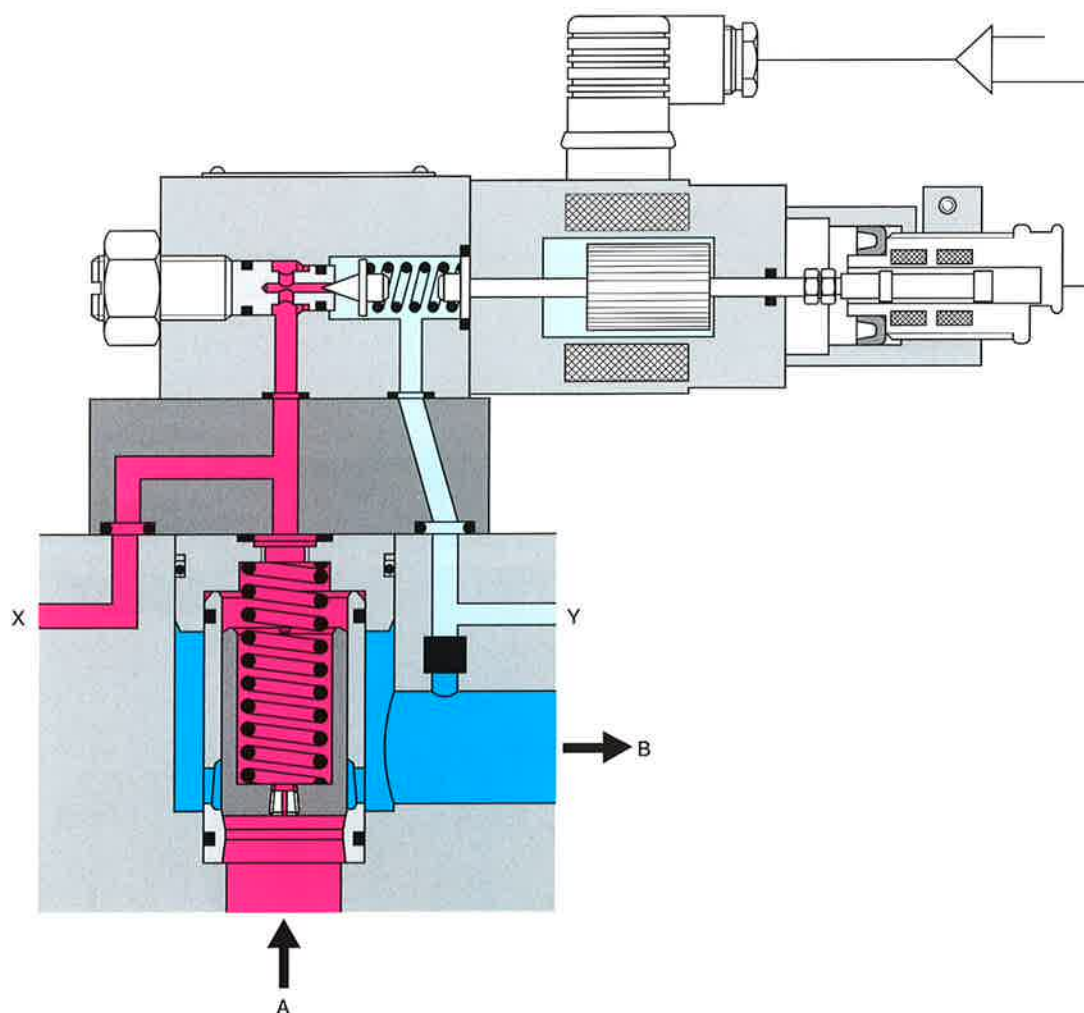


Rekkefølgeventil, stengeventil



4.4 Proporsjonale trykkventiler

Konvensjonelle forstyringsventiler kan erstattes av proporsjonale trykkventiler. På denne måten kan man bruke elektrisk styrt sikkerhets- og trykkbegrensningsventiler i hydraulikken.



5 Volumstrømsventiler

5.1 Strupeventiler

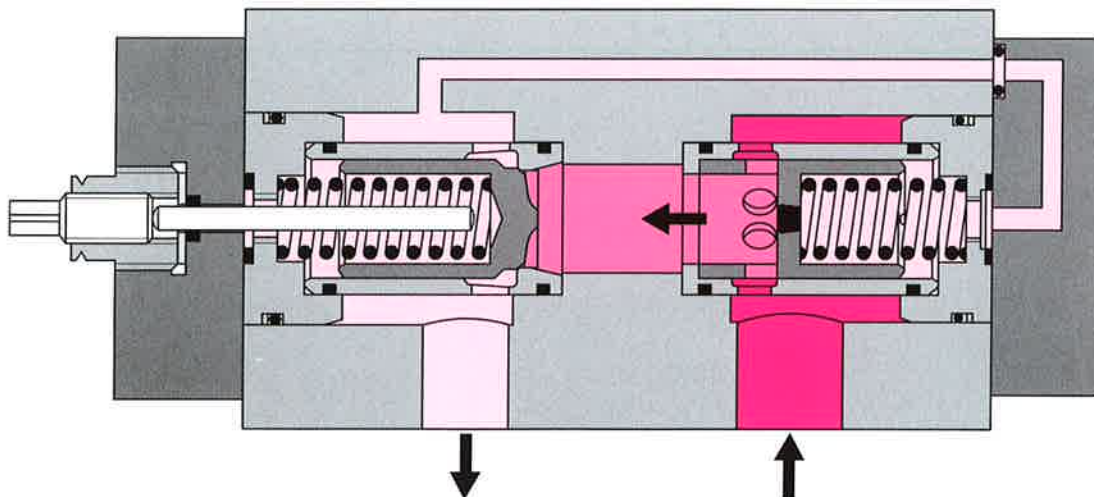
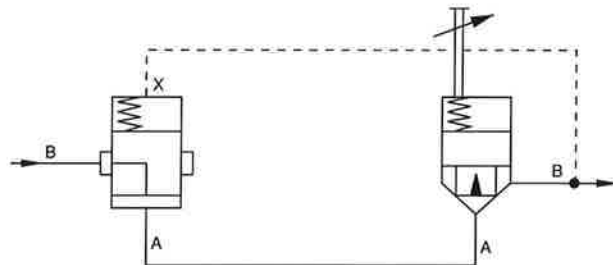
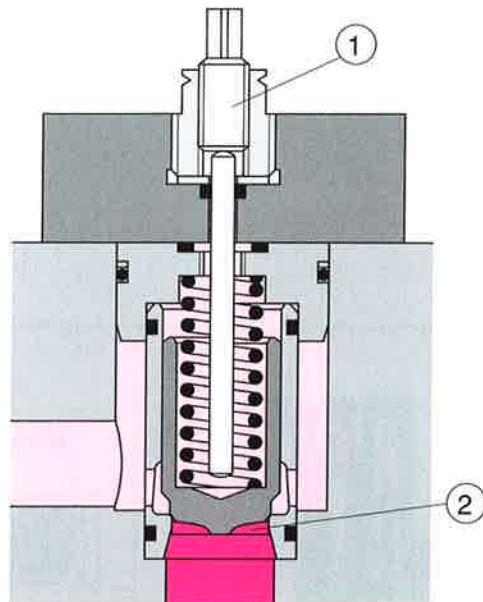
Strupeventiler utføres som standard patronventiler med presisjonsstyrekanter ②. Portåpningen kan varieres med slagbegrenseren ① som er montert i styreblokken.

5.2 Volumstrømsregulatorer

Trykkkompenserte volumstrømsventiler er en kombinasjon av en styrestruping og en trykkregulator. Disse er seriekoplet i en toveis trykkompensert volumstrømsventil og parallellkoplet i en treveis ventil.

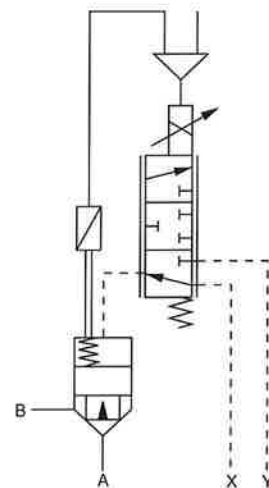
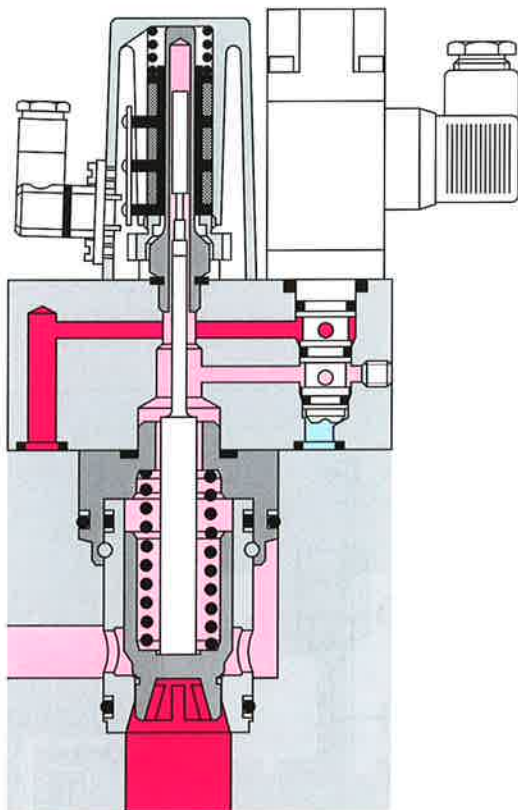
I praksis brukes en patronventil med slagbegrensning som styrestruping. Dessuten brukes en patronventil med arealforholdet 1 : 1 som trykkregulator.

Fjæra i trykkregulatoren bestemmer det konstante trykkfallet i styrestrupingen. Trykket er på ca. 6–10 bar.



5.3 Proporsjonale strupeventiler

Proporsjonale strupeventiler for blokk-montasje blir styrt hydraulisk av en volumstrømsventil uten stillingsregulering. Den arbeider som en 3/3 retningsventil. Forstyringsventilen er integrert i ventilens endedeksel for tilpassing til patronen. Hovedventilens stilling registreres av en føler og blir styrt elektronisk.



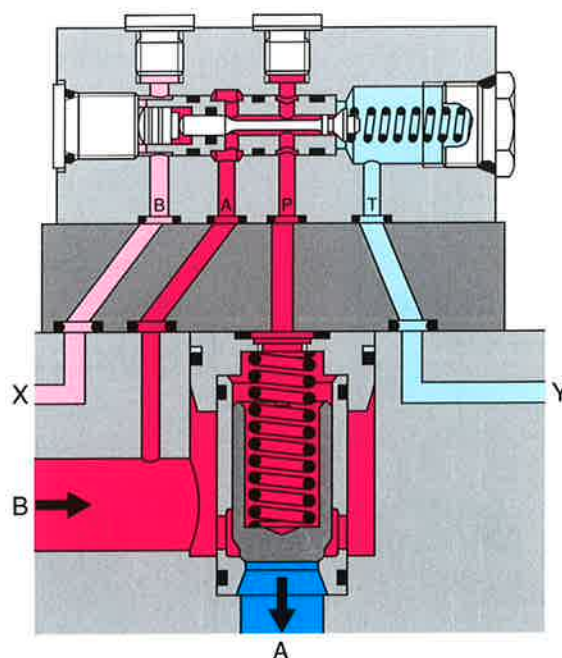
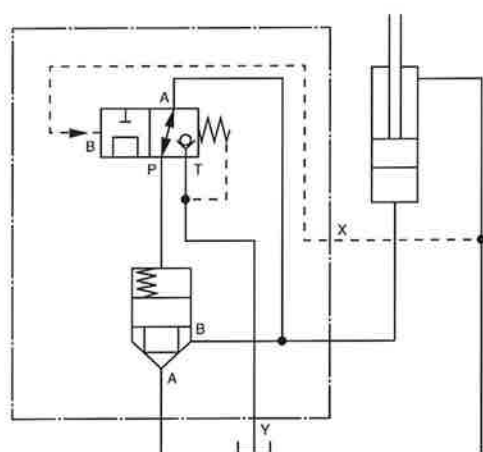
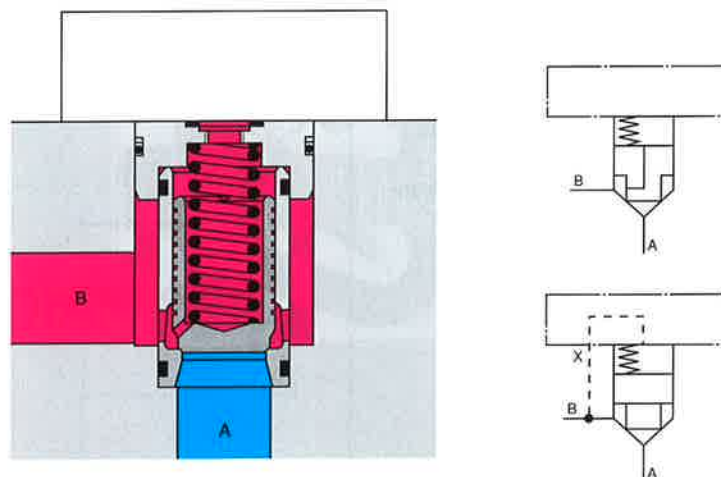
6 Tilbakeslagsventiler

6.1 Vanlige tilbakeslagsventiler

Vanlige tilbakeslagsventiler kan realiseres med patronventiler med et arealforhold på 1 : 1,6. Den nødvendige forbindelsen fra B til F kan enten være gjennom en kanal i ventiletet, eller den kan være ekstern med porter i styreblokken og endedekslet.

6.2 Forstyrte tilbakeslagsventiler

Patronsystemets retningsventiler er ikke helt frie for lekkasjer. De kommer fra forstyringsventilen og føringen for ventiletet. Patronventiler kan arbeide som åpne tilbakeslagsventiler hvis det benyttes en spesiell patronventil av setetypen med tettet styrestempel.



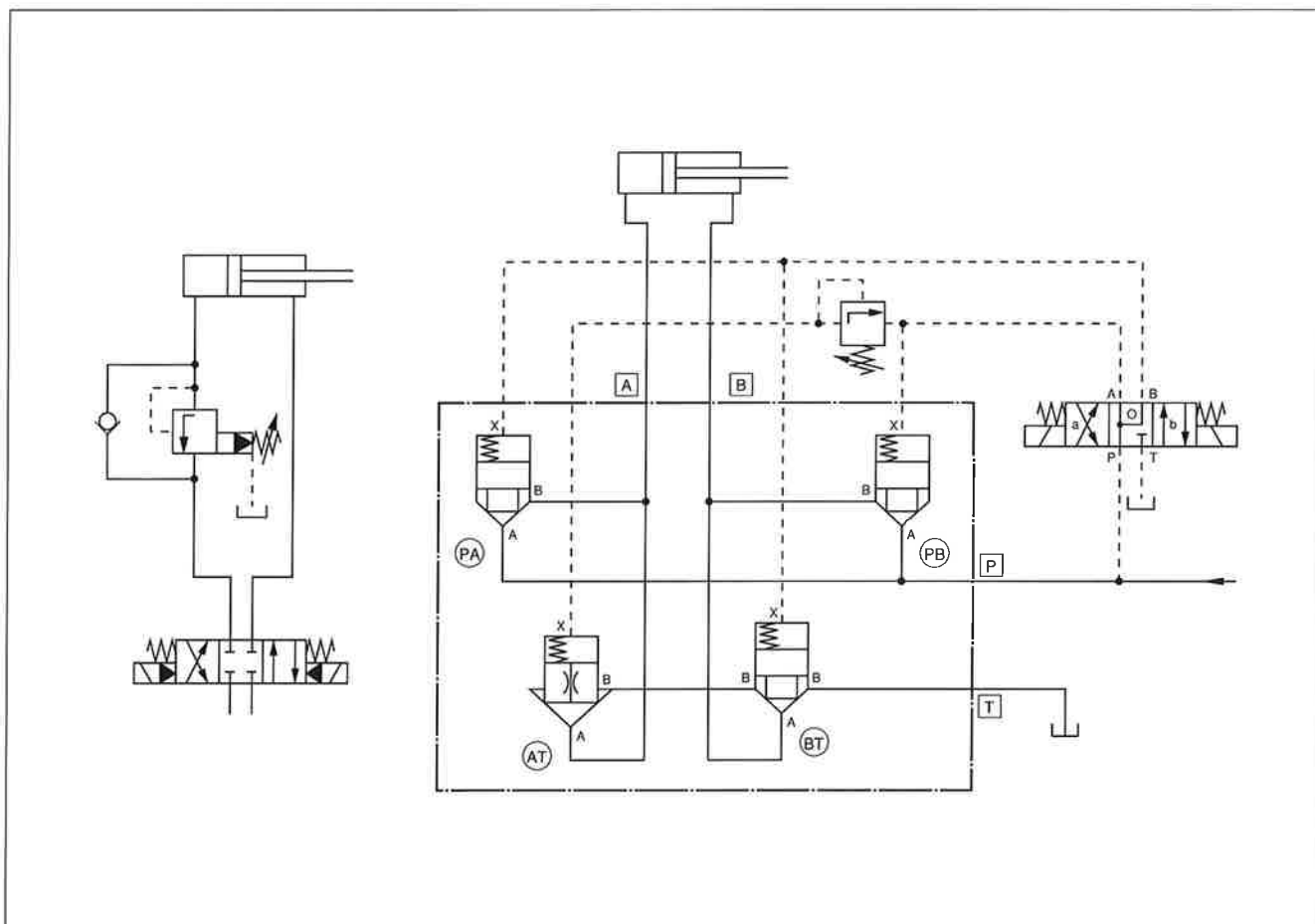
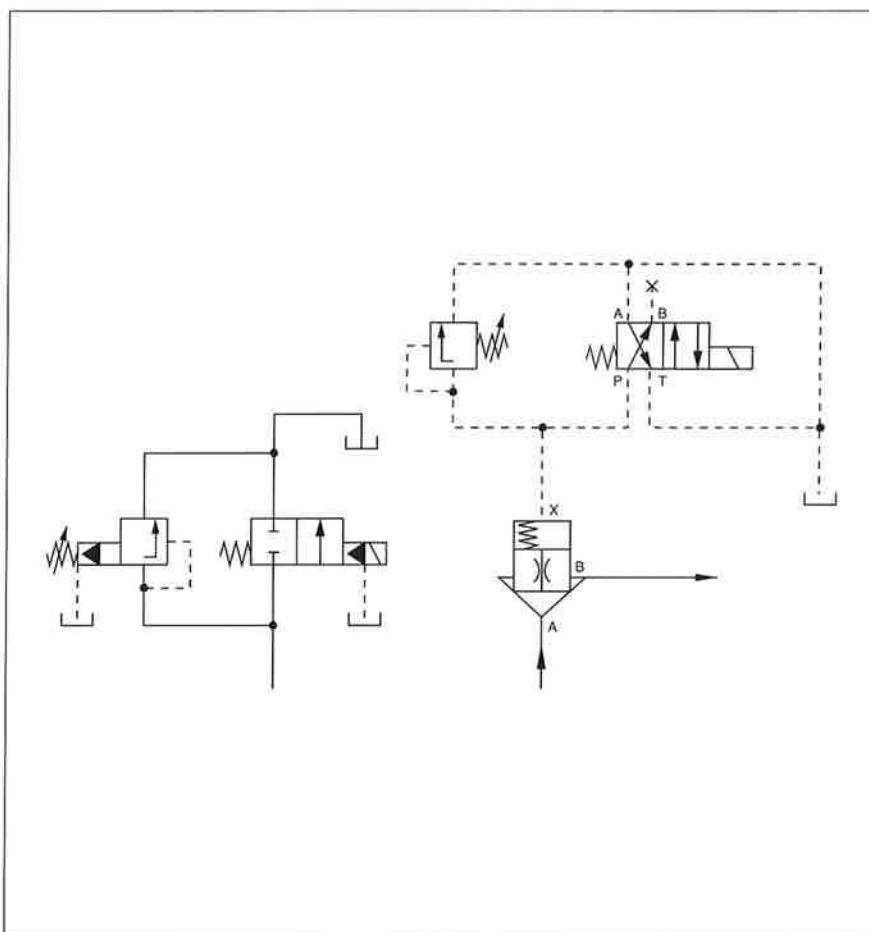
7 Kombinasjon av flere ventilfunksjoner

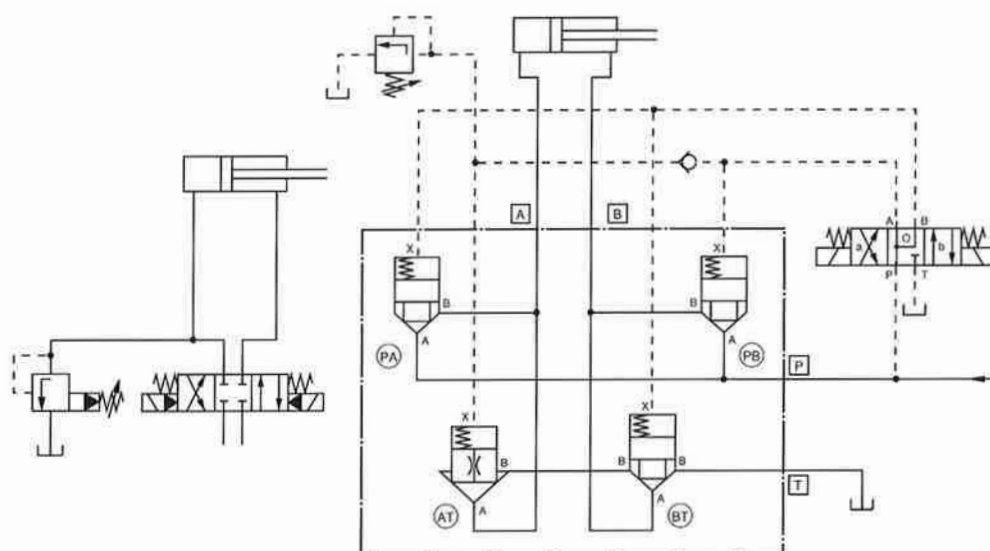
En utmerket egenskap ved patron-systemet er at én enkelt hovedventil kan styres samtidig av flere forstyrte ventiler. Med dette prinsippet flyttes sjaltelogikken fra effektdelen til forstyringsdelen. Fordelen med dette er at forholdet mellom volum og effekt kan forbedres ytterligere.

7.1 Retningsventil kombinert med en trykkventil

I kombinasjonen som er vist, er patron-ventilen en komponent i både en retningsventil og en trykkbegrensningsventil.

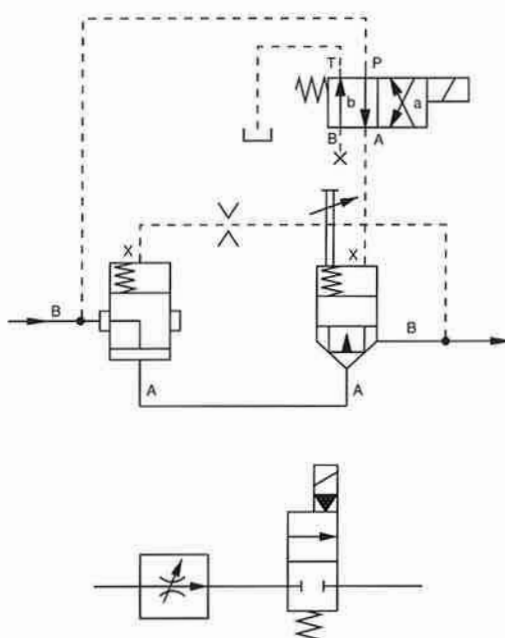
To ytterligere eksempler viser utvidelsen av en 4/3 retningsventil ved hjelp av trykkbegrensningsventil montert i sylinderledningene.





7.2 Kombinasjoner av volumstrømsventiler

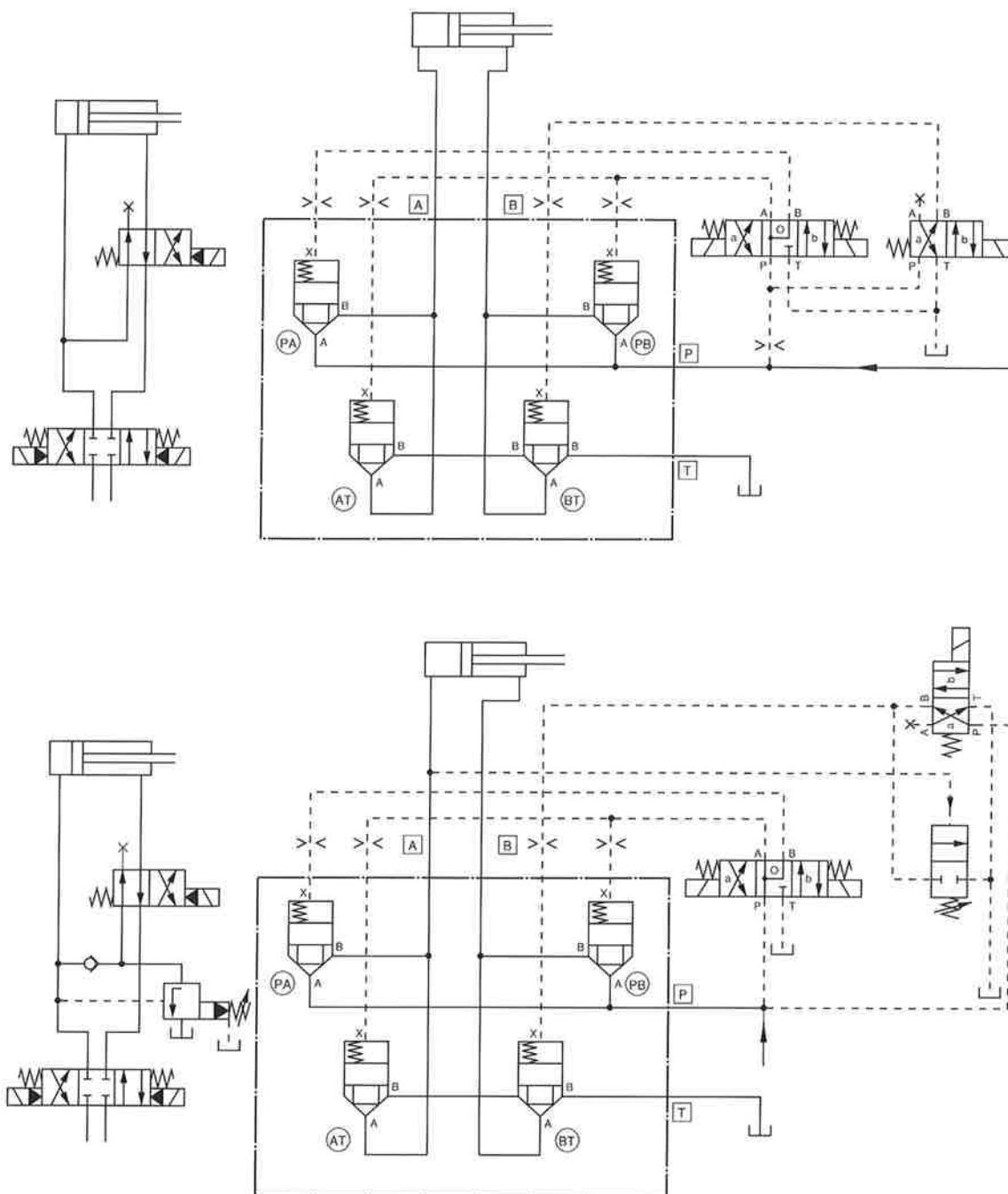
I kombinasjonen som er vist, virker patronventilen med slagbegrenser både som styrestruping i en volumstrømsventil og som hovedtrinn i en retningsventil.



7.3 Kombinasjon av flere retnings-ventiler

En differensialkrets som kan koples på og av elektrisk, kan realiseres ved hjelp av en ekstra ventil montert i styrekretsen. I versjonen som er vist her, åpner patronventilen PB under funksjonen som differensialkrets. Denne åpningen skjer på grunn av sylinders trykkforsterkning.

Hvis differensialkretsen skal slås av som funksjon av trykket, må det tilføyes en trykkventil i styrekretsen.

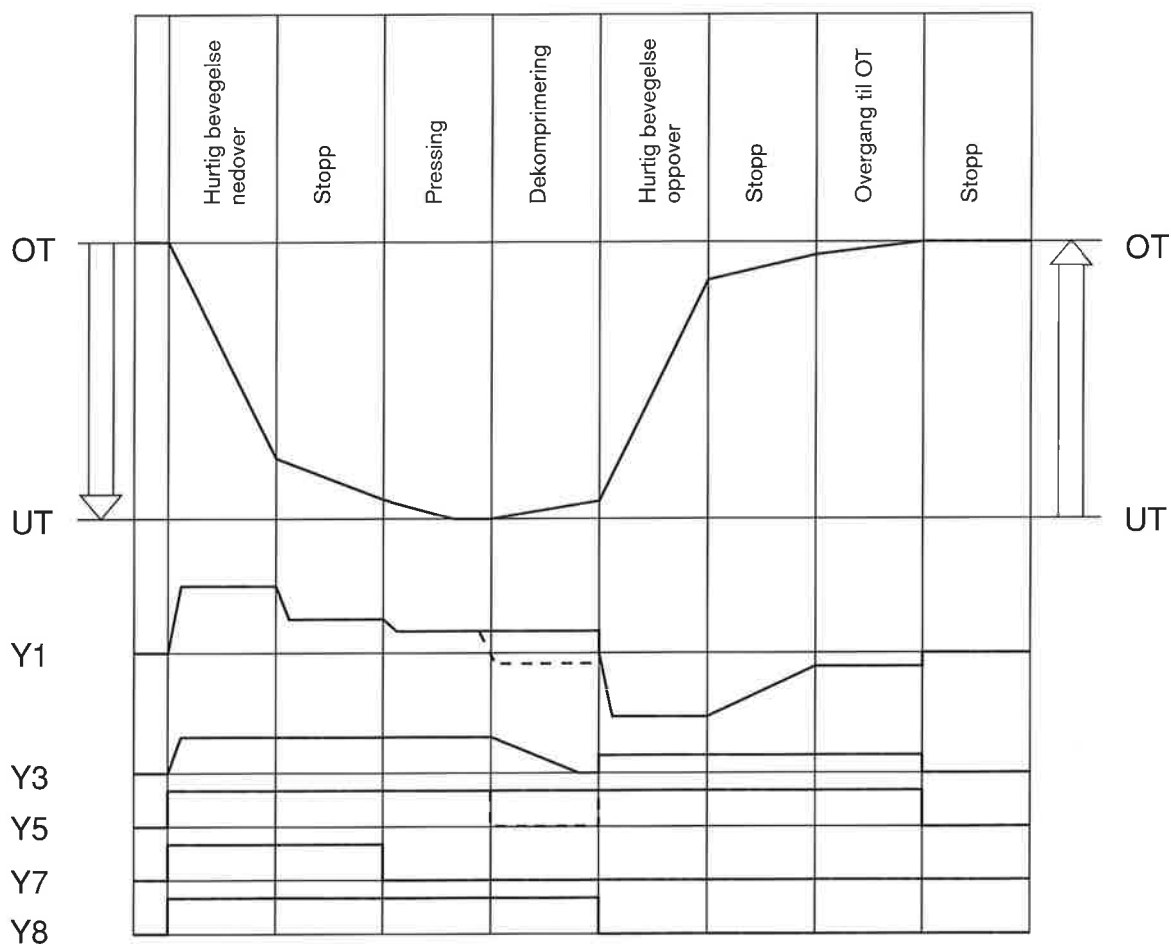


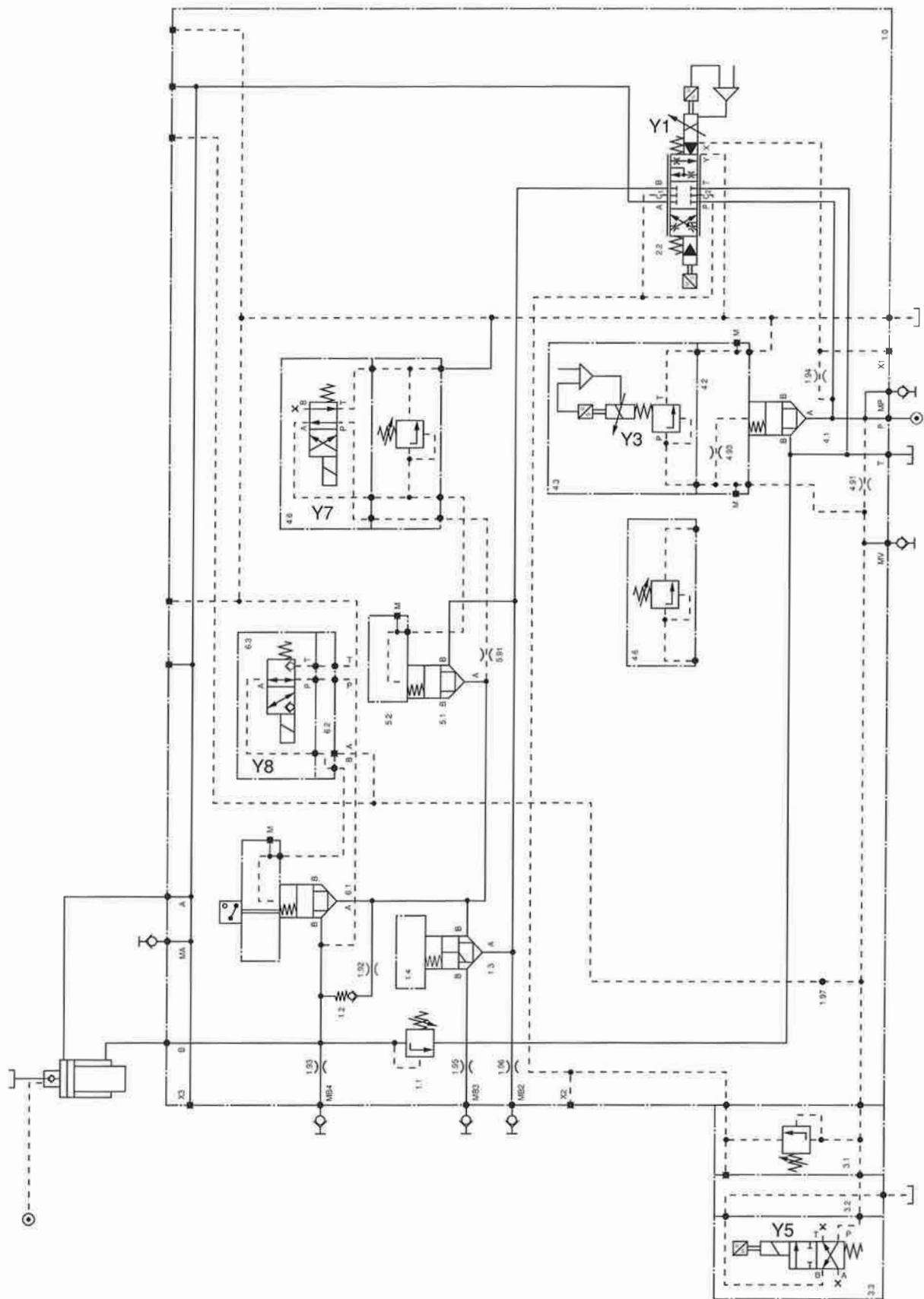
8 Eksempel på styring av presser

Styring av hydrauliske presser skjer ved hjelp av en styreblokk med patron-ventiler. Ulike ventilkombinasjoner kan gi forskjellige løsninger.

Sjalteforløpet, som er illustrert i diagrammet, må oppfylle gjeldende sikkerhetsforskrifter. Disse forskriftene blir vanligvis utgitt av kompetente industriorganisasjoner.

Farlige stengebevegelser kan ikke tolereres, og det er derfor dobbelt sikkerhet mot utilsiktet trykkstigning på begge sider av stemplet. Ventilene 6.1 og 2.2 har elektrisk styrt sjaltestilling. Nedenfor vises funksjonsdiagrammet for en hel arbeidssyklus.





9 Spesielle egenskaper ved styring med patronventiler

– Industriell effektivitet som problemløser

Komplekse styringer kan realiseres med noen få standardelementer. Kostbare arbeidsprosesser er redusert til et absolutt minimum. Lønn somheten bestemmes av produksjonsvolumet. Derfor kan det lønne seg å investere i kostbart konstruksjonsarbeid og produksjon for styreblokkene.

– Redusert oljelekkasje

Patronventiler av setetypen har bare perifer lekkasje ved kjeglens føringskanal mellom fjærkammeret og porten B og i forstyringsventilen. Den samlede lekkasjen utgjør bare ca. 10 % av volumet ved konvensjonelle styringer.

– Mindre trykkspisser

Tiden for åpning og stenging av de enkelte styrekantene kan påvirkes etter ønske. Det betyr at oljestrømmene kan styres optimalt. Fordi seteventilene ikke har overlapping, er det mulig å oppnå en meget hurtig reaksjon på trykktopp.

– Raske sjaltetforløp

Dette skyldes at det er små masser i seteventilene, og at disse ventilene ikke har overlappingsslag. For det meste er hastighetene for åpning og stenging avhengig av størrelse og sjaltetider i forstyringsventilene. De korteste sjaltetidene som kan oppnås med patronventilene NG 25, er 20 - 50 ms.

– Lite volum og liten vekt

Det er blitt mulig å redusere nødvendig volum sterkt i sammenlikning med konvensjonelle hydrauliske installasjoner. Det skyldes en rekke forhold. For det første kan flere ulike funksjoner kombineres i en enkelt patronventil, for det andre er ikke patronventilen utstyrt med et hus i arbeidskretsen, og for det tredje er massen i en patronventil bare en brøkdel av massen i en sleideventil i konvensjonell utførelse.

– Mindre støy

En av de viktigste årsakene til at støyen kan elimineres, er at vi unngår trykkspisser. Fordi styrekretsen fyller mindre, er det en mindre overflate for utstråling av svingninger.

– Stor fleksibilitet

På grunn av de mange variantene av komponenter (ulike arealforhold, ulike fjærer, ulike strupinger osv) og muligheten for justerbar forstyring kan patronene plasseres i en bestemt ordning, og funksjonsendringer kan realiseres på kort tid.

– Enkelt vedlikehold

Den kompakte utførelsen og det reduserte antallet av forskruninger fører til minimal ekstern lekkasje. Hvis det oppstår en feil, vil det ofte være tilstrekkelig bare å skifte ut de enkelte patronelementene i stedet for å måtte skifte ut komplette ventiler.

Ettersyn av utstyret kan også reduseres på denne måten.

Det blir enklere å holde reservedelslager fordi det er relativt få basiselementene.

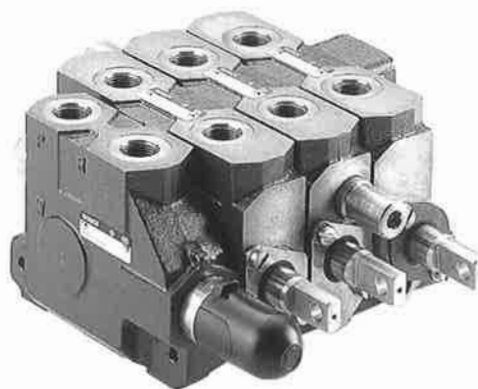
Erfaring har vist at patronenes levetid vanligvis er lengre enn levetiden for tilsvarende ventiler med sleide.

– Ulempen

Reparasjon av systemer med patronventiler stiller større krav til godt utdannet servicepersonell enn tilfellet er for konvensjonelle systemer.

Når en prototype skal settes i drift første gang, kan det ta betydelig lengre tid enn ved konvensjonelle systemer. Det skyldes at enkelte ventilers dynamiske forhold, under visse omstendigheter, må optimaliseres ved å eksperimentere med ulike styrestrupinger og fjærer. Feilsøking blir vanskeligere hvis ikke styreblokkene har måleporter. Hvis styreblokkenes vegger er porøse eller har fått sprekker, kan det bli nødvendig å skifte ut blokken.

Ventilsentraler i mobile maskiner



1 Generell beskrivelse

I mobil hydraulikk brukes det styreenheter for retning. De kan utføre flere samtidige eller suksessive funksjoner via manuelt betjente retningsventiler.

1.1 Utførelse av en styreenhet

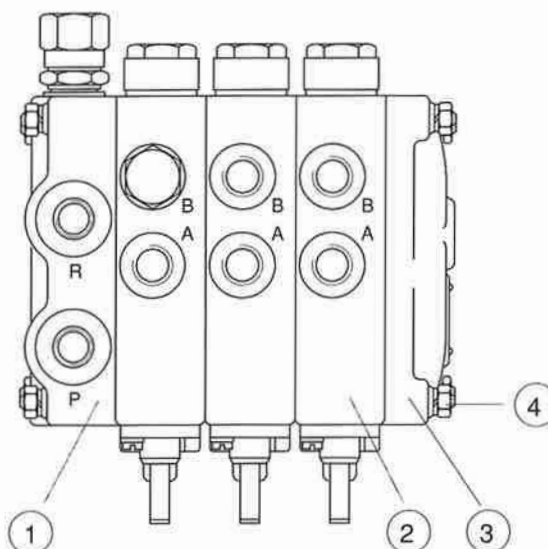
Enheten består av:

① Inn- og utløpsseksjonen
Innløp P og utløp R passerer seksjonen. Den inneholder en sikkerhetsventil og eventuelle andre ventilm funksjoner.

② Retningsventilmoduler
Det kan monteres opp til åtte moduler mellom endeseksjonene. De inneholder portene A og B til sylindren.

③ Endeseksjon
Denne lukker ventilsentralen og inneholder vanligvis ingen komponenter.

④ Bolter
Disse spenner modulene sammen. Monteringsflatene mellom de enkelte segmentene er tettet med O-ringer. Hver av retningsventilene er utrustet med kopplingselementer (spak) og andre aktuelle deler. Vi skiller mellom venstreorienterte og høyreorientert konstruksjon avhengig av hvordan innløps- og utløpsseksjoner er plassert. Sett fra oversiden av portene, skjer aktiveringen fra undersiden. Figuren viser en venstreorientert utførelse.



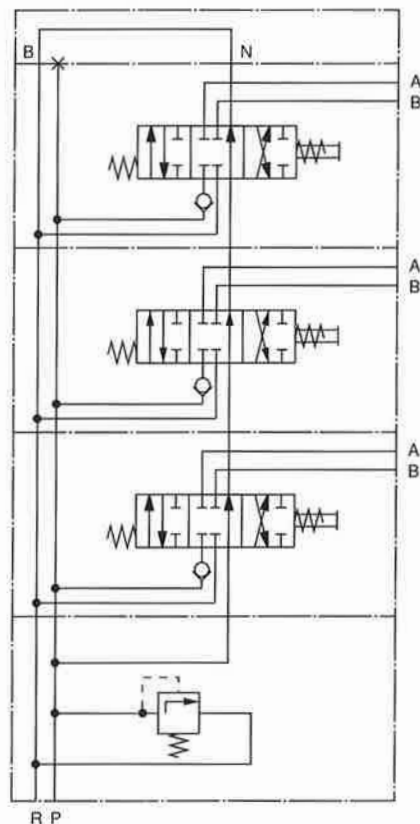
1.2 Funksjoner

Retningsventilmodulene brukes både til retningsstyring og regulering av bevegelseshastigheten i sylindere og hydrauliske motorer. De er derfor utrustet med styrekanter for kontinuerlig justering. Ventilene har en større sleidevandring enn vanlige kopplingsventiler.

2 Ventilsentral for nøytralsirkulasjon (OC: Open Center)

2.1 Grunnleggende koplingsdiagram, parallell plassering av retningsventiler

Ventilens innløp og utløp er parallelle med hovedstrømmen av oljen. Flere retningsventiler kan aktiveres samtidig. Hvis flere ulike laster skal løftes samtidig, vil en tilbakeslagsventil hindre den tyngste lasten i å løpe løpsk. Disse ventilsentralene mates fra en pumpe med fast volumstrøm. Når de ikke aktiveres, vil volumstrømmen gå som nøytralsirkulasjon gjennom ventilsegmentet og port R, det vil si at den ledes til tanken eller neste sylinder. Motstanden mot volumstrømmen er proporsjonal med antallet ventilsegmenter.

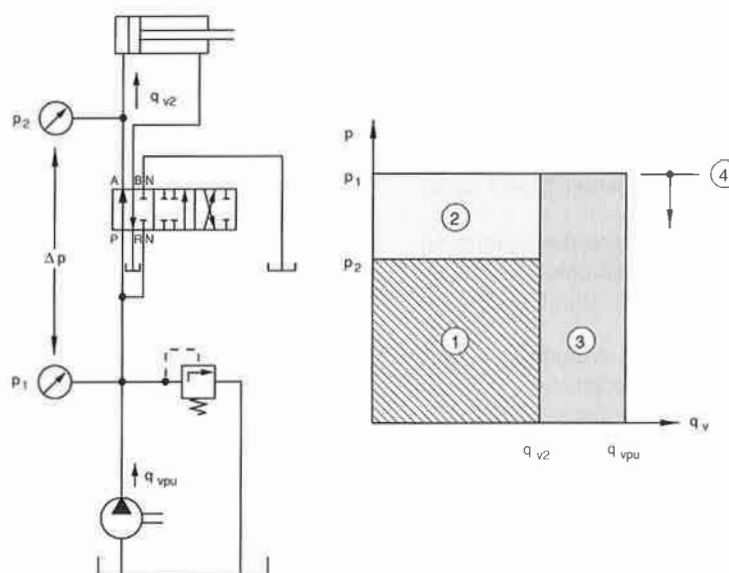


2.2 Effekttap i styreområdet

Når volumstrømmen skal reguleres av en struping ved styrekantene, kan det ikke unngås at det blir tap. Overskytende strømning ledes ut gjennom sikkerhetsventilen, som har overlapping. Når innstilt trykk p_1 er større enn lastens trykk p_2 , blir det et overskuddstrykk. Det resulterer i en overskytende effekt som avgir varme i strupingen og i sikkerhetsventilen.

Effektfordeling

- ① Utnyttet effekt
- ② Effekttap i struping
- ③ Effekttap i sikkerhetsventil
- ④ Effekttapene reduseres hvis det er overlapping ved sjaltingen (se figuren).

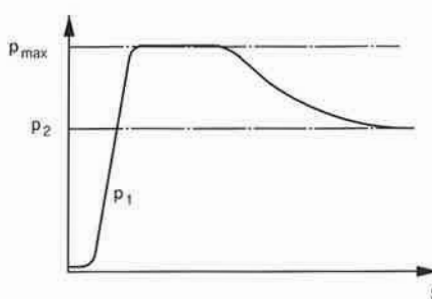
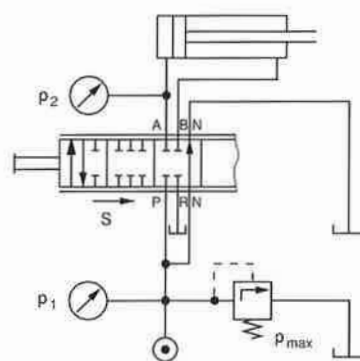


2.3 Overlapping ved sjalting

En passende overlapping ved sjaltingen i styringsområdet kan redusere tapene.

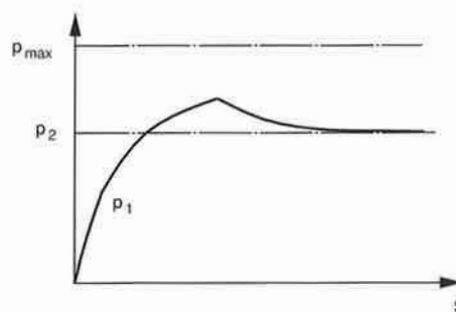
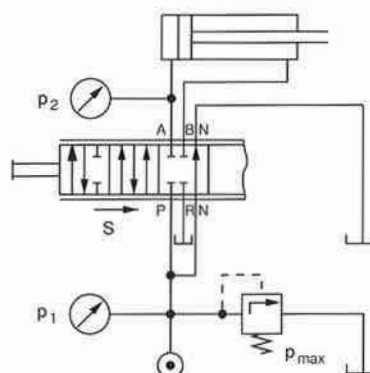
Positiv overlapping ved sjalting

Når ventilen går ut av midtstilling, vil nøytralsirkulasjonen stoppe før pumpa leverer olje til sylindren. Når ventilen står i midtstilling, ledes oljen ut på grunn av trykket p_2 i sikkerhetsventilen. Drift i midtstillingen leder til vesentlige effekttap (se diagrammet i avsnitt 2.2).



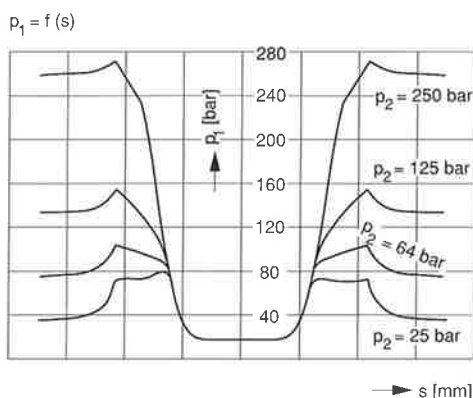
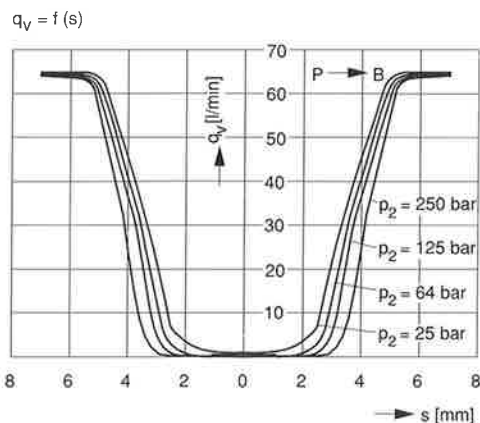
Negativ overlapping ved sjalting

Pumpas volumstrøm ledes til sylindren før nøytralsirkulasjonen stopper. Trykket ved ventilens midtstilling stiger opp til lastens trykk eller litt over dette. Det gir atskillig mindre effekttap. I diagrammet ved avsnitt 2.2 er dette vist med en pil som peker nedover for trykket p_1 . Sylindren kan kjøres kontinuerlig eller med faste stillinger. De uønskede lastreduksjonene ved overlappingen blir hindret av en tilbakeslagsventil i port P. Trykkgrensingsventilen blir bare aktivert ved overbelastning. Den har altså en forebyggende funksjon.



2.4 Styrekarakteristikk

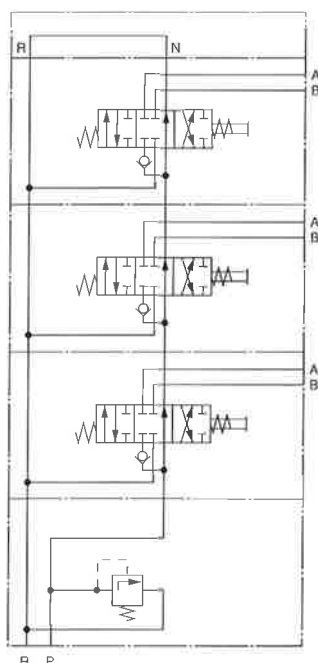
Styrekanter er utformet slik at volumstrømmen q_v øker gradvis når ventilsleiden beveger seg. Dette sikrer en myk start. Volumstrømmen reguleres av en enkelt strupeventil. Det vil si at den avhenger av trykkdifferansen Δp . Ved å justere kan det oppnås tilnærmet konstant hastighet ved varierende last, gjennom passende korreksjoner av bevegelsen til ventilsleiden. Når trykket av lasten er høyest, blir volumstrømmen ikke ledet til sylindren før sleiden har beveget seg et stykke s . Det skyldes at forbindelsen via nøytral-sirkulasjon må strupes nok så mye. Trykkstigningen for p skjer i samsvar med sleidebevegelsen s , som i sin tur avhenger av den positive overlappingen i sjaltestillingens styringsområde (se avsnitt 2.3 - Negativ overlapping ved sjalting).



2.5 Suksessiv styring

Denne versjonen er mindre brukt enn parallellkoplingen.

De enkelte ventilene er koplet i serie. Når en av retningsventilene aktiveres, ledes det ikke trykkløse til de øvrige.



2.6 Type SB 23 OS utførelse og størrelse

– Innløps- og utløpsseksjon

Seksjonen inneholder ikke bare sentralens innløp og utløp, men også en trykkbegrensningsventil som vern mot høyt trykk.

– Retningsventil

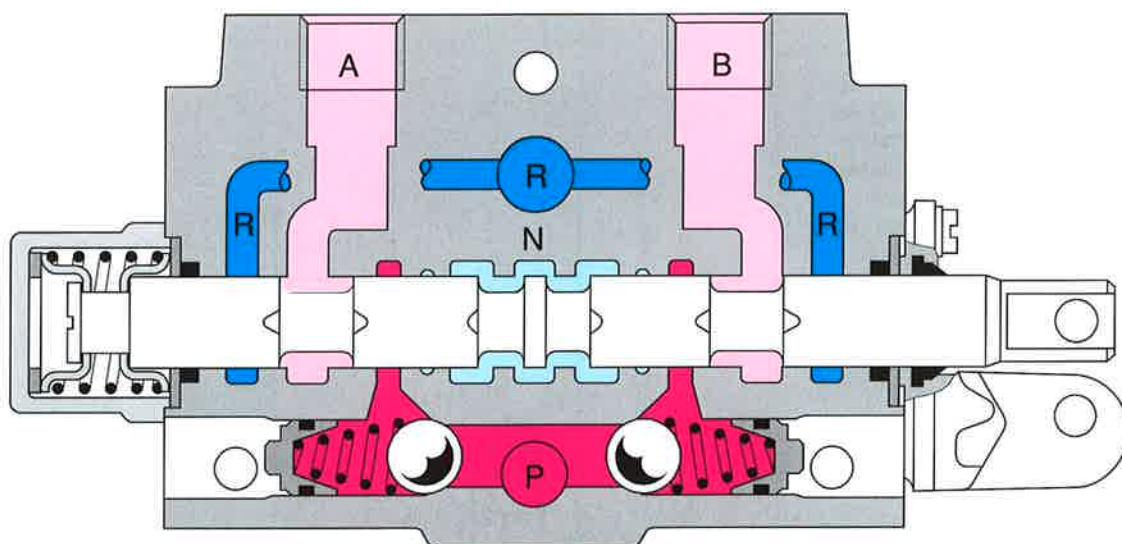
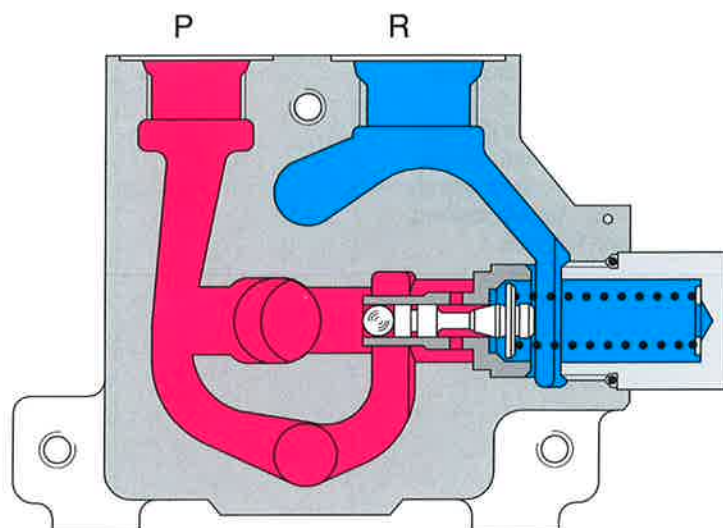
Figuren viser den grunnleggende utførelsen av en dobbeltvirkende retningsventil med to arbeidsporter A og B og tre sjaltestillinger. Ventilsleiden holdes i midtstilling av en returfjær.

Ventilhusets styrekanter er plassert symmetrisk. Den sentrale innløpskanalen er forgrenet med to tilbakeslagsventiler. Ventilsleiden styrer volumstrømmen til portene A og B. Returledningens to symmetriske kanaler løper sammen i ventilhuset og ledes ut sentralt.

Tekniske data:

Nominell volumstrøm $q_v = 70 \text{ l/min}$

Arbeidstrykk $p = 250 \text{ bar}$

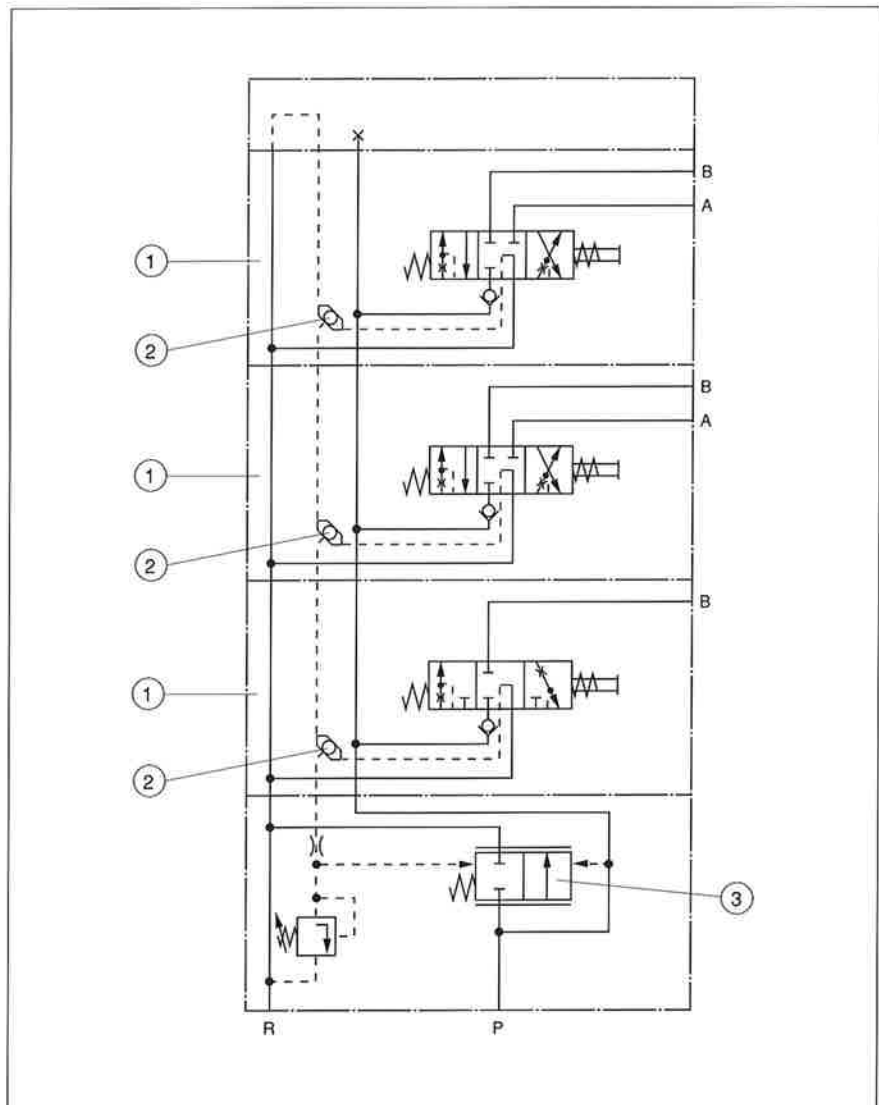


3 Ventilsentral med lastavkjenning (Load Sensing LS)

3.1 Virkemåte

Det variable trykket i sylindreportene registreres og behandles i en styrekrets. De separate retningsventilene ① er forbundet parallelt slik at flere ventiler kan aktiveres på samme tid. Lasttrykkene i de ulike sylindrene er skilt av reguleringsventiler ②.

Det største trykket ledes til trykkregulatoren ③ i innløpsseksjonen. Denne sammenkoplingen svarer til en treveis volumstrømsregulator. En slik løsning har mange praktiske fordeler.

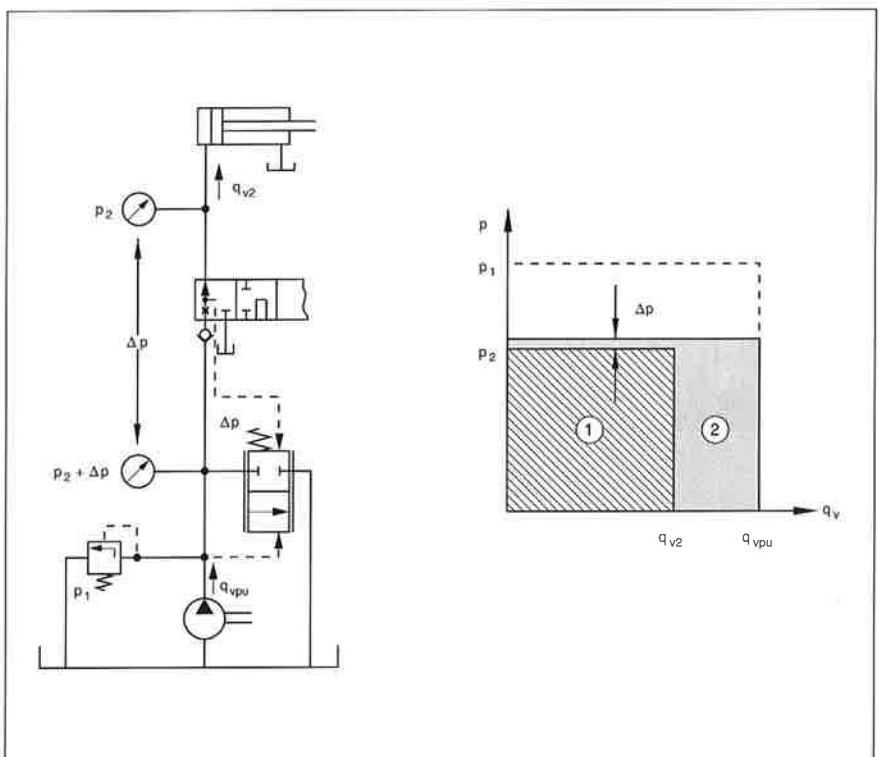


3.2 Reduserte tap i styringsområdet.

Overskytende volumstrøm blir ikke ledet gjennom sikkerhetsventilen, men gjennom trykkregulatoren. Den åpnes ikke av det maksimale systemtrykket p_1 , men den er avhengig av lasttrykket p_2 som er summen av styretrykket i fjærkammeret og trykkdifferansen Δp over strupingen. Hele nøytralsirkulasjonen for ikke arbeidende retningsventiler ledes direkte til innløpsseksjonen, ettersom det ikke er nødvendig å lede den via hele ventilblokken.

Effektfordeling

- ① Utnyttet effekt
- ② Effekttap.



3.3 Styrekarakteristikker

Styrekantene er utformet slik at volumstrømmen q_v øker gradvis når ventilsleiden beveger seg. Dette sikrer en myk start. Innsnevringen i retningsventilen og innløpsseksjonens trykkregulator danner en treveis volumstrømsregulator. Lastsvingninger blir kompensert slik at sylinderhastigheten holdes konstant for ulike laster.

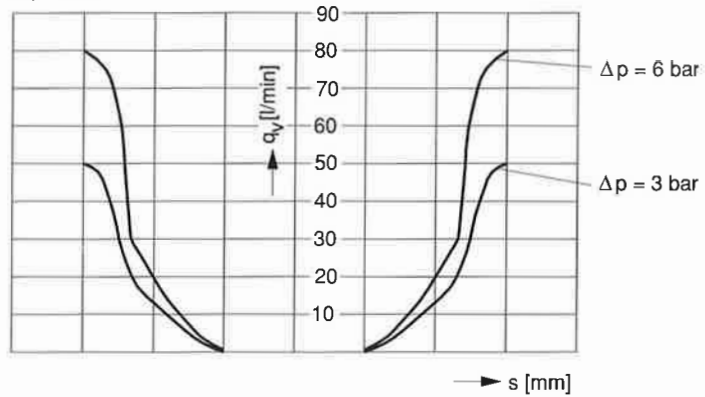
Åpning skjer alltid ved samme sleidevandring s uavhengig av lasten.

Diagrammet viser to kurver for henholdsvis $\Delta p = 3$ bar og $\Delta p = 6$ bar.

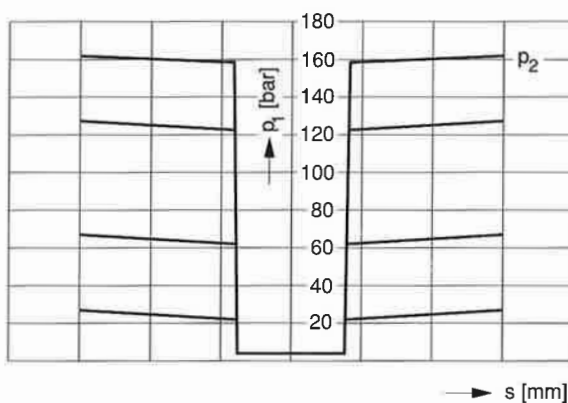
Dette bestemmes av fjæra i trykkregulatoren.

Trykket p avhenger av sleidens vandring s og begynner å stige straks styrekantene er åpne, uten å overskride lasttrykket.

$q_v = f(s)$

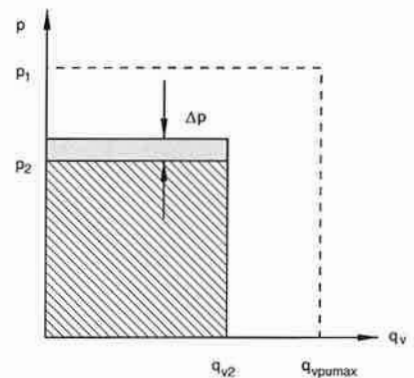
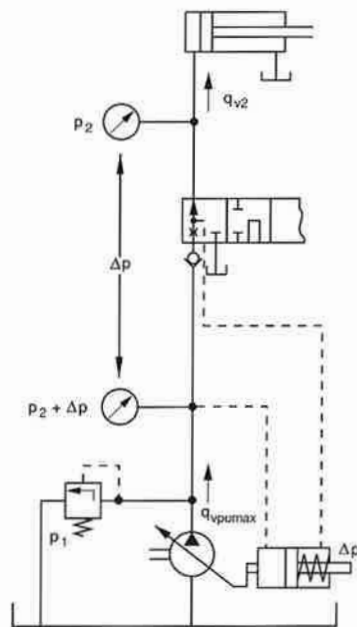


$p_1 = f(s)$



3.5 Kombinasjon av en LS ventilblokk og en pumpe med konstant volumstrøm

Tapene i styreområdet kan reduseres ytterligere med regulerbare pumper og styring av volumstrøm og trykk. Dermed blir trykkregulatoren en del av pumpestyringen og innstiller volumstrømmen i samsvar med tverrsnittet i retningsventilens port. Regulatoren innstiller pumpa til korrekt trykk ved å avkjenne lasttrykket. Det oppstår ubetydelige effekttap på grunn av trykkdifferansen Δp over strupingen. Denne trykkdifferansen bestemmes av trykkregulatorens fjær.



3.5 Type SB 12 LS utførelse og størrelse

3.5.1 Retningsventil

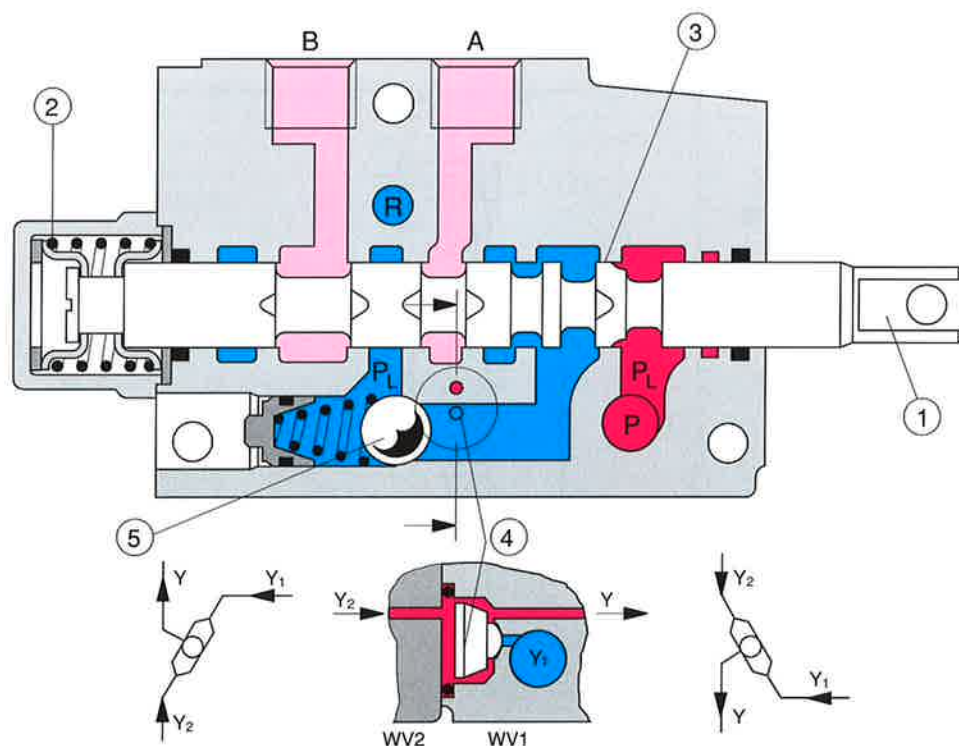
Figuren viser en grunnleggende utførelse som dobbeltvirkende retningsventil med to arbeidsporter A og B. Ventilseiden ① holdes i midtstilling av returfjæra ②. Ventilseiden styrer ikke bare styrekantene mellom portene P, A, B og R, men også seksjon ③ av port P. Denne danner en måleblende som sammen med innløpsseksjonens trykkregulator bestemmer sylinderhastigheten (volumstrømsregulator-funksjon). Velgerventilen ④ for lastavkjenning sitter på den siden som vender mot endeseksjonen, vinkelrett på sentralens akse. Venstreorienterte og høyreorienterte sentraler krever ulike retningsventiler.

Tilbakeslagsventilen ⑤ i kanal P hindrer utilsiktet lastsenking i styreområdet når flere retningsventiler aktiveres samtidig.

Tekniske data

Standard volumstrøm $q_v = 60 \text{ l/min}$
ved $\Delta p = 6 \text{ bar}$

Arbeidstrykk $p = 250 \text{ bar}$

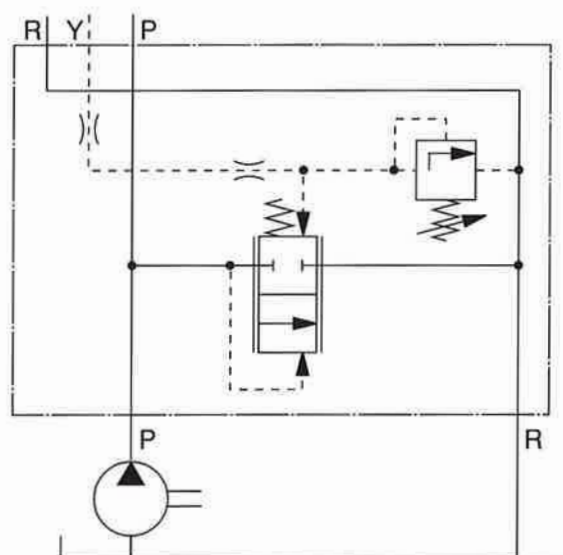
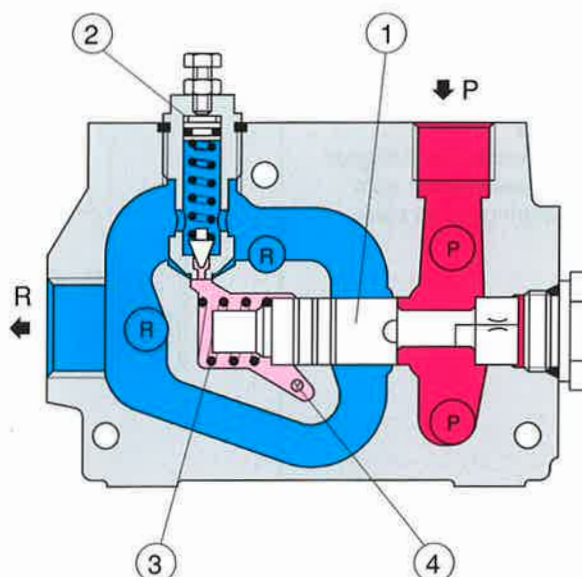


3.5.2 Inn- og utløpsseksjon - grunnleggende utførelse $\Delta p = 3$ bar

I tillegg til innløps- og utløpsportene for ventilsegmentet er seksjonen utrustet med en trykkregulator ① og en justerbar sikkerhetsventil ②.

Trykkregulatoren har tre oppgaver:

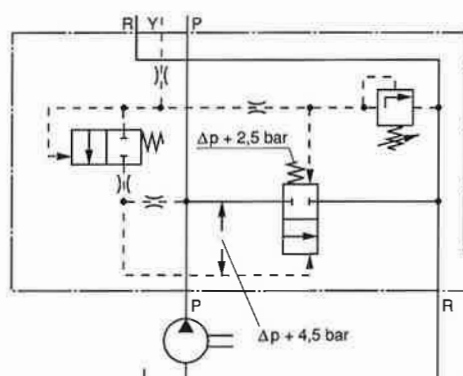
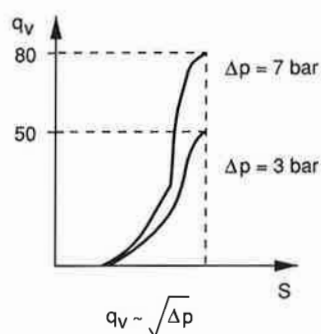
- Den danner, sammen med styreventilenes innsnevring, en treveis volumstrømsregulator. Lasttrykket virker mot trykkregulatorens fjær via styrekanalen ④.
- Fjæra ③ bestemmer trykkdifferansen over styreventilens struping ($\Delta p = 3$ bar).
- Når styrekanalen er avlastet (alle styreventiler i utgangsstilling), åpnes trykkregulatoren på grunn av trykket i innløpet. Dermed startes nøytralsirkulasjonen.
- Den justerbare forstyringsventilen og trykkregulatoren danner til sammen en sikkerhetsventil med forstyring. Denne begrenser det maksimale arbeidstrykket.



3.5.3 Innløps- og utløpsseksjonen, sjalting fra 2,5 til 7 bar

Volumstrømmen gjennom en struping avhenger av trykkdifferansen ifølge sammenhengen

$q_v \sim \sqrt{\Delta p}$. Hvis trykkdifferansen stiger fra $p_1 = 2,5$ bar til $p_2 = 7$ bar, vil den nominelle volumstrømmen øke. En økning i trykkdifferansen betyr større effekttap, noe som må unngås, spesielt ved nøytralsirkulasjon. Sjalting fra $p_1 = 2,5$ bar til $p_2 = 7$ bar under nøytralsirkulasjon med åpne retningsventiler skjer ved hjelp av en koplingsventil.

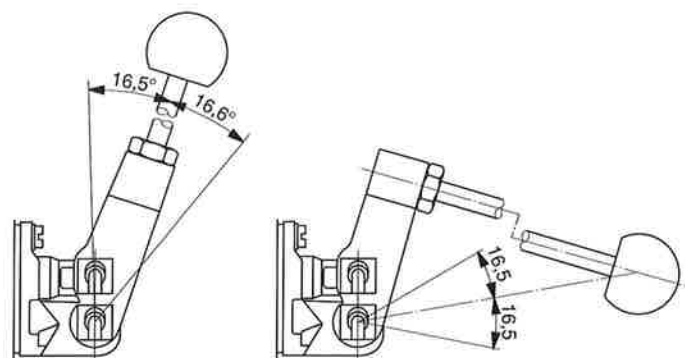


4 Hjelpeutrustning

Det kan leveres hjelpeutrustning til både retningsventiler med nøytral-sirkulasjon (SB 23 OS) og ventiler med lastføler (SB 12 LS).

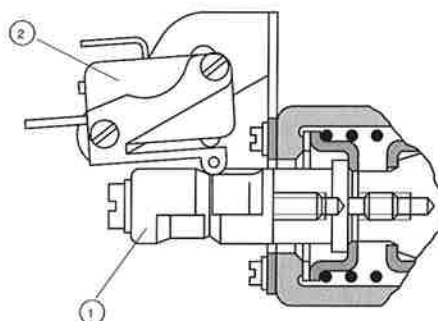
4.1 Sjaltelementer

Sleidene i retningsventiler kan utstyres individuelt med sjaltelementer som består av en opplagring og en spak.



Elektriske brytere

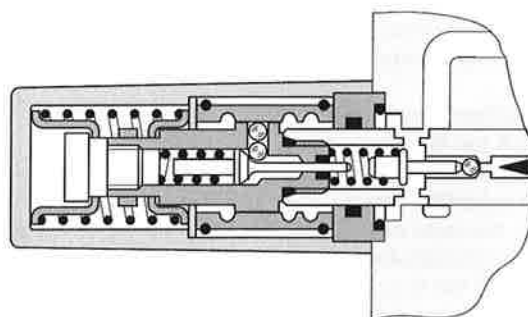
Disse bryterne kan utløse elektriske funksjoner som for eksempel å slå pumpa på og av. Ved å dreie kontakten ① og den elektriske bryteren kan man velge ulike bryterstillinger. Man kan velge mellom en eller to elektriske brytere.



Sperre med mekanisk frikopling

(bare for SB 23 OC)

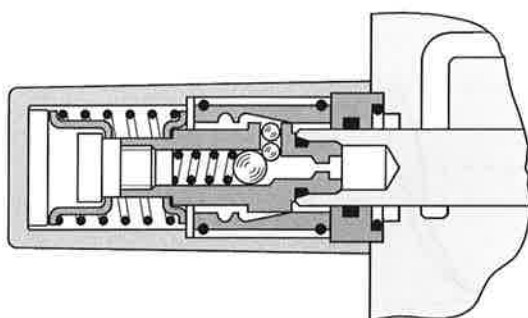
Denne fastholder sleiden i en av endestillingene. Den manuelt betjente armen kan settes tilbake til nøytral stilling. Denne hjelpeutrustningen monteres i ventilsleiden på motsatt side av koplelementet.



Sperre med hydraulisk frikopling

(bare for SB 23 OC)

Hydraulisk frikopling (kick out) frigjør den sperrede sleiden når sylindren oppnår maksimalt trykk. Hvis en sylindere for eksempel forskyves for å holde sleiden fast i arbeidsstilling, vil den automatisk gå tilbake til utgangsstillingen, som svarer til nøytralsirkulasjon.



4.2 Hjelpeutrustning mellom port og sylinder

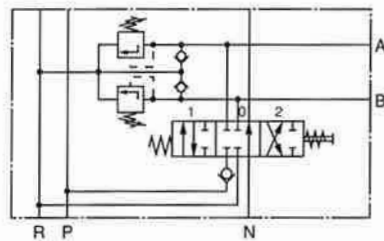
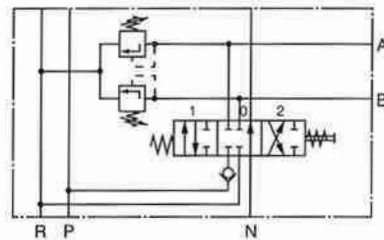
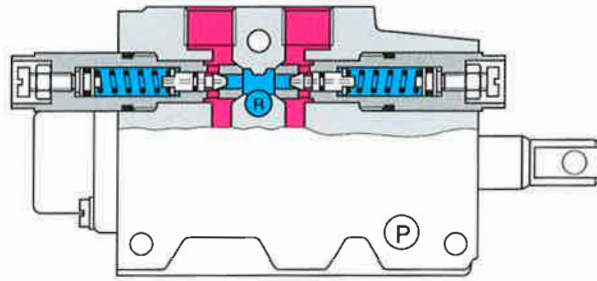
Ekstra sikkerhetsventil

Justerbare sikkerhetsventiler i arbeidsportene begrenser innløpstrykket fra den aktuelle sylindren til et nivå som er lavere enn retningsventilsegmentets maksimale arbeidstrykk.

De kan monteres i den ene eller begge arbeidsportene.

Sjokkventiler

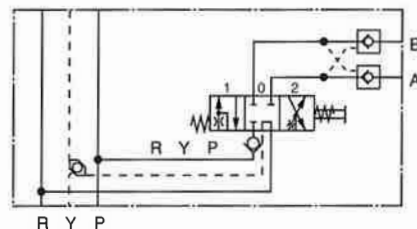
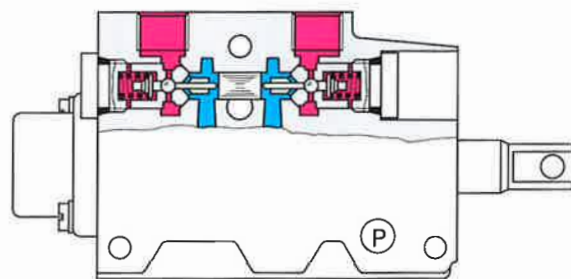
Kombinasjonen av trykkbegrensningsventiler og sugeventiler gir vern mot trykkspisser som skyldes plutselige trykkstigninger eller akselererende krefter på sylindren. Denne hjelpeutrustningen kan monteres i den ene eller i begge arbeidsportene.



Hydraulisk frikopling av tilbake-slagsventil

Forstyringstrykket for frikopling leveres av pumpa. Tetningspluggen som styres av forstyringen, frikoples av et styrestempel og en pinne.

Forholdet mellom arealene på styrestemplet og styrepinnen er 8 : 1. Dette må legges til grunn for beregning av åpningstrykket.

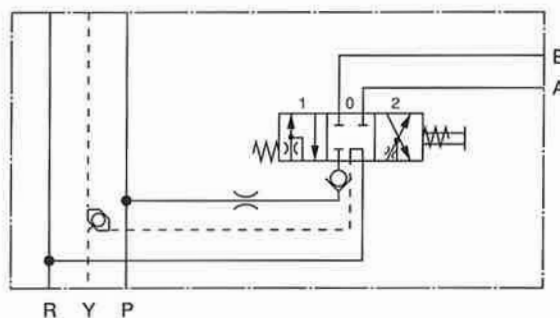


4.3 Hjelpeutrustning på innløpssiden

Måleblende på innløpssiden

(bare for SB 12 LS)

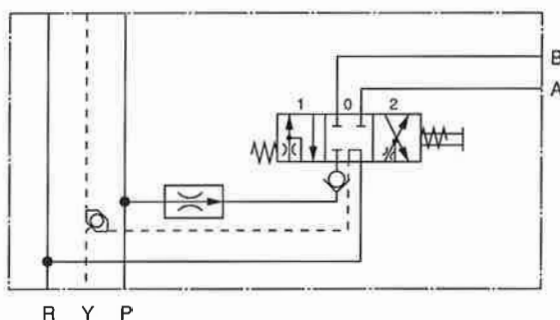
Måleblenden brukes til å begrense $q_{v \text{ maks}}$ når den arbeider alene. Strupingen og innløpsseksjonens trykkregulator vil til sammen utgjøre en treveis volumstrømsregulator. Ved parallellkopling blir det høyeste lasttrykket ledet til trykkregulatoren. Strupingen kan være fast eller justerbar.



Tveis volumstrømsregulator på innløpssiden

(bare for SB 12 LS)

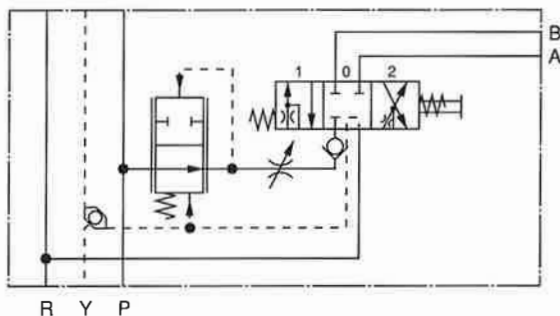
Regulatoren begrenser $q_{v \text{ maks}}$ i en parallellkopling. Den arbeider også når lasttrykket fra den andre sylindren er høyere.



Tveis trykkregulator på innløpssiden

(bare for SB 12 LS)

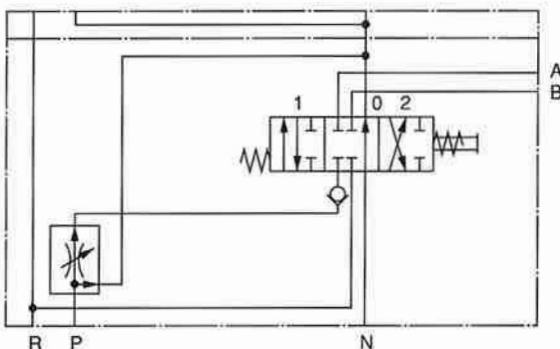
Dette er en individuell trykkregulator som brukes til styring av hastigheten avhengig av lastens variasjon over tid. Den kan også brukes i parallellkopling. Måleblenden som begrenser $q_{v \text{ maks}}$ kan være fast eller regulérbar.



Treveis volumstrømsregulator i en primærkrets

(bare for SB 23 OC)

Reststrømning ledes via et segment med en N - P anslutning til de neste ventilene.



5 Fjernstyring

Vanligvis er retningsventilene i en ventilblokk nøyaktig styrt av en spak. Dessuten kan det brukes elektrisk, pneumatisk og hydraulisk fjernstyring. Noen av disse arbeider av og på, andre kan justeres kontinuerlig i samsvarende med et styresignal. Med proporsjonal fjernbetjening kan brukeren bevege seg fritt omkring og samtidig utføre nødvendig betjening.

5.1 Pneumatisk sjalting

Dette brukes som et supplement til manuell styring og kan bare sjalte mellom bestemte stillinger.

Det er mulig å bruke for eksempel en elektromagnet til styring.

$p_{st} = 6-10$ bar

5.2 Proporsjonal hydraulisk justering

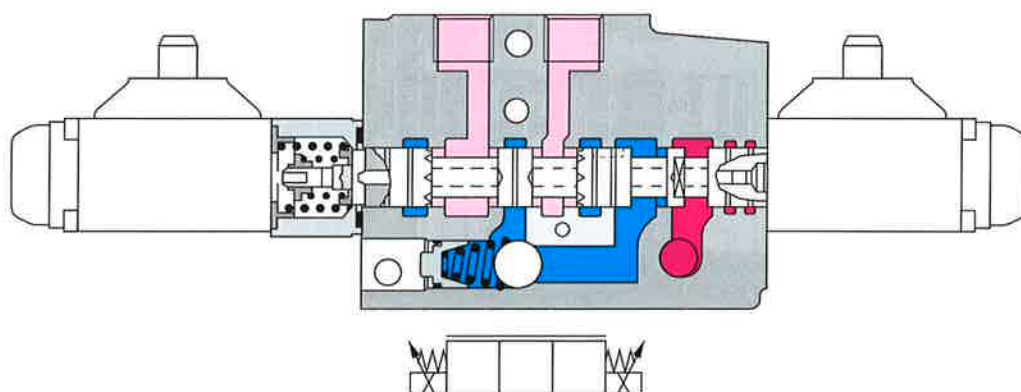
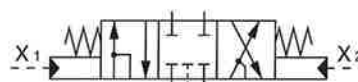
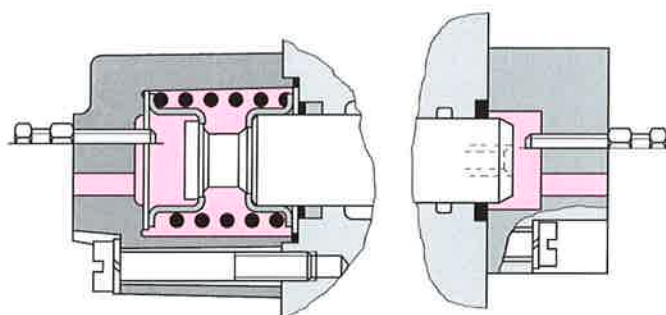
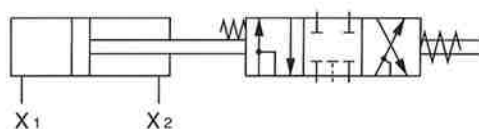
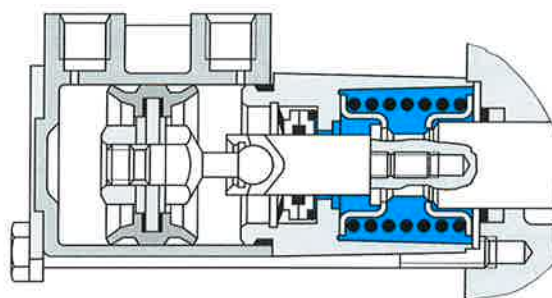
Utrustningen integreres i begge endene av sleiden i stedet for manuelt betjente styreorganer.

Styringen skjer hydraulisk med forstyring (aktivert trykkreduksjonsventil).

$p_{st} = 6-16$ bar (proporsjonal).

5.3 Proporsjonal justering med elektromagnet (SB 12 LS)

To proporsjonale magnetpoler monteres ved de to endene av ventilsleiden og erstatter manuelt betjente styreorganer. Strømmen til magnetpolene styres av en elektronisk forsterker. Som inngangssignal til denne benyttes en motstandsvariasjon fra et potensiometer med spak. Magnetpolenes kopleffekt er begrenset til en volumstrøm på $q_{v \text{ maks}} = 30$ l/min. Det kan leveres en versjon med av og på magnetpoler.



5.4 Proporsjonal elektrohydraulisk justering

Denne formen for justering brukes sammen med direkte manuell styring for særlig nøyaktig fjernbetjening. Nøyaktigheten kommer av mekanisk stillingsregulering av sleiden. Store arbeidskrefter sikrer trygg styring, selv ved høyeste volumstrøm.

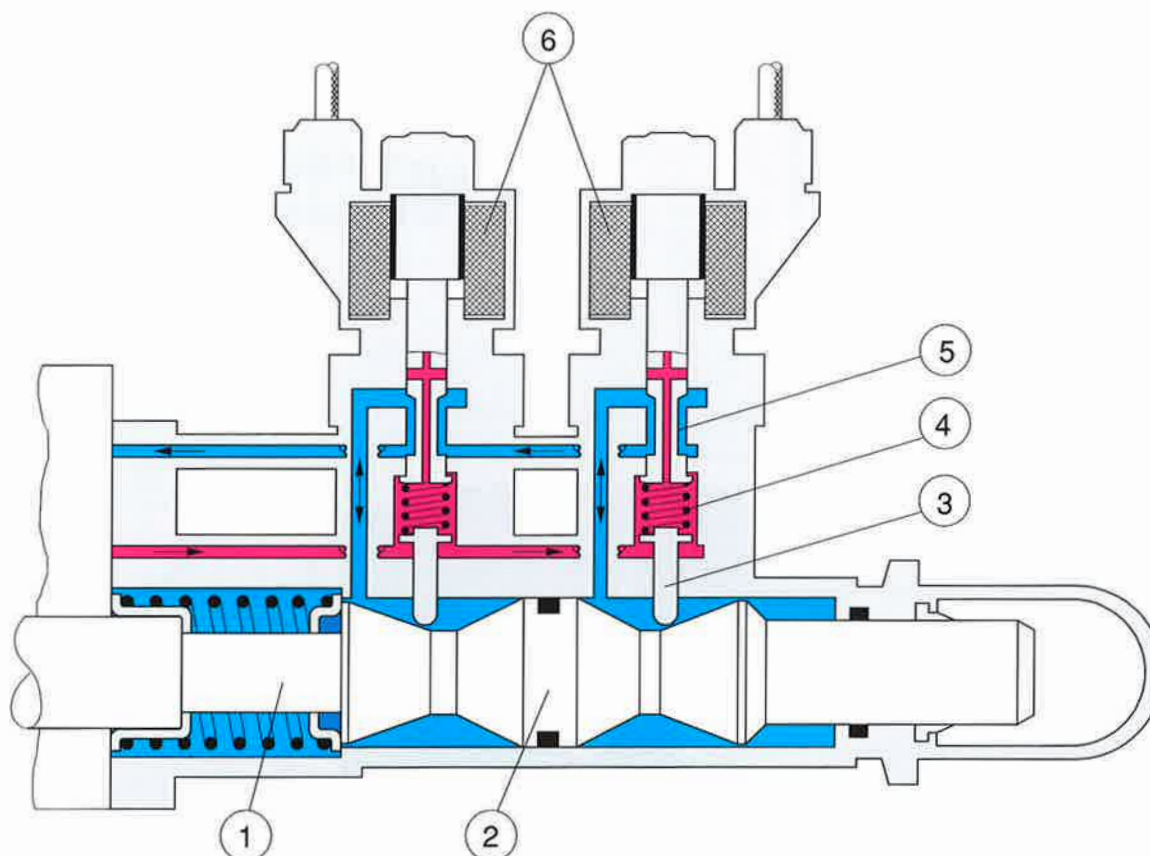
Justeringsprosessen er slutt når fjærkraften svarer til den verdien som på forhånd er innstilt av magnetpolen. Da fastholdes forstyringsventilen i den aktuelle mellomstillingen. Innstillingen av ventilsleiden er styrt av den resulterende kraften fra fjæra og proporsjonal-magnetpolen.

5.4.1 Sjalteutstyr

Sjalteutstyret forbindes med en modifisert versjon av retningsventiler via flens og virker slik:

De to proporsjonale magnetpolene ⑥ dreneres internt i utgangsstillingen. Sjaltestemplet ② avlastes tosidig, og ventilsleiden ① stilles av fjæra. Hvis en av de to magnetpolene aktiveres, vil forstyringstrykket påvirke den tilsvarende siden av stemplet via forstyringsventilen.

Fordi stemplet har konisk form, blir stemplets stilling overført til støtpinnen ③ og fjæra ④ i forstyringsventilen ⑤, som dermed tilbakefører posisjonen proporsjonalt med sleiden (feed-back).



5.4.2 Tilførsel av styreolje

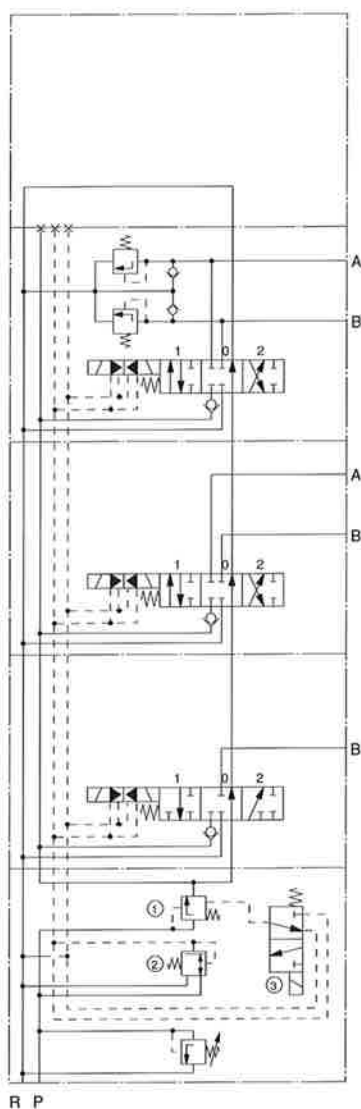
Den hydrauliske styreoljen tilføres internt av hovedkretsen. Forstyringsstrykket må være i området 15–20 bar og kommer gjennom økning av trykket i nøytralsirkulasjonen ved hjelp av forstyringsventilen ①. Når arbeidstrykket overskrides, blir det begrenset av trykkreduksjonsventilen ②.

Forstyringstrykket slås på og av ved hjelp av en 3/2 magnetventil ③ som er elektronisk styrt til å innta en bestemt verdi. På denne måten blir trykket redusert mest mulig i nøytralsirkulasjonen og i retningsventilenes nøytrale stilling.

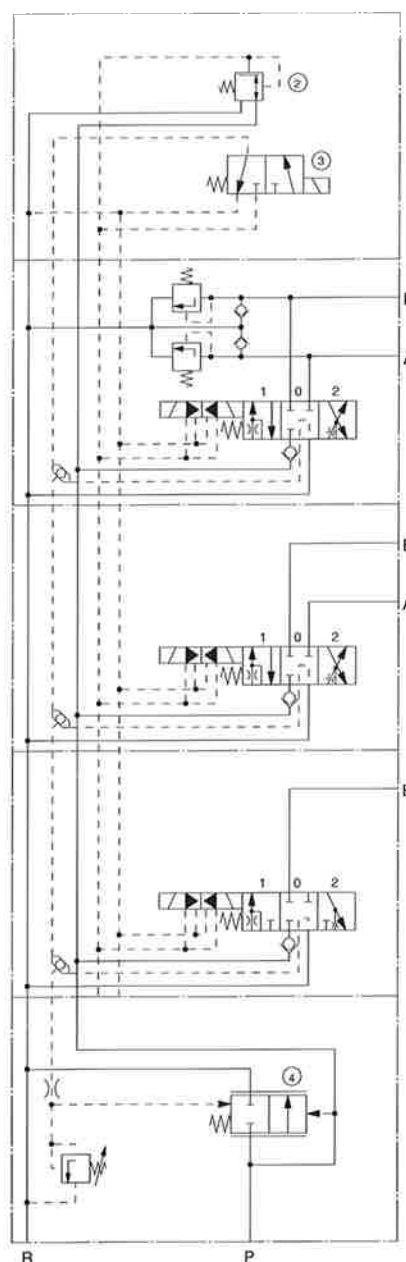
I retningsstyringen SB 23 OC leveres styreoljen fra ventilsentralen med nøytralsirkulasjon (OC) som er integrert i innløps- og utløpsseksjonen.

I retningsstyringen SB 12 LS er en ventilsentral med lastavkjenningssfunksjon sammen med trykkregulatoren i innløpsseksjonen (4) brukt som mottrykkventil. Trykkreduksjonsventilen og 3/2 ventilen er montert i endeplaten. Innløps- og utløpsseksjonen er uendret.

SB 23 OC



SB 12 LS



5.4.3 Felles elektronisk styring av to ventiler

Den verdien som svarer til ventilenes stilling, omformes til et likespennings-signal. Det tas fra et potensiometer, sendes til en elektronisk forsterker og omformes til en proporsjonal strøm $I = 0-1$ A. Denne strømmen sendes til en posisjoneringseenhet. Den felles styringen som er vist beregnet for to ventiler. Den består av to potensiometre som styres av en manuelt betjent spak med sentreringsfjær. Videre omfatter den elektronikken for de to retnings-ventilene, inklusive sikkerhetsfunksjo-nene. Det er ikke nødvendig å kalibrere den felles styringen og ventilene ved første gangs start.

Forklaring til diagrammet

① Spenningsforsyning

$U = 11,5 - 32$ V

Systemet kan tilknyttes et 12 V eller et 24 V batteri.

② Potensiometer for en gitt verdi.

For hver retningsventil er det et potensiometer med en gitt verdi. Potensiometrene betjenes individuelt eller felles med en manuelt betjent spak som kan beveges i to plan.

③ Stabilisator

Denne inneholder de elektroniske komponentene for å stabilisere spenningen til de to potensiometrene.

④ Grensebryter

⑤ Logikkstyring

Denne fastholder ytterstillingene og øker oljetrykket når spakens utslag er $< \pm 2^\circ$ or respectively $> \pm 28^\circ$.

⑥ Utgangstrinn

Styrespenningen fra potensiometrene omformes til en proporsjonal magnetiseringsstrøm. Denne strømmen justeres med pulsfrekvensmodulasjon, en metode som reduserer effekttapene i elektronikken.

Strømmen justeres også for å kompensere for temperatur og/eller endringer i magnetpolens resistans.

⑦ Utgangstrinn for retningsventiler

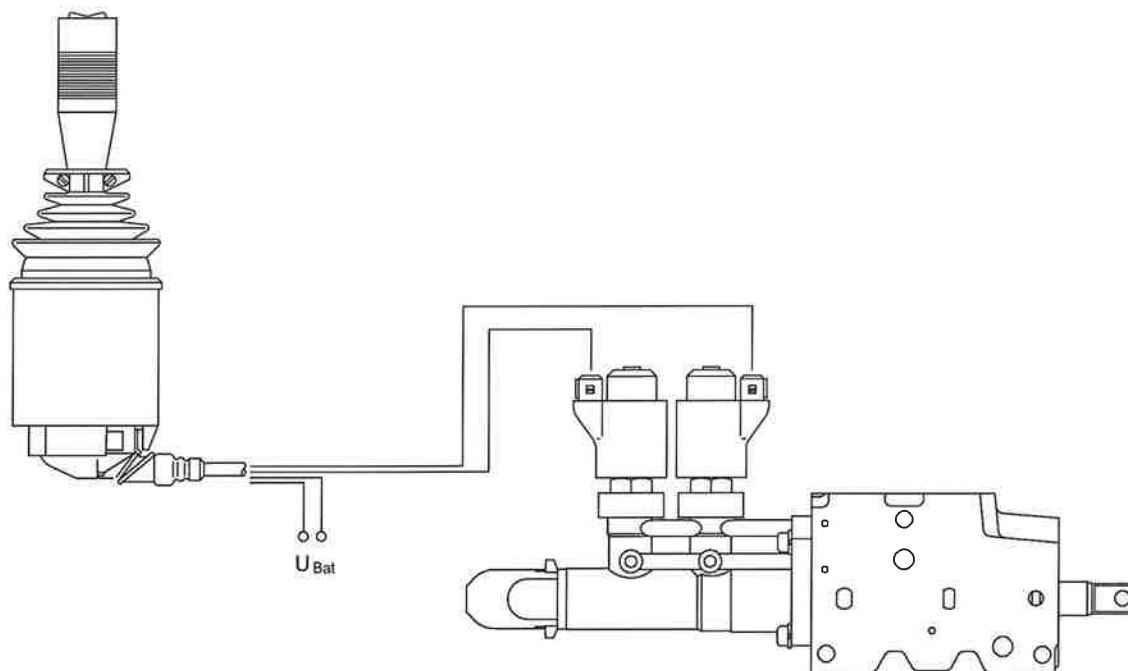
Herfra kommer utgangssignalene til magnetpole a eller b, avhengig av spakens bevegelsesretning.

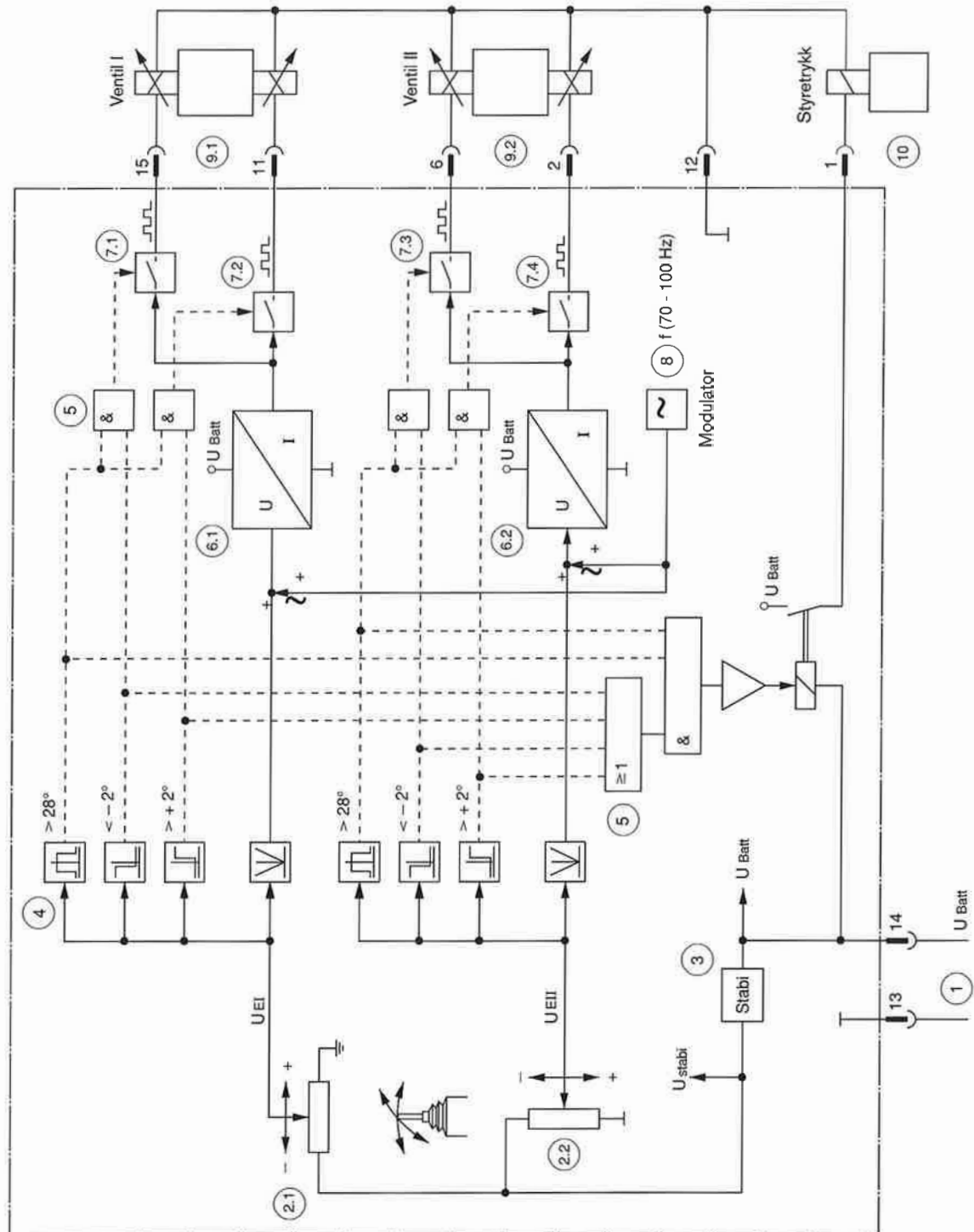
⑧ Modulasjongenerator

Signalet blir modulert av en spenningsform som sørger for minst mulig hysteres.

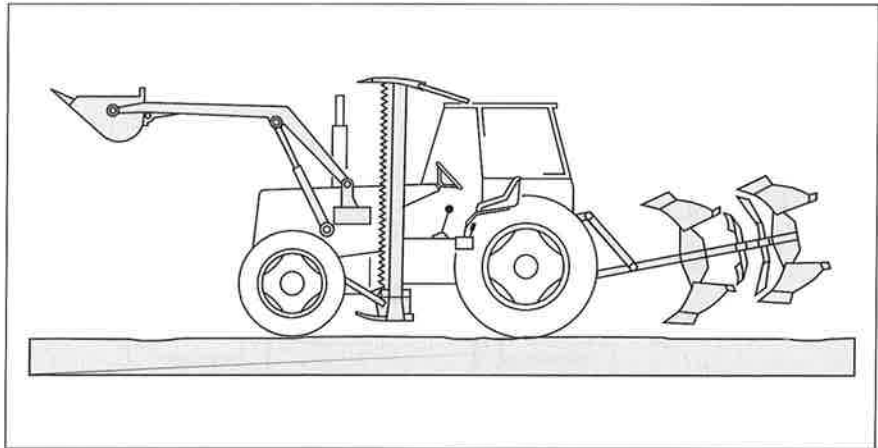
⑨ Proporsjonale stillingsventiler for sjalteutstyret.

⑩ Magnetisk styrt ventil for tilførsel av olje.





Hydraulisk styring av løfteredskap for traktor (SR og SRZ)



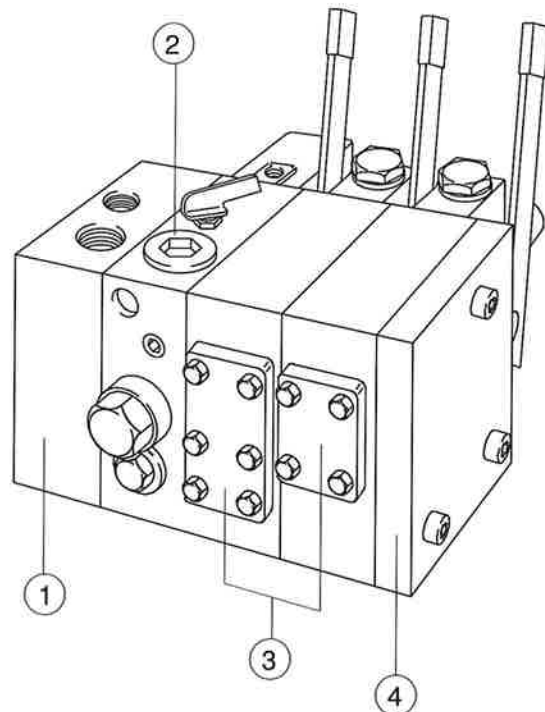
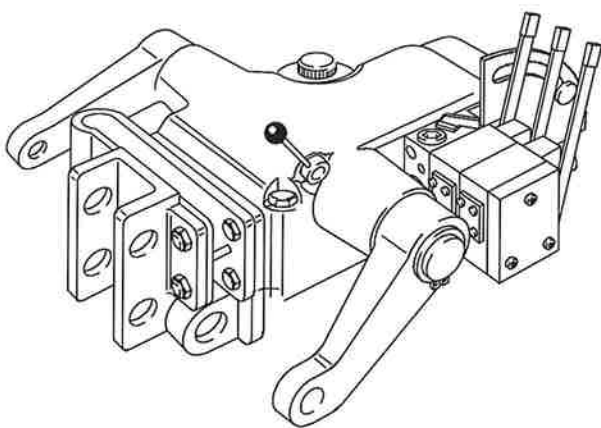
1 Generell beskrivelse

Det ventilsystemet som beskrives her, er konstruert for bruk i traktorer i jordbruket og for liknende utstyr. Det omfatter en volumstrømsventil (SR) for styring av selve løfteredskapet og et antall forskjellige retningsventiler (SRZ) for styring av hjelpefunksjoner. Systemet utvides med en ventil for hydrauliske tilhengerbremseser.

Samtlige ventiler er konstruert som stabeltype og forbindes ved hjelp av bolter, montasjeplate og endedeksel til en ventilblokk. Den komplette ventilblokken, eller bare volumstrømsventilen SR, kan flenses direkte på traktorens løfteredskap. Det er ingen internasjonal standard for konfigurering av flensene. Nominell gjennomstrømning er ca. 60 l/min.

Ventilblokk

- ① Inn- og utløpsseksjon
- ② Volumstrømsventil (SR)
- ③ Retningsventil (SRZ)
- ④ Endedeksel



2 Formålet med styring av løfteredskap

Ved hjelp av hydraulisk styring av løfteredskaper på traktorer kan løfte- og senkehastigheten varieres kontinuerlig på de jordbruksredskapene som er festet til traktoren. Dessuten kan de holdes i en bestemt posisjon. Slike drivordninger sikrer også optimal utnyttelse av tilført effekt.

Bruken av styring i lukket krets betyr at forstyrrelser utenfor systemet blir korrigert kontinuerlig. Avhengig av hvilken funksjon som skal styres, skiller vi mellom:

Justering av posisjon

Dette er et behov i såmaskiner som krever konstant arbeidshøyde. Slike maskiner trenger bare litt ned i jorda (eller ikke i det hele tatt), og de trenger bare en meget liten trekkraft.

Justering av trekkraft

Denne justeringen utnyttes hovedsakelig ved pløying i ujevnt terreng, eller ved pløying i jord med varierende grad av motstand. I dette tilfellet endres plogens arbeidsdybde kontinuerlig med det resultat at trekkraften kan holdes konstant.

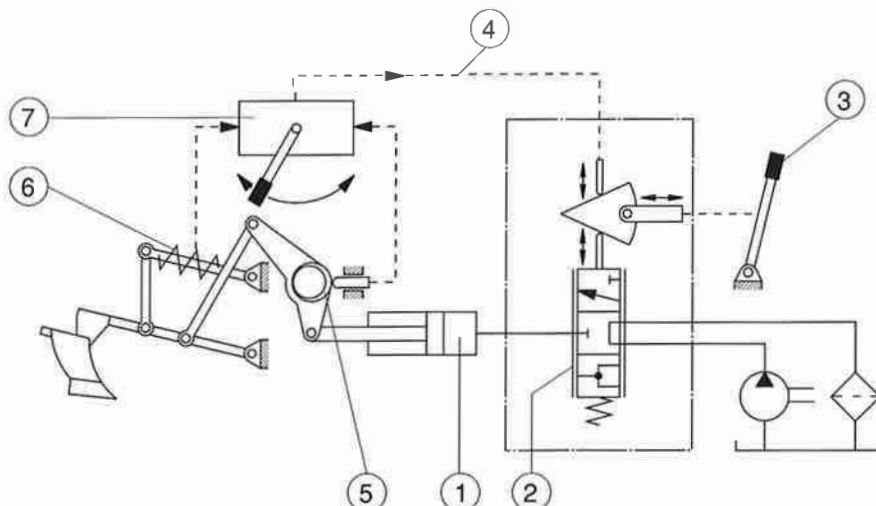
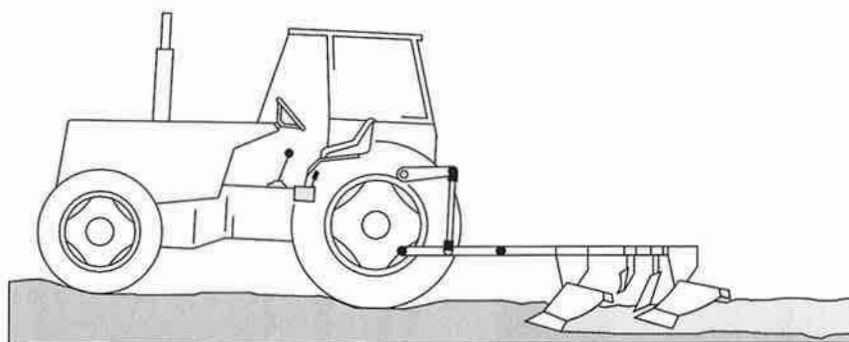
Kombinert justering

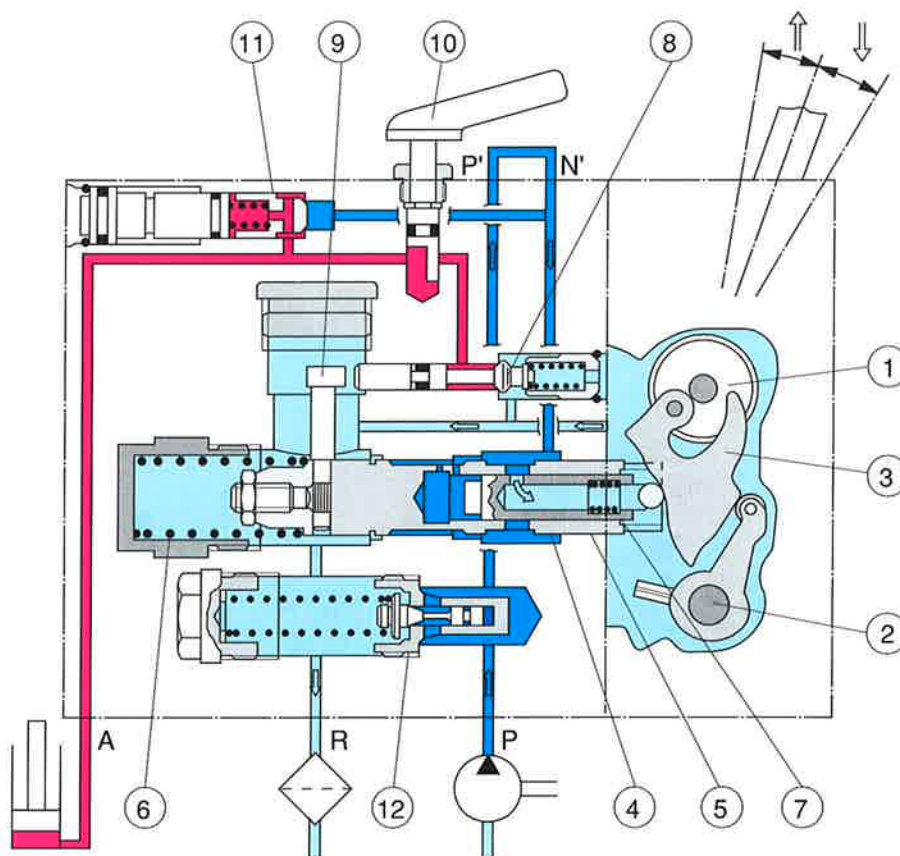
Denne justeringen behandler både posisjon og trekkraft som styrevaria- bler. Den egner seg derfor til bruk ved pløying i lett og homogent jordsmonn.

3. Utførelse av styrekretsen

Kraftoverføring skjer med en sylinder ①. Ved løft tilføres den trykk fra en pumpe og ved senking avlastes den ved hjelp av vekten fra belastningen. En strømningsregulator ② er systemets hydrauliske retningsregulator. Det er en anordning for sammenlikning av ønsket og virkelig verdi. Ønsket verdi ③ innstilles mekanisk, og virkelig verdi ④ overføres til ventilen av en vektstang. Stillingens virkelige verdi omformes til et utslag av en eksenterskive ⑤. Den virkelige verdien av trekkraften blir også omformet til et utslag ved hjelp av fjæra ⑥ som sammenlikner krefter. Valget mellom posisjon, trekkraft eller begge innstilles på en spak ⑦ i styresystemet.

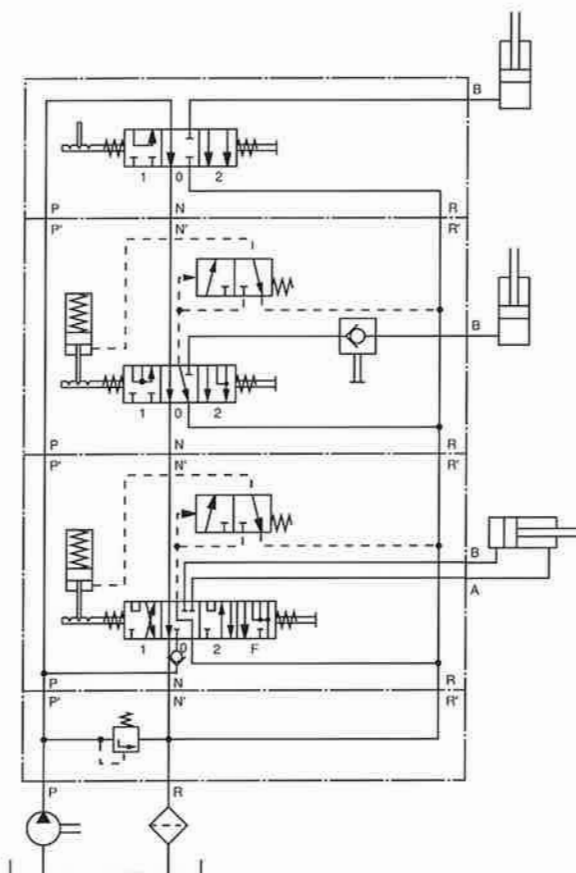
Bosch leverer bare den hydrauliske volumstrømsregulatoren og pumpa for styring av posisjon. Øvrige komponenter følger med traktorleveransen.





5 Retningsventil SRZ

Hjelpeutrustning som hydraulisk frontlaster, vendemekanisme for plogskjær, slåmaskin osv styres ved hjelp av retningsventiler. Manuelt betjente ventiler i blokkutførelse for montasje på innløps- og utløpsseksjonen som er beskrevet her, blir enten flenset direkte på styreventilen SR for løfteredskapet, eller de flenses på en innløps- og utløpsseksjon. Sammen med endeplaten danner de en komplett ventilblokk. Det benyttes vanligvis dobbeltvirkende retningsventiler. De kan koples sammen parallelt eller i serie.



5.1 Dobbeltvirkende retningsventil SRZ 60D

For å redusere dimensjonene er styrekantene i dette ventilsegmentet delt opp i to parallellkoppledte forstyringsventiler med sleide ① og ②. Disse er mekanisk forbundet i sammenstillingen for styrearmen. Styrekantene for nøytralsirkulasjon N og for hydraulisk avlastning befinner seg på den øverste styresleiden. Hovedportene P, R, A og B er på den nedre sleiden.

Virkemåte

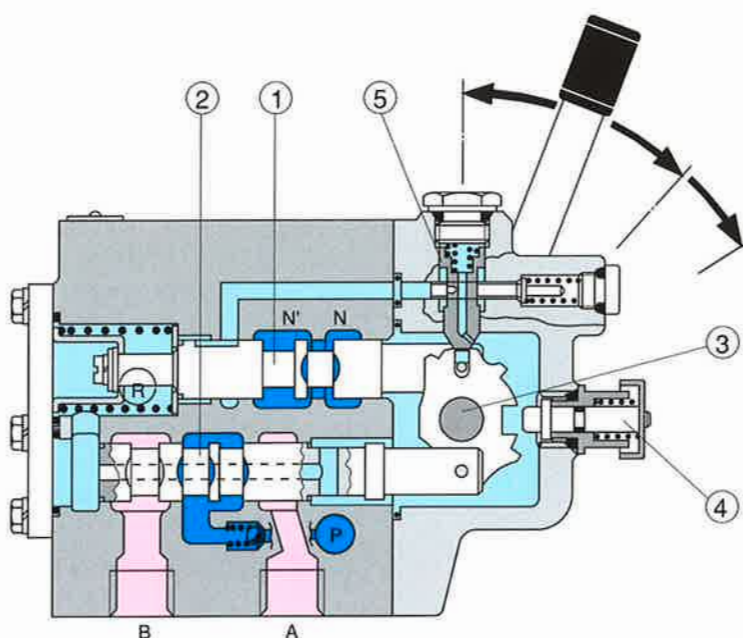
Spaken stiller profilskiva via akselen ③. Den manuelt betjente profilskiva overfører spakens bevegelse til de to styresleidene.

Stillingslås ④

Dette er en sikkerhetsinnretning som holder ventilen i dens nøytrale stilling. Den kan låses opp manuelt.

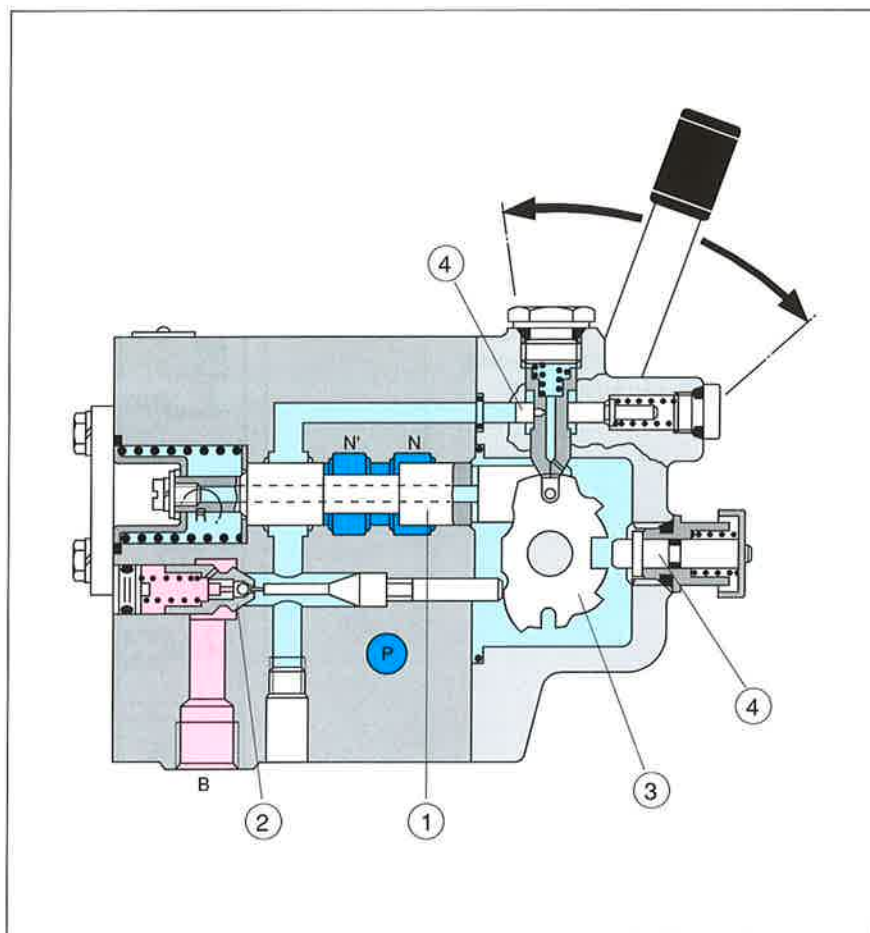
Hydraulisk utløsning ⑤

Ventilen kan låses i en hvilken som helst stilling av det fjærbelastede rasterstempet. Det betyr at et sylinderstempel kan beveges fram eller tilbake uten at det er nødvendig å bruke spaken hele tiden. Når sylinderen har nådd sin grensestilling og maksimalt trykk er oppnådd, vil låsen åpnes, og fjæra sender ventilen tilbake til utgangstillingen.



5.2 Enkeltvirkende retningsventil SRZ 60E

Denne ventilen kombinerer prinsippene i sleideventiler og seteventiler. Nøytralsirkulasjonen, pumpas innløp og den hydrauliske utløsningen styres av en sleideventil ①. Trykket fra lasten blir vedlikeholdt av en mekanisk styrt tilbakeslagsventil for lasthold ②. Den skyves mot åpen stilling når lasten senkes. Sleiden og seteventilen aktiveres samlet av en låseskive ③. Låsen ④ og den hydrauliske utløsningen ⑤ er de samme som i en dobbeltvirkende retningsventil.



Elektrohydraulisk styring av løfteredskap for traktor (EHR-D)

1 Generell beskrivelse

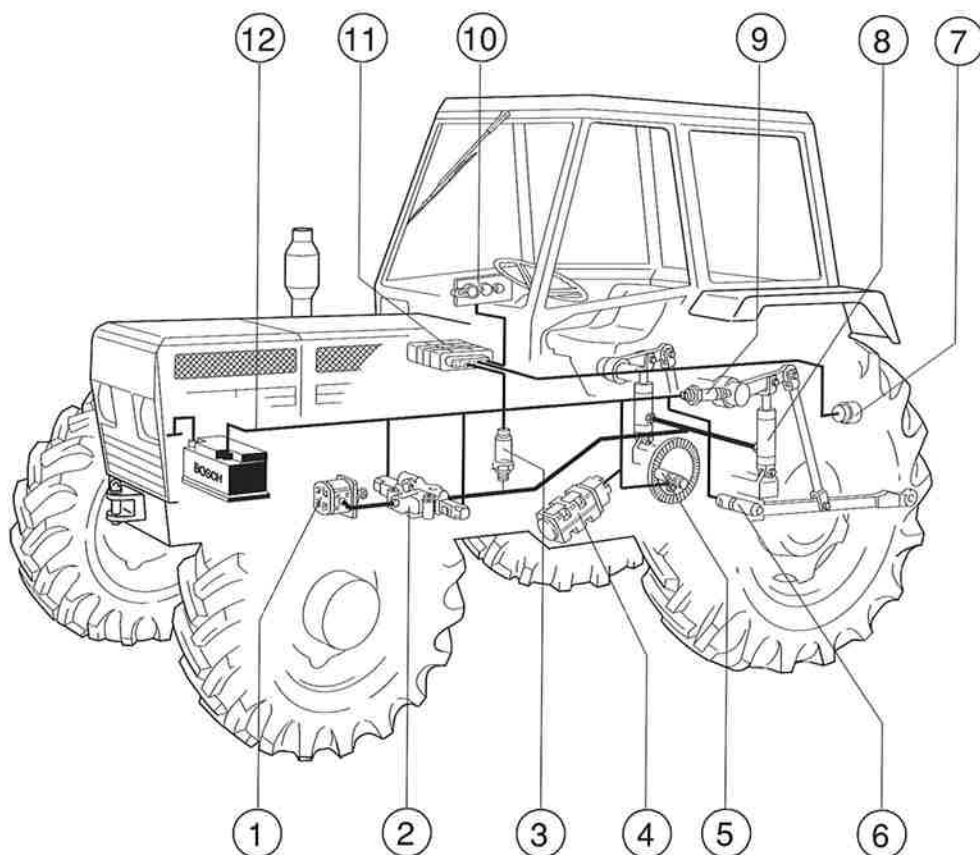
Styring av løfteredskaper er gjennomprøvd i flere tiår på jordbrukstraktorer i alle størrelser.

Formålene med en slik styring er:

- 1 Vedlikehold av ønsket arbeidsdybde for traktordrevne redskap.
- 2 Lastøkning på en av traktorakslene (motvirke sluring)
- 3 Optimal utnyttelse av motoreffekten

Traktorytelsen er økende, og det blir stadig mer vanlig med lukket førerhus. Som et resultat av dette, stilles det større krav til nøyaktighet når det gjelder måling av krefter (friksjon og hysteres), og til overføring og behandling av signalene. Elektrohydraulisk styring av løfteredskaper har flest fordeler i sammenlikning med mekanisk-hydrauliske systemer.

- ① Hydraulisk pumpe
- ② Volumstrømsventil
- ③ Trykkløler
- ④ Elektronisk hastighetsmåler
- ⑤ Turtallsmåler
- ⑥ Kraftføler
- ⑦ Signalkontakt ifølge DIN 9684
- ⑧ Løftesynder
- ⑨ Posisjonsføler
- ⑩ Betjeningspanel
- ⑪ Elektronisk styring
- ⑫ Kabler



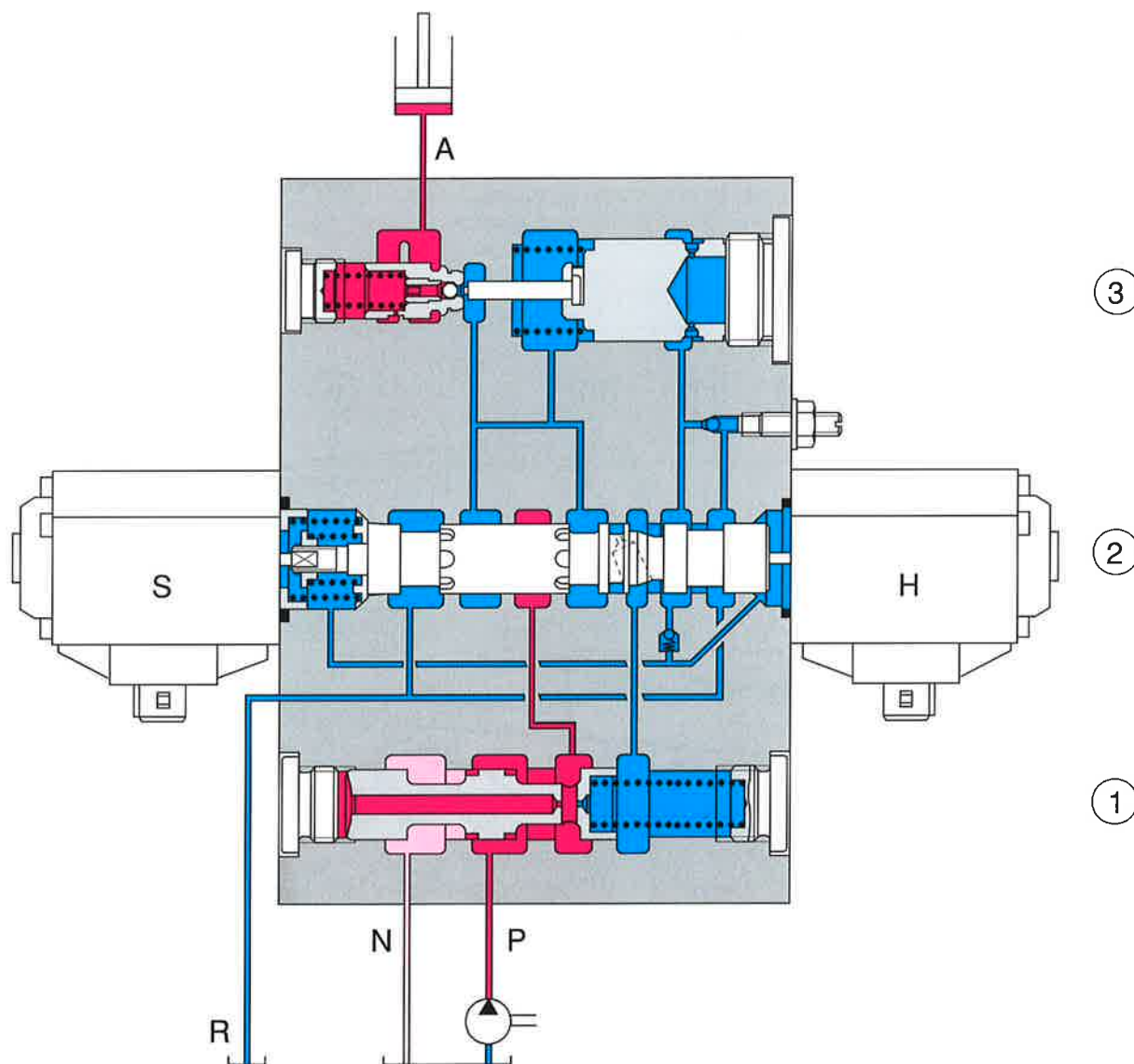
2 Komponentene i et digitalt system for styring av løfteredskap

2.1 Proporsjonal trykkventil

Hoveddelen i det digitale styresystemet for heisebevegelsen er volumstrømsventilen, som også virker som en retningsstyreenhet og en elektrohydraulisk omformer. Systemet består av følgende tre deler: Del ① er en trykkregulator for nøytralsirkulasjon og lastkompensering (treveis volumstrømsregulering av løfting).

Del ② er selve styredelen. Sleiden har fjærer på begge sider og aktiveres av to proporsjonale magnetpoler. De sørger for en gradvis endring av strupetverrsnittene slik at løfting og senking kan skje ved ulike hastigheter.

Del ③ er en tilbakeslagsventil for hydraulisk utløsning. Under senking vil ventilens styrestempel virke som en trykkregulator (toveis volumstrømsstyring). Styretrykket for utløsning kommer fra trykkregulatoren i del ①.



2.2 Digital elektronisk styring

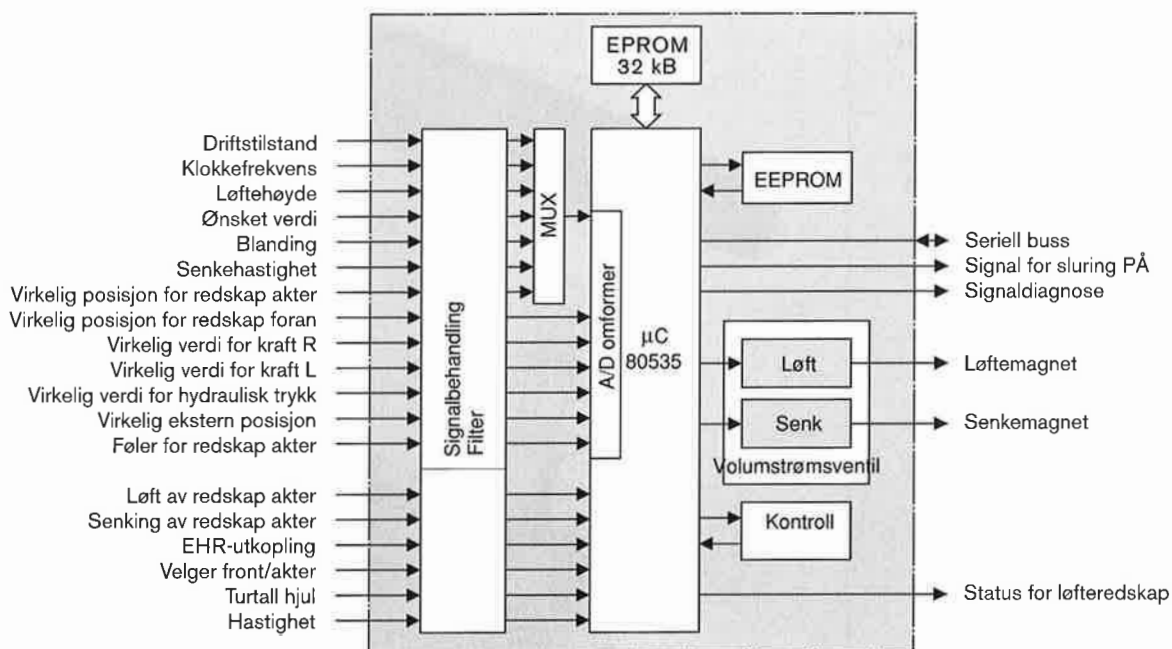
Dette er hjernen i systemet. Med sin ekstremt kompakte utførelse som mikrochips kan den monteres i et lite og støtsikkert hus som også beskytter halvleder-kretsene mot fukt, magnetisk stråling fra spolene og andre ytre påvirkninger.

Blokkskjema

Signalene som kommer fra betjeningspanelet, bryterne og følerne, blir filtrert og behandlet med tanke på inngangene til den miniaturiserte styrekretsen. Hovedbrikken er en Siemens 80535 med integrerte A/D- og D/A-omformere. De programmene som utfører styringen, ligger i en 32 kB EPROM-brikke. Det benyttes 8 kB EPROM-minne for lagring og eventuell registrering av kundespesifiserte data.



Det leveres først strømsignaler for aktivering av løfte- og senkemagneter. Disse signalene kommer fra utgangstrinn med stabiliserte strømmer. Det serielle grensesnittet blir hovedsakelig brukt av fabrikanten til test av fabrikkens spesifikasjoner. Innenfor visse grenser kan det også benyttes til kommunikasjon med andre elektroniske undersystemer for traktorens motor. En av de to andre utgangene benyttes til diagnose og den andre til registrering av status for løfteredskapet. Denne registreringen kan bare benyttes av styresystemer på et høyere nivå.



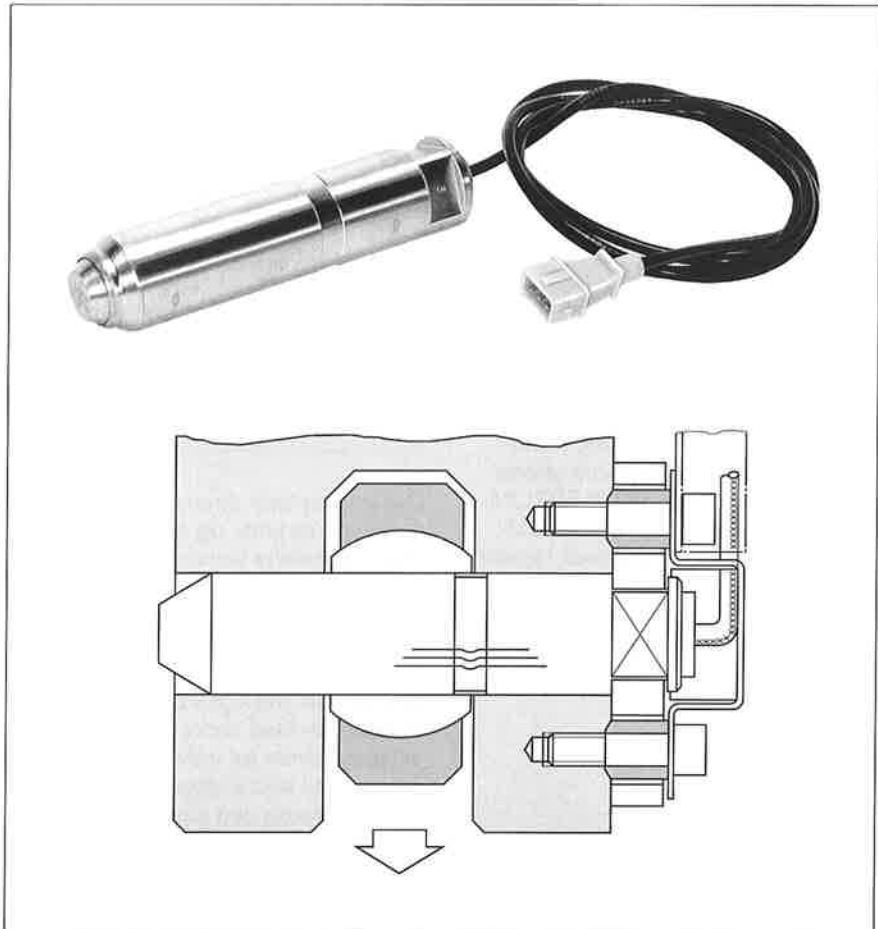
2.3 Kraftføler

Kraftføleren er et måleredskap utført som en bolt som forbindes med traktorens hjuloppheng. Det erstatter den egentlige mekaniske bolten.

Måleprinsippet er basert på den såkalte magnetoelastiske effekten. Denne effekten oppstår i ferromagnetiske materialer, der den påvirker den magnetiske permeabiliteten som funksjon av mekaniske spenninger.

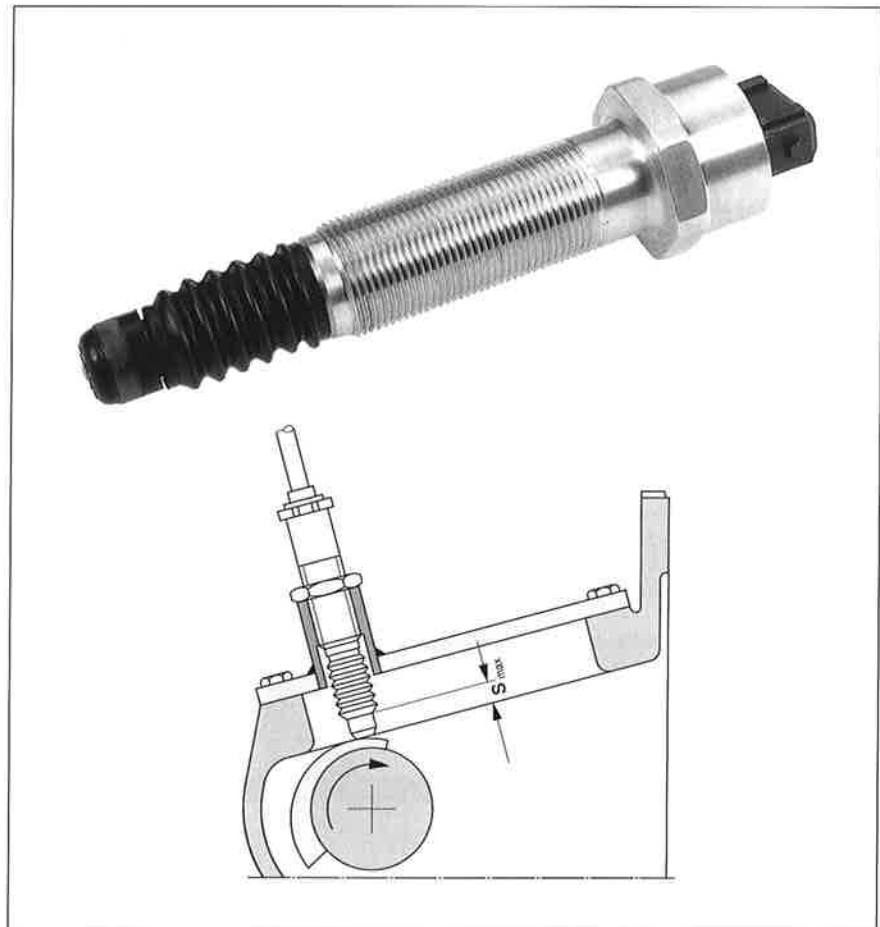
Den magnetoelastiske effekten måles av en primær spole og en sekundærspole i boltens utboring.

Elektronikken er integrert i føleren og mates av en likespenning. Den produserer vekselspanning til spolene og demodulerer utgangssignalet.



2.4 Posisjonsføler

Løfteredskapets posisjon i løfteutstyr blir registrert av en eksenterskive og av en stillingsføler med utgang som omformes til et elektrisk signal. Føleren arbeider etter prinsippet med induktiv spenningsdeling. Den består av en spole med en kontakt i midten og en bevegelig ferrittkjerne som forskyves av løfteredskapets eksenterskive. Den induktive spenningsdeleren blir matet av vekselspanning fra en integrert elektronikk. Utgangssignalet blir demodulert.



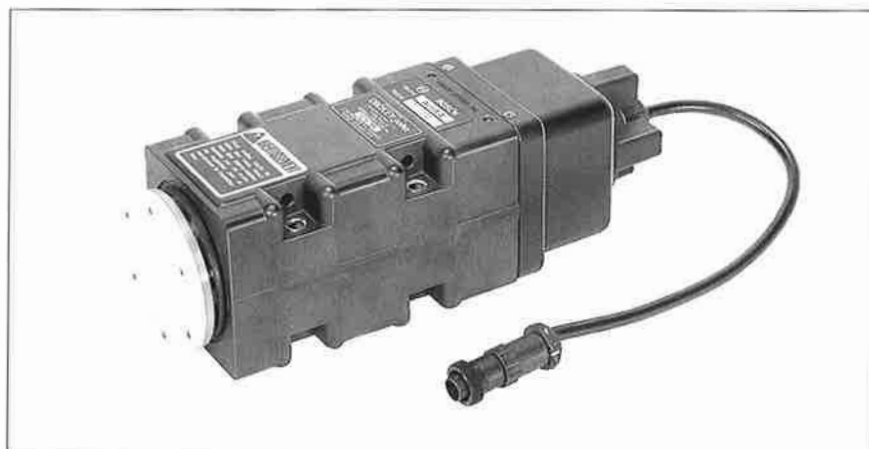
2.5 Trykføler

Trykføleren arbeider med strekk-lapper. Strekkappen er i dette tilfellet en membran av stål med en pådampet motstandsfilm. Denne konstruksjonen er meget nøyaktig, stabil over lang tid og plassbesparende. Elektronikken som registrerer signalet, er integrert i føleren.



2.6 Følere for bevegelse og turtall

Måling av sluring krever to signaler, ett for virkelig og ett for teoretisk hastighet. Hastigheten framover måles med en elektronisk føler som arbeider etter dopplerprinsippet. Det produseres en pulsfrekvens som er proporsjonal med virkelig hastighet. Den er innstilt til 130 impulser per tilbaketog meter. Den teoretiske hastigheten bestemmes av en induktiv føler som er integrert i girboksen og måler turtallet.



2.7 Betjeningspanel

Betjeningspanelet må utføres i samsvar med utformingen av førerhuset. Det blir derfor konstruert av traktorfabrikanten. Det skal hovedsakelig utføre følgende funksjoner:

- Slå på manuell styring av løfteredskap
- Velge typen av kraftstyring
- Innstille verdier på potensiometer
- Styre senkehastighet
- Vise sluring med LED lysdiode
- Varsle feil med LED lysdiode

Avhengig av mengden av funksjoner og kundens ønsker, kan det leveres andre styrefunksjoner og indikatorer. Som eksempler kan nevnes kontroll av sluring, styring av trykk og demping av svingninger. Løfting og senking kan styres manuelt med trykknapper fra bak på traktoren.



3 Funksjoner

3.1 Styring av posisjon

Denne styringen tjener til å bringe trekkredskap i ønsket stilling i forhold til traktoren. Ønskelig avstand over bakken innstilles med potensiometeret i betjeningspanelet (1.2.)

Posisjonsføleren (3) påvirkes av løfteredskapets eksenterskive og produserer et signal for virkelig posisjon til styringen. Signaler for ønsket og virkelig verdi blir behandlet av en elektronisk krets og sendt til volumstrømsventilen (5).

Bryteren for manuell styring av løfteredskap (1.1) bestemmer utgangsstillingen og endestillingen. Dette gjelder verdier før og etter arbeidssyklus. Senkehastigheten innstilles med (1.5).

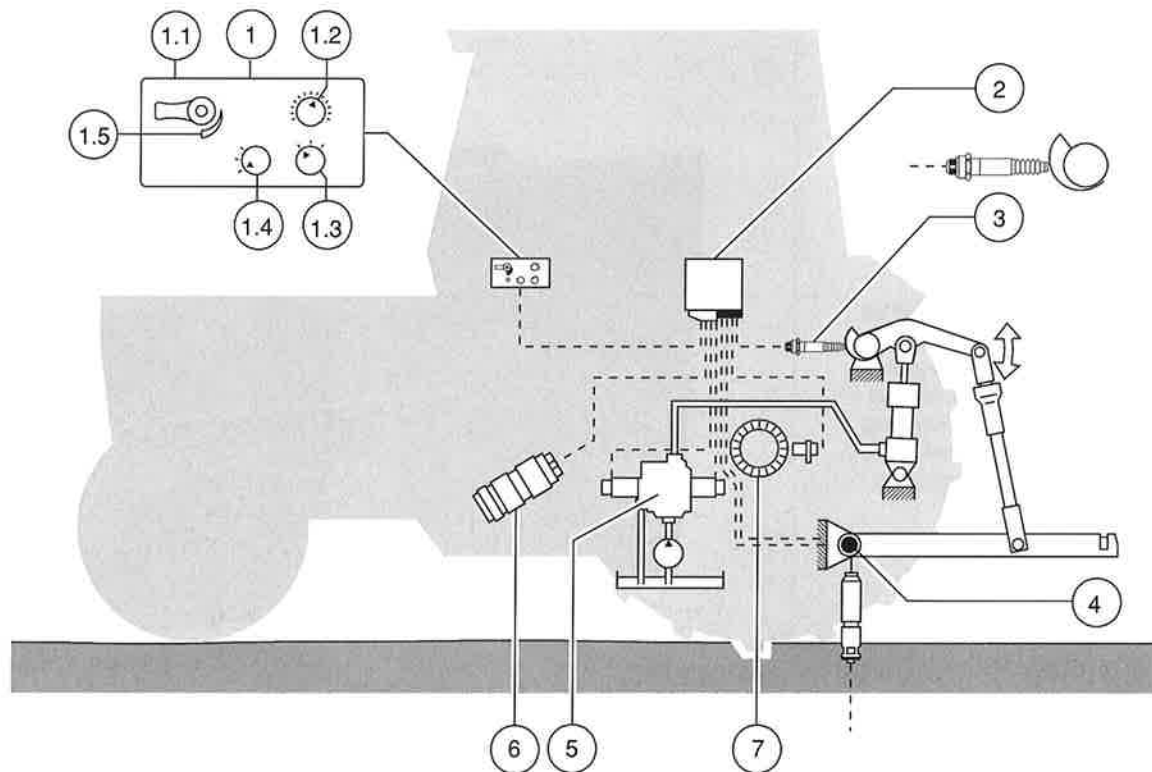
3.2 Styring av trekkraft og kombinert styring

Trekkraften må styres ved fresing og pløying. To bolter med innebygde elektroniske kraftfølere (4) registrerer trekkraft og trykk på hjuloppheng (f.eks. ved fresing). Potensiometeret for ønsket verdi (1.2) bestemmer verdien for fresedybde. Velger for styring av kraft eller stilling (1.3) må stilles til kraftstyring.

Ved kombinert styring dannes verdiene for stilling som funksjon av aktuell høyde. Dette er nødvendig ved varierende høyde. Maksimal verdi bestemmes av trekket.

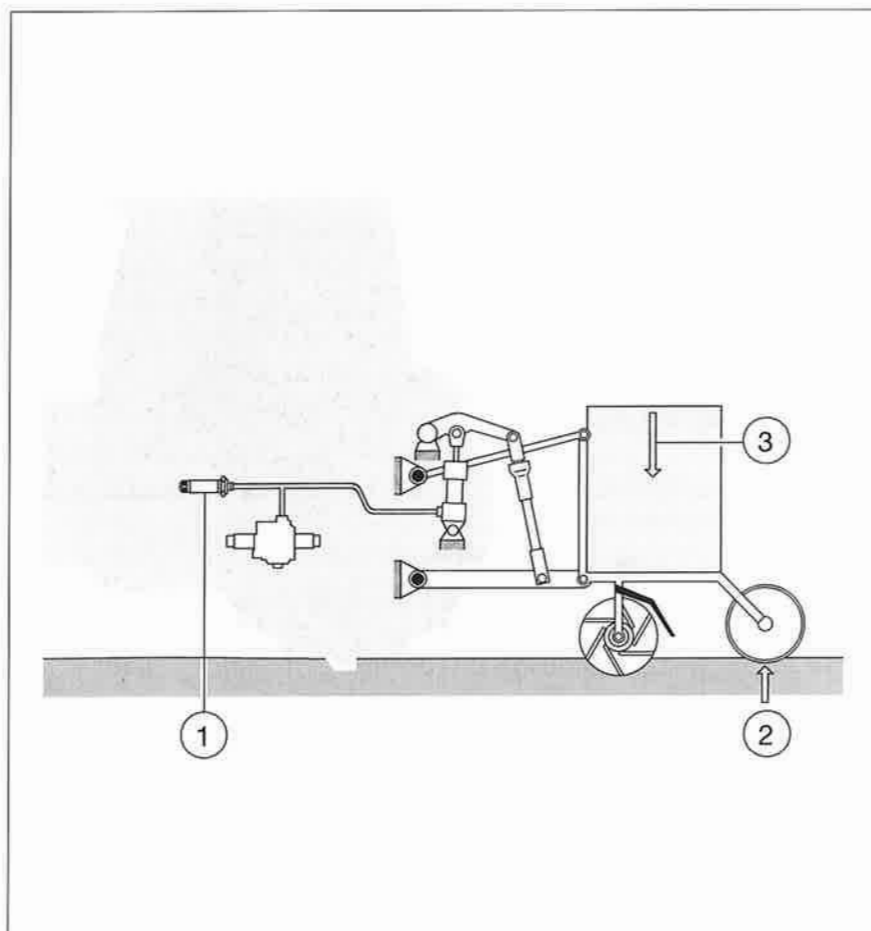
3.3 Kontroll med sluring i styrekrets for trekk

Ved optimal utnyttelse av trekkraftene i felten er det ikke til å unngå at det oppstår en relativ stor grad av sluring på trekkhjulene. Slik sluring er imidlertid ikke akseptabel ved verdier over 25–30 %. En hensiktsmessig kontroll av sluringen kan oppnås ved måling av virkelig hastighet ved hjelp av en elektronisk føler (6). Denne hastigheten sammenliknes med den teoretiske hastigheten basert på turtallet som måles av turtallsfølerne (7). Sluringens innvirkning på styringen kommer i tillegg til trekkraftens påvirkning. Det vil si at løftingen økes med økende sluring, og redusert arbeidsdybde reduserer trekkraften. Kontrollen med sluring slås på med velgeren for driftsforhold (1.4).



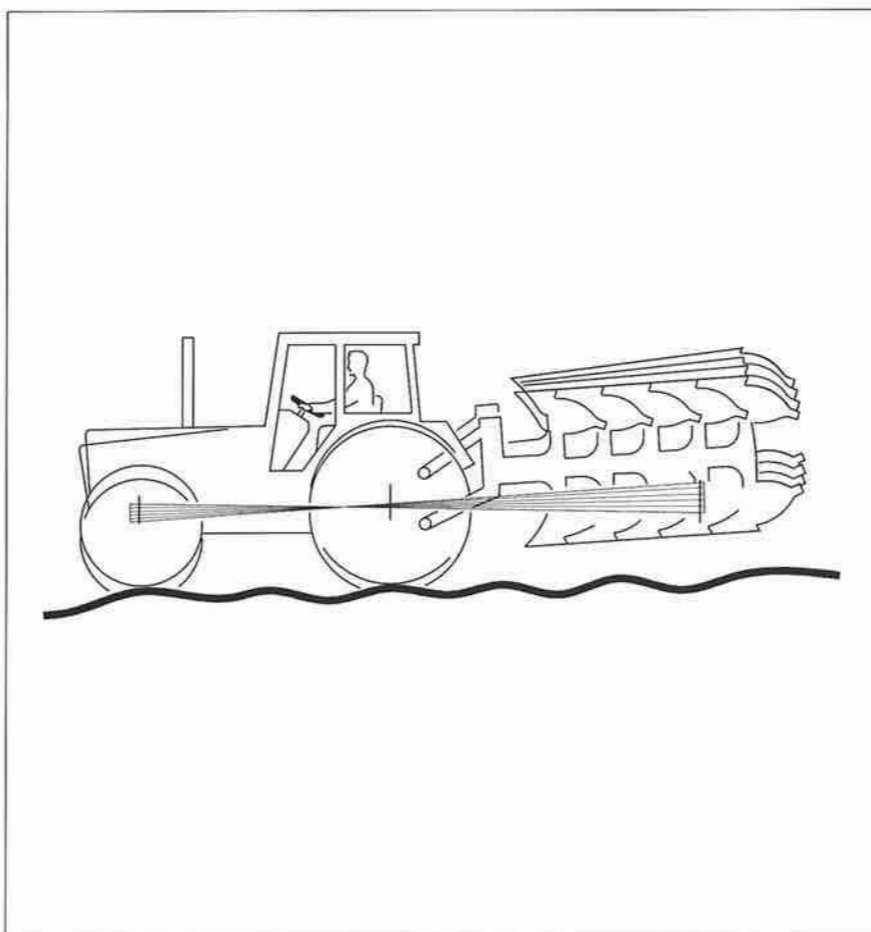
3.4 Trykkstyring

Den kraften som oppstår på grunn av trykket i arbeidsredskapet, blir registrert av en trykkløler ①. Signalet sendes til elektronikken og representerer virkelig verdi av trykket ② og vekt ③. Styringen er meget nøyaktig, selv for dynamiske forløp som for eksempel ved fresing.



3.5 Damping av svingninger

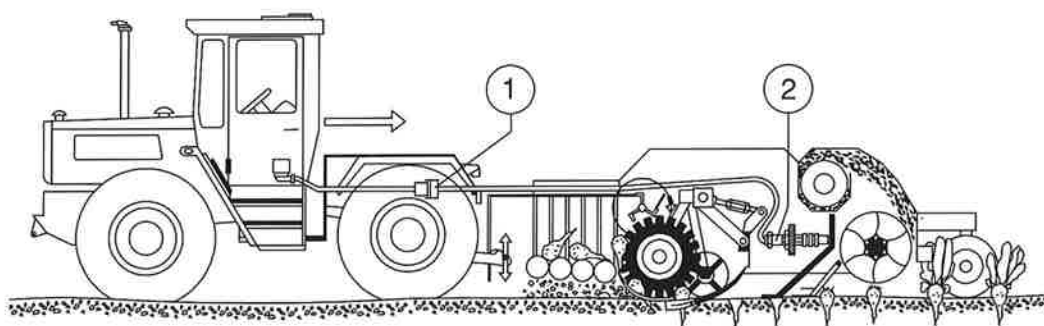
Veier og jordstykker er ikke alltid plane, og dette kan føre til kraftvariasjoner i lengderetningen ved arbeid med traktorer som drar tunge laster. Elektronikken som styrer løfteredskap, kan utnyttes til aktiv damping av disse svingningene. De dynamiske kreftene som oppstår på grunn av svingningene, blir registrert av kraftfølere. Følerens signaler sørger for en dempet bevegelse av løfteredskapet.



3.6 Ekstern styring

Med denne metoden kan ønsket avstand fra bakken holdes konstant. Det skjer med utstyr som festes til arbeidsredskapet. Figuren viser et eksempel med beteopptaking. Rammehøyden registreres av en berøringsføler som er forbundet med en induktiv stillingsføler ②. Signalet fra denne ledes til det elektroniske styresystemet, som regulerer rammehøyden. Med denne metoden er det mulig å foreta en meget nøyaktig posisjonering av arbeidsdybden ved dette arbeidet.

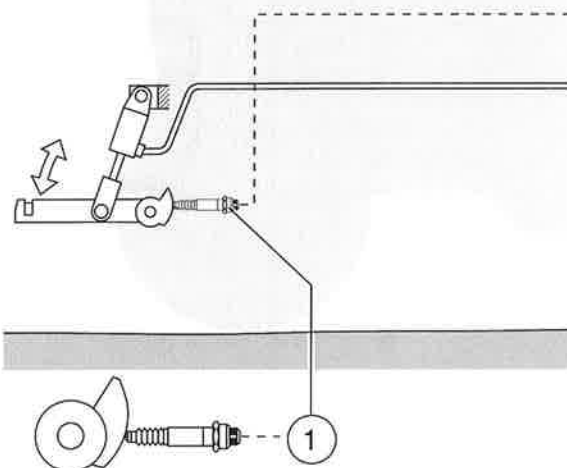
Denne styringen blir automatisk slått på når berøringsføleren forbindes til styresystemets kontakt ①.



3.7 Velger for front eller bakpart

Mange traktorer er utrustet med frontløfteren. Som regel er det nødvendig med posisjonsstyring for frontløfter ①. En separat styrekrets med alle komponenter kreves bare hvis det er behov for samtidig styring av front og bakpart.

Ellers kan man bruke elektronikken og ventilen for bakparten. En velger aktiverer elektronikken og ventilen for henholdsvis front og bakpart.



4 Diagnose av systemet

Det er som regel viktig å redusere tiden for driftsstans mest mulig. Dette må veies opp mot ønsket om lavest mulig reparasjonskostnader. På denne bakgrunnen er digital elektronikk viktig fordi den gir gode muligheter for hurtig lokalisering og diagnostisering av feil, slik at alvorlige driftsavbrudd kan unngås. Alle feil i system EHR-D som har å gjøre med inngangssignaler og utgangssignaler, kan raskt identifiseres. Feilene er beskrevet og tilordnet koder. De blir indikert av en lysdiode med variabel blinkfrekvens som varsler føreren eller en servicetekniker. Dette er den billigste løsningen. Det kan alternativt tilbys et display med sju segmenter.

5. Signalutgang ifølge DIN 9684

I denne normen foreskrives en sju-polet kontakt med følgende terminaler og standardiserte signaler:

Terminal	Signal
1	Virkelig tilbakelagt avstand framover (130 impulser/m)
2	Teoretisk tilbakelagt avstand framover (130 impulser/m)
3	Girboksakselens turtall (40 impulser/omdr)
4	Arbeidsstilling for spak (på/av)
5	Reservert for databuss 1 (dekkdata)
6	Reservert for databuss
7	Driftsområde (mengde)

Måledata fra traktoren kan registreres av det elektroniske systemet.

Det eliminerer behovet for gjentatte målinger. Denne normen er en forutsetning for å bruke betegnelsen "agricultural BUS-system". Systemet oppfyller kravene i DIN-standard.

Bosch Automasjonsteknikk



9 788258 513817

ISBN-978-82-585-1381-7

