

Pneumatik

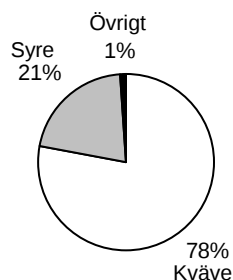
Grundläggande
samt kort om pneuhydraulik



Om luft

Ordet luft kommer från det grekiska ordet *pneuma*.

Livet på jorden är beroende av ett gasskikt, atmosfären, som omger vårt klot. Detta gasskikt utgör ett skyddande hölje och som sträcker sig ca. 100 mil ut i rymden.

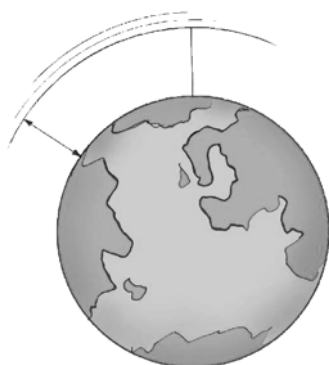


Det vi i dagligt tal kallar luft är en gasblandning som i huvudsak består av kväve (N), syre (O) och en större eller mindre mängd vattenånga. Luften innehåller även små mängder ädelgas och tyvärr också en del föroreningar i form av kolväten som människan producerat.

Luftens sammansättning är i stort sett densamma upp till ca. två mils höjd.

Atmosfärstryck

Vid jordytan har luften en vikt av ca $1,2 \text{ kg/m}^3$. Detta innebär att jordytan och alla föremål på den utsätts för ett tryck som vi kallar lufttryck eller atmosfärstryck.



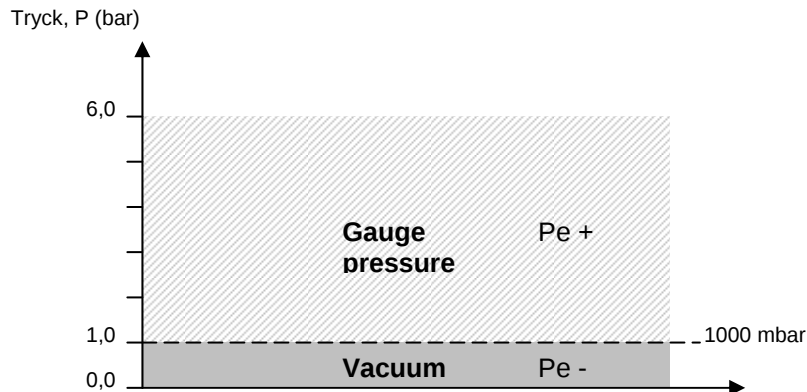
Detta tryck motsvarar tyngden av en luftpelare med basytan 1 cm^2 och höjden 100 mil, d v s från jordytan till atmosfärens övre gräns.

Lufttrycket avtar med stigande höjd, det halveras var 5:e km uppåt och vi säger att "luften blir tunnare". Även temperaturen sjunker med stigande höjd.

Tryckluft

Tryckluft är sammanpressad eller med ett annat ord komprimerad luft. Denna form kallas för tryckluft (luft som är utsatt för ett tryck). Komprimerad luft kan på så vis bära energi. När luften dekomprimeras utvinns energi i form av rörelser.

I vår atmosfär vid havsytan har vi ett lufttryck på $1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa} = 1013 \text{ mbar}$. För enkelhetens skull avrundar man till 1 bar . Vid kompression av luft till $6,0 \text{ bar}_{(e)}$ (övertryck) kommer det faktiska trycket att vara $7,0 \text{ bar}_{(a)}$ (absolut tryck).



Tryckluft

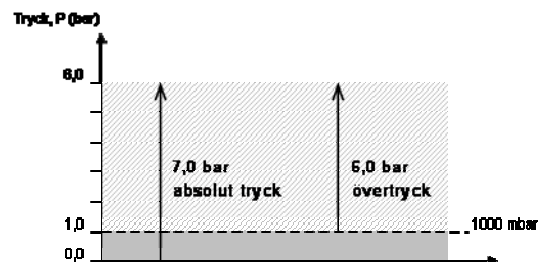
Övertryck och absolut tryck

Vid lufttrycket $6,0 \text{ bar}$ i en tryckluftstank kan detta anges på 2 olika sätt.

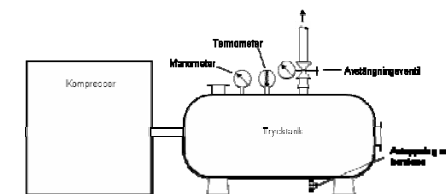
Övertryck	$6,0 \text{ bar}_{(e)}$	index (e)
Absolut tryck.....	$7,0 \text{ bar}_{(a)}$	index (a)

När det anges i formen absolut tryck anges trycket relativt atmosfären 0.

Om man däremot anger trycket relativt det normala atmosfärstrycket kallas det övertryck. Man anger det m a o från 1 bar .



I praktiskt taget alla standardkomponenter inom tryckluft presenterar lufttrycket i formen övertryck. På t ex en manometer på en tryckluftstank anges det i övertryck.



Vakuüm

Allt lufttryck under $1,0 \text{ bar}_{(a)}$ är vakuüm. Vissa pneumatikkomponenter utnyttjar detta tillstånd.

Beteckningar och enheter

Absolut tryck $p_{(a)}$, $p_{(abs)}$ eller så kan det ibland förekommer endast p

Övertryck $p_{(e)}$ eller bara p vilket är vanligast i datablad

Undertryck $-p_{(e)}$

Några andra exempel

Tryck	Absolut (a)	Överttyck (e)
6 bar övertryck	7 bar _(a)	6 bar _(e)
8 bar absolut tryck	8 bar _(a)	7 bar _(e)
0,6 bar absolut tryck	0,6 bar _(a)	-0,4 bar _(e)

Tryck mäts i bar och Pascal inom de europeiska länderna. I andra länder förekommer andra enheter som t ex psi.

Storhet	Benämning (Enhet)	Beteckning	Uttryckt i:	
			grundenhet	andra SI-enheter
Kraft F	newton	N	$\text{kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$	
Tryck p	pascal	Pa	$\text{kg}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{s}^{-2}$	N/m^2
Energi E	joule	J	$\text{kg}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-2}$	$\text{N}\cdot\text{m}$
Effekt P	watt	W	$\text{kg}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-3}$	J/s
Frekvens f	hertz	Hz	s^{-1}	

För tryck är följande mycket vanligt

$$1 \text{ kPa (kilopascal)} = 1000 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ MPa (megapascal)} = 1000 \text{ kPa}$$

SI-systemet medger vissa alternativa benämningar. Tryck får benämnas *bar*.

$$1 \text{ bar} = 100\,000 \text{ Pa} = 100\,000 \text{ N}/\text{m}^2 = 10 \text{ N}/\text{cm}^2$$

Benämningen *bar* är mycket vanlig inom trycklufts- och hydraultekniken, dvs pneumatik och hydraulik. Dessa två tekniker kallas även för fluidtekniken. Detta beror på att mätetalet i stort sett blir lika som för tidigare benämningar kp/cm^2 och atö.

$$1 \text{ kp}/\text{cm}^2 = 0,981 \text{ bar}$$

$$1 \text{ atö} = 1 \text{ bar}$$

Normaltillstånd

ISO standard för normalluft är

Tryck	100 kPa _(a)
Temp	293 K (+20°C)
Relativ fuktighet.....	65 %

Normaltillstånd anges med (N) före beteckningen, exempelvis 100 Nl eller 0,1 Nm³. Man utgår från normaltillståndet vid de flesta beräkningar och dataangivelser. För att inte skapa missförstånd bör beteckningen (N) alltid anges då normalluft avses.

Pneumatikens fördelar och egenskaper

Tillgänglighet	Luft är tillgänglig praktiskt tagit överallt i obegränsade volymer.
Distribution	Luft kan lätt transporteras över långa avstånd i rörledningar.
Lagring	Kompressorn kan drivas intermittent och behöver ej vara i drift hela tiden. Tryckluft lagras i en trycktank och distribueras efter behov.
Temperatur	Tryckluft är relativt okänsligt för temperaturvariationer. Det gör den till en pålitlig energikälla även under extrema förhållanden.
Explosionsrisk	Risken är minimal för explosion och brand med tryckluft, därför behövs inga dyrbara extra skyddsutrustningar.
Renhet	Returluft som inte är tillsatt med smörjmedel är ren. Luft som läcker ut i slangar eller komponenter, orsakar ingen förorening. Detta är en stor fördel inom livsmedelsindustri, träindustri, textilindustri och farmakologisk industri.
Komponenter	Pneumatiska komponenter är av relativt enkel konstruktion och blir därför relativt billiga.
Hastighet	Tryckluft är ett mycket snabbarbetande medium. Det är därför möjligt att uppnå höga arbetshastigheter.
Anpassning	Med komponenter som drivs med tryckluft, kan hastigheter och krafter varieras inom ett mycket stort område.
Skydd mot överlast	Pneumatiska redskap och arbetsselement kan belastas till stopp utan att det finns risk för överbelastning.

Definitioner

Förbehandling

Tryckluft kräver god förbehandling. Det får inte finnas föroreningar eller kondens.

Komprimerbarhet

Det är inte alltid möjligt att uppnå konstant kolvhastighet med hjälp av tryckluft då luft är lätt komprimerbar.

Kraftbegränsning

Tryckluft är ekonomisk bara upp till en viss kraft. Vid normalt arbetstryck på 6-7 bar (600-700 kPa), beroende på slaglängd och hastighet, ligger gränsen för den kraft man kan ta ut på mellan 20 000 och 30 000 N.

Ljudnivå

Då tryckluft evakueras, ger den ifrån sig ett kraftigt ljud. Problemet kan minimeras med hjälp av ljudabsorberande material och ljuddämpare.

Kostnad

Tryckluft är en relativt kostbar energiform. De höga energikostnaderna kompenseras dock av rimliga komponentpriser och hög verkningsgrad.

Kriterier som måste tas hänsyn till

När en styrning av rörelser ska väljas finns olika medium att använda, dessa är

- Elektrisk/elektronisk
- Hydraulisk
- Pneumatisk
- En kombination av dessa

När det gäller val av den arbetande delen i processen måste hänsyn tas till följande

- Kraftbehov
- Slaglängd
- Rörelsetyp (linjär, roterande)
- Hastighet
- Dimensioner
- Livslängd
- Känslighet
- Säkerhet och pålitlighet
- Energikostnader
- Möjligheter att styra
- Manövrering
- Lagring

När det gäller val av det styrande mediumet finns

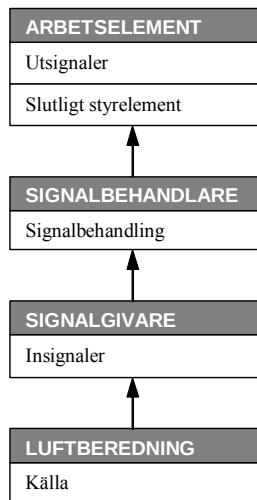
- Mekanisk
- Elektrisk
- Elektronisk
- Pneumatisk, normaltryck
- Pneumatisk, lågtryck
- Hydraulisk

När det gäller val av den styrande delen tas hänsyn till

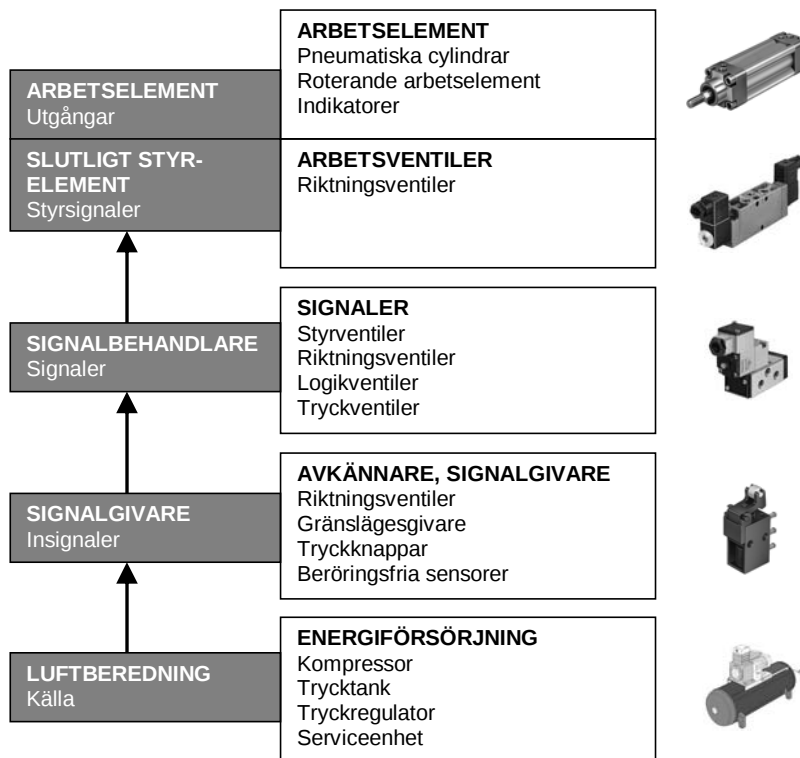
- Komponenternas driftsäkerhet
- Känslighet för yttre påverkan
- Enkelt eller komplicerat service - och reparationsarbete
- Omställningstid av komponenter
- Signalhastighet
- Utrymmesbehov
- Pay-off tid (avbetalningstid/avskrivningstid)
- Upplärningstid för operatörer och underhållspersonal
- Systemets flexibilitet för senare ombyggnad

Komponenter i pneumatiska system

Ett pneumatiskt system delas in i 4 olika delar. Dessa är

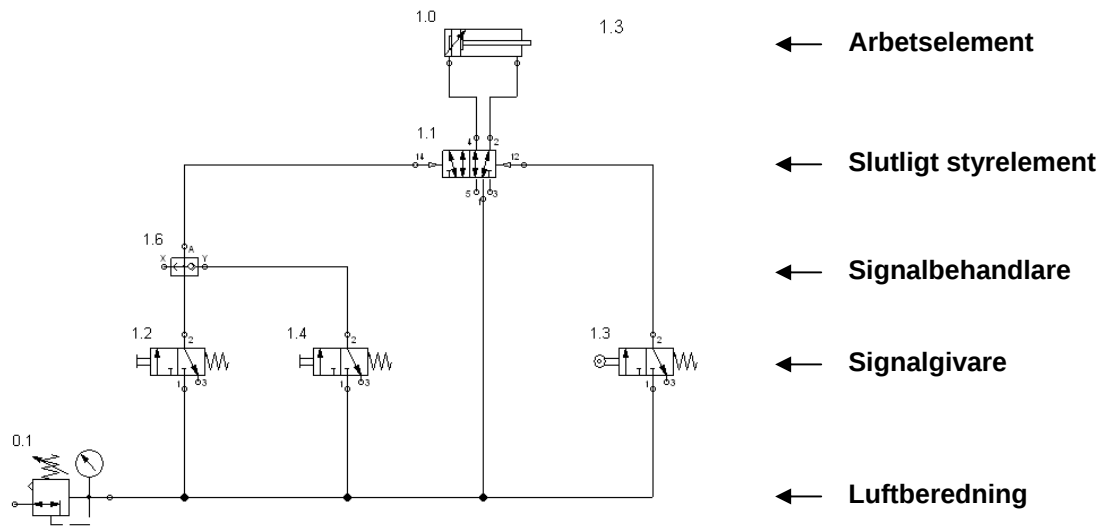


Signal- och luftsystemet arbetar nedifrån och upp.



Pneumatikschema

Här är ett exempel på ett pneumatikschema.



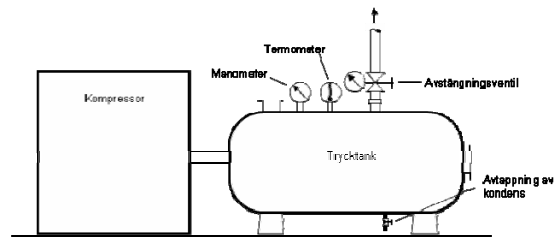
Tryckluft distribueras till de flesta ventilerna. Signalgivarna kan vara tryckknappar, gränslägen, etc. Dessa utgör själva logiken i ett system. Utsignalerna från dessa kan i många fall anslutas till olika signalbehandlare som knyter ihop dessa. Efter detta styrs signalen vidare till de slutliga styrelementen som man även kallar för arbetsventiler. Dessa styr sedan ut tryckluften till det arbetande elementet som en cylinder t ex.

Ett schema delas in i plussida (+ sida) resp. minussida (- sida). Alla komponenter som arbetar med + rörelsen ska ligga på vänster sida och alla komponenter som arbetar med – rörelserna ska ligga på högersidan.

Luftberedning och distribution av tryckluft

För att styrsystem och arbetsselement skall fungera optimalt över en längre tid måste tryckluften vara ren och torr och ha rätt tryck. Om dessa villkor inte är uppfyllda, sker nedbrytning av systemet på kort eller lång sikt. Resultatet blir driftstopp i kombination med ökade kostnader för reparation och ersättning

av delar. Rengöringen av tryckluften startar där den produceras och den kan blir förorenad på många olika sätt i systemet fram till den plats där den skall förbrukas. Det är ingen idé att producera luft av god kvalitet om felaktigt valda komponenter försämrar kvaliteten på luften. Utrustningen man ska värdera då det gäller framställning av tryckluft är



- Kompressortyp
- Trycktank
- Luftfilter
- Lufttork
- Dimsmörjningsutrustning
- Tryckregulator
- Ut- / avtappningsställen
- Oljeavskiljning

Placeringen av kompressorn och kompressortyp har en viss inverkan på hur stor mängd partiklar, olja och vatten som tas in i eller blir tillförda i systemet. Tryckluften bör därför noggrant rengöras så att man undviker felfunktioner.

Luftens renhet

Dåligt rengjord tryckluft medför utan tvekan felfunktioner och det kan visa sig i styrsystemet på följande sätt

- snabbt slitage av packningar och rörliga delar i cylindrarna och ventilerna
- ansamling av olja från kompressorn i ventiler
- smutsig och förorenade ljuddämpare

Luften rengörs med hjälp av filter på inloppskanalen till kompressorn, seriekopplade torkar, filter och avskiljare för olja och vatten. Val av utrustning måste anpassas till de krav som ställs.

Arbetsstryck

De flesta pneumatiska komponenter och förbrukare som cylindrar och ventiler är konstruerade för ett maximalt arbetsstryck på 8-10 bar (800-1000 kPa). Praktiska försök har emellertid visat att ett tryck på ca 6 bar är det mest ekonomiskt lönsamma. Idag har man fastställt ett arbetsstryck på 6,3 bar vilket de flesta användare tillämpar.

Kostnader på kompressorsystemet, effektiviteten, slitage på cylindrar och ventiler och installationskostnader för rörsystem är gynnsammast vid detta område. Ett tryckfall mellan 0,1-0,5 bar uppstår som regel på grund av rörböjar, läckage och motstånd i rör och komponenter. Tryckfallets storlek är beroende på dimensionen på rörsystemet och dess konstruktion. Kompressorsystemet bör kunna leverera 6,5 - 7 bar för att säkerställa ett arbetsstryck på 6 bar (6,3 bar).

Tryckfall och buffert

För att motverka plötsliga tryckförändringar i systemet installerar man en trycktank för att stabilisera trycket i rörledningssystemet. Under normal drift fylls denna trycktank av kompressorn och den fungerar som en reserv som kan utnyttjas när som helst. Detta medför också att kompressorn inte behöver starta så ofta.

Kompressorstorlek

Karakteristiska värden för förbrukning bör för stora kompressorer bestämmas efter normal, medel och maximal belastning. I praktiken visar det sig att med varierande förbrukning av tryckluft, kan flera kompressorer användas mer effektivt än en enskild större kompressor. Ett värde på 75% bör användas som sammanlagringsfaktor vid normal belastning/uttagen luft. För att ta reda på detta och kunna välja rätt typ måste man ordna en lista över alla förbrukare som är anslutna till luftsystemet och en översikt över medel- och maximal luftförbrukning, drifttid och arbetsfrekvens.

Vatten i luft

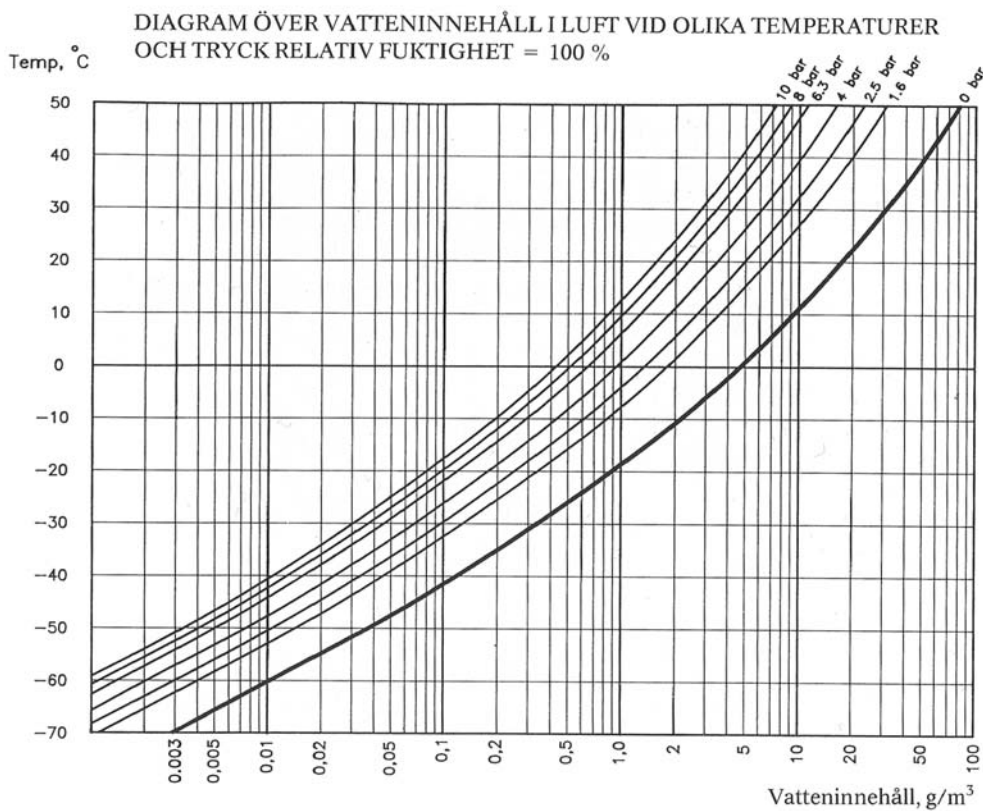
Luft som tas in i kompressorn från atmosfären, innehåller i regel alltid en viss mängd fukt i form av vattenånga. Ju högre temperatur, desto större mängd vattenånga kan luften bära, uttryckt i procent av relativ fuktighet. Vid daggpunkten på 100%, blir vatten utfällt i form av droppar.

En kompressor som levererar 10m^3 tryckluft per timme, tar in omkring 36 liter vatten då den levererar trycket 7 bar (vid 20°C och 50% relativ fuktighet). På grund av värmet som bildas under kompressionen, blir vattnet först upptaget fullständigt (luftens benägenhet att absorbera vatten ökar med temperaturen). Då luften kyls ned till 40°C efter kompressionen fälls 5,1 liter kondensvatten ut strax efter det att luften lämnat kompressorn. Kyler man luften ytterligare ned till 20°C , kommer 21,6 liter vatten att fällas ut.

Om denna fukt kommer in i det pneumatiska systemet, får det följande konsekvenser

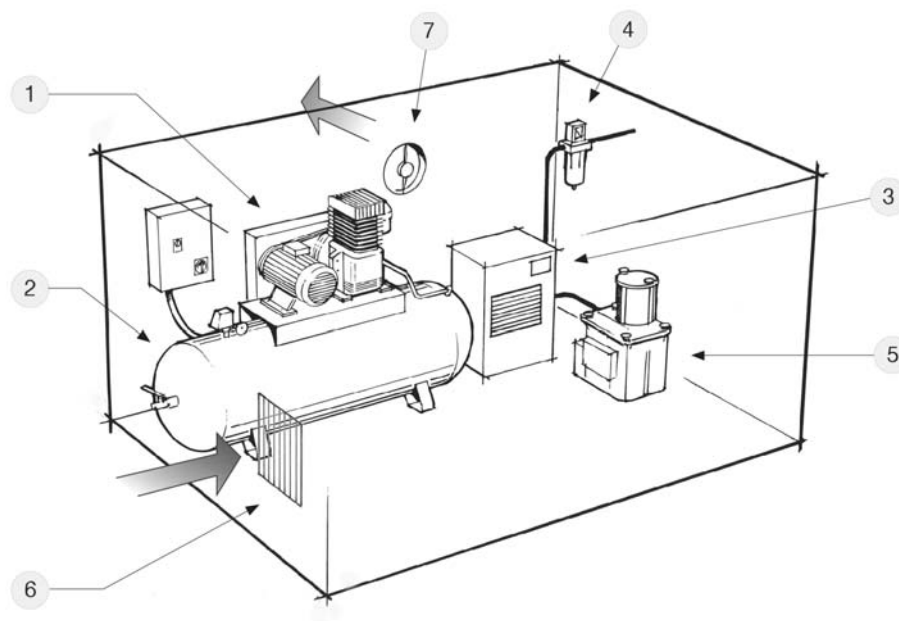
- korrosion i rör, cylindrar och andra komponenter, vilket ökar slitaget och underhållet.
- initialfettet i cylindrarna och ventiler spolats/tvättas på sikt bort. Detta medför att man senare tvingas installera dimsmörjare (olja).
- ventilerna kärvar och kan inte ändra läge vilket innebär fler felfunktioner under arbetssekvensen.
- föroreningar och skador på ställen där tryckluften kommer i direkt kontakt med rörliga delar.

Därför är det mycket viktigt att vattnet måste avlägsnas från luften innan det får möjlighet att göra skada. Luften måste torkas ur.



Kompressoranläggning

En konventionell standard kompressoranläggning består av följande komponenter.

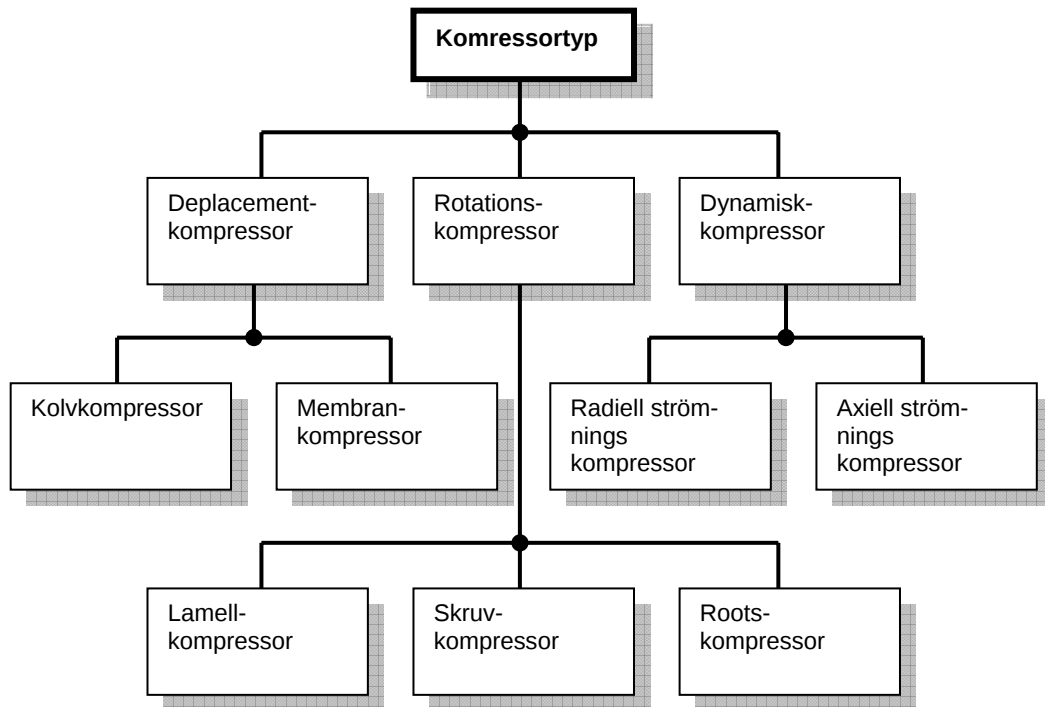


1. Kompressor
Placeras med minst 0,5 m serviceutrymme runt om. Framför den elektriska panelen skall minst 1 m fritt utrymme finnas.
2. Tryckluftstank
Med armatur och automatisk dräneringsventil. En tryckluftstank skall som regel enligt lag installationsbesiktigas av ett s k akrediterat organ innan den får tas i bruk.
3. Kyltork
Torkar till kondensfri tryckluft för inomhusbruk. Kopplas in med avstängningsventil och bypassledning för enkel service.
4. Oljeavskiljare
Avskiljer restolja från tryckluften ned till tekniskt oljefri tryckluft.
5. Kondenseringsverk
Skonar miljön från oljehaltigt kondensat från kompressorn, tryckluftstank, kyltork och filter.
6. Kylvluftsintag
Med jalousispjäll för luft till kompressorummet.
7. Luftuttag
Med evakueringsfläkt som termostatstyrs efter temperaturen i kompressorummet.

Kompressorn

Vilken typ av kompressor man skall välja, beror på vilken luftmängd man behöver, arbetstryck, krav och kvalitet på renhet och hur torr luften måste vara.

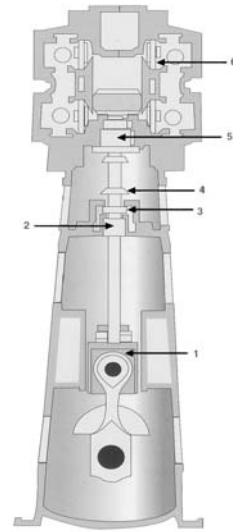
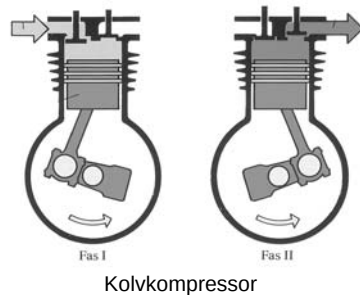
Nedan visas de olika kompressortyper som finns på marknaden idag.



Deplacementskompressor

Kolvkompressor

Deplacementskompressorer är mycket vanliga och kan leverera olika lufttryck och luftmängder. För högre tryck används kompressorer i flera steg med kylning mellan varje steg.

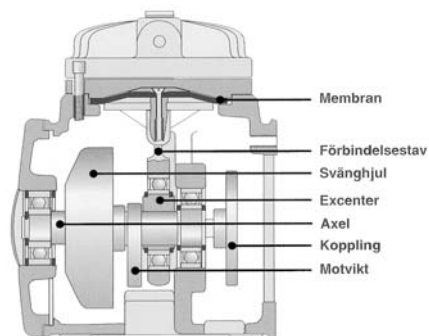


Det optimala tryckintervallen för deplacementskompressorer är

Steg	Deplacementskompressor
1	upp till 400 kPa (4 bar)
2	upp till 1500 kPa (15 bar)
3 eller fler	över 1500 kPa (15 bar)

Membrankompressor

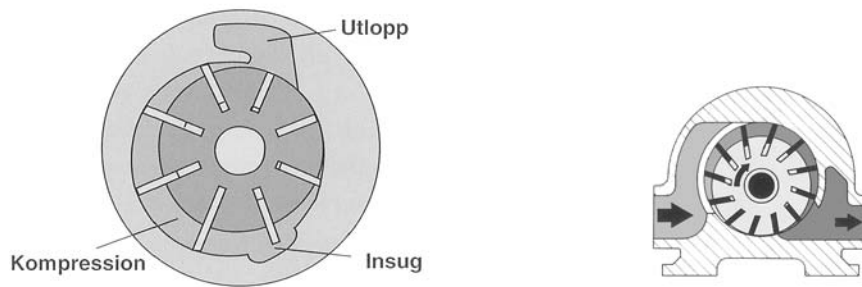
Membrankompressorn används där det inte får förekomma olja i tryckluften, t ex i livsmedelsindustrin, i farmaceutisk industri och i kemisk industri. Luften kommer ej i kontakt med kompressorns interna smörjolja, varför helt oljefri tryckluft skapas.



Rotationskompressor

Lamellkompressor

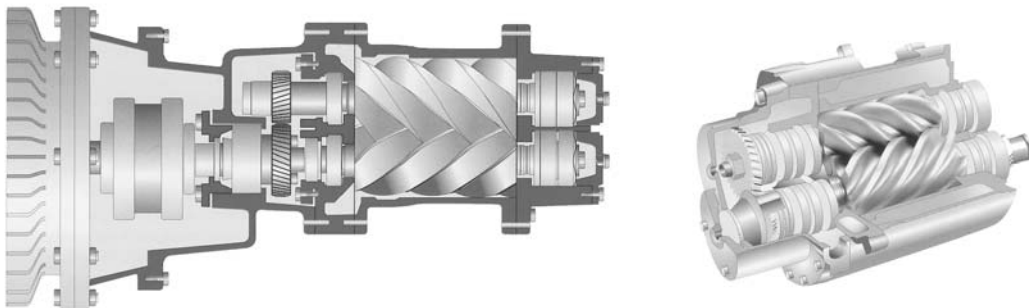
Rotationskompressorerna använder roterande lameller för att komprimera och öka trycket hos luften. De arbetar smidigt, men kompressionen blir inte lika hög som vid flerstegs displacementskomprimering. En stor fördel med denna typ är att den är relativt tystgående.



Lamellkompressor

Skruvkompressor

Fördelen med skruvkompressorn är att den har kompakt form i förhållande till dess verkningsgrad. Skruvkompressorn är idag en vanlig kompressortyp vid stora uttag.



Skruvkompressor

Dynamiska kompressorer

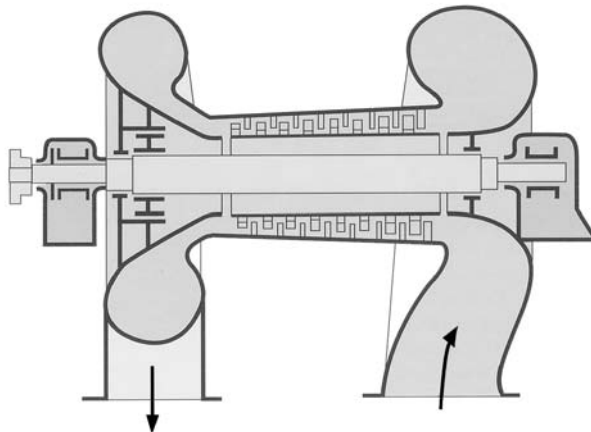
Dynamiska kompressorer producerar stora mängder tryckluft med liten ökning av trycken från steg till steg. Luften blir accelererad av bladen i kompressorn, (turbinkompressorer) men det sker bara en liten ökning av trycket, omkring 1,2 gånger trycket vid ingången i varje steg.

Axialkompressor

En axialkompressor har axiellt flöde, luften passerar längs kompressoraxeln genom rader av roterande och stationära skovelhjul. På detta sätt ökas luftens hastighet stegvis, samtidigt som de stationära skovlarna omvandlar rörelseenergin till tryckenergi.

Lägsta volymflöde genom en sådan kompressor brukar vara ca $15 \text{ m}^3/\text{s}$. För att balansera ut axialkrafterna brukar en balanstrumma byggas in i kompressorn.

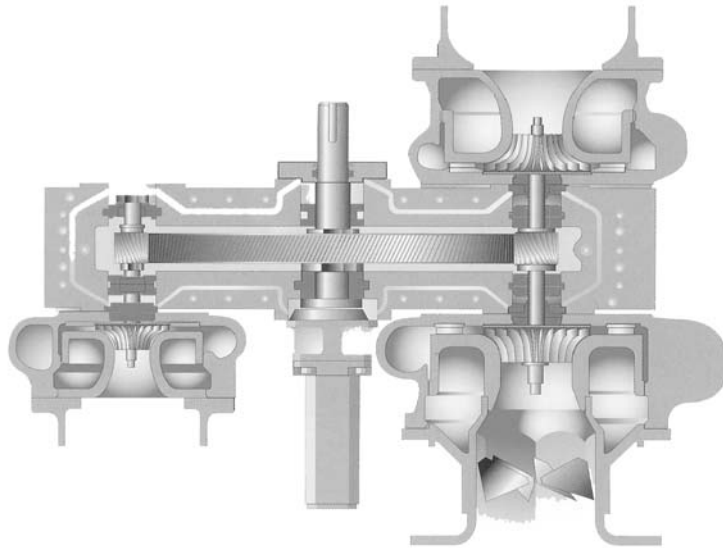
Axialkompressorerna är vanligen mindre än motsvarande centrifugalkompressorer och arbetar oftast vid ca 25% högre varvtal. De används för konstanta, höga volymflöden vid relativt måttliga tryck.



Axialkompressor

Radiell kompressor, Centrifugalkompressor

Centrifugalkompressorn kännetecknas av radiellt utloppsflöde. Luften sugas in i centrum av ett roterande skovelhjul med radiella skovlar, varefter centrifugalkraften tvingar luften att förflyttas mot hjulets periferi. Innan luften leds till centrum av nästa skovelhjul, får den passera en diffusor samt ett kompressorhus där rörelseenergin omvandlas till tryckenergi.



Centrifugalkompressor

Kompressorns värme

Den effekt som tillförs kompressorn omvandlas i kompressionsprocessen helt till värme, oavsett typ av kompressor. Den totala värmealstringen är följaktligen den tillförda effekten.

En relativt liten kompressor med motoreffekten 3 kW alstrar lika mycket värme som ett bastuaggregat. För att förbättra totalekonomin för en kompressoranläggning kan denna värme återvinnas för t ex uppvärmning av lokaler.



För att kompressorn inte ska ta skada av uppvärmningen måste den kylas av. Detta kan ske med luft. Vid större kompressoranläggningar använder man istället vatten som kylmedium.

Trycktank

Trycktanken ger konstant lufttryck i ett pneumatiskt system oavhängigt av variationer i förbrukningen. Detta medför att det finns möjlighet att utjämna kortvariga förbrukningstoppar som ett system med enbart kompressor inte klarar av.



En trycktank fungerar också som nödförsörjning till systemet om kompressorn skulle stanna. Trycktanken kan placeras antingen efter kompressorn, där den verkar som en luftkammare eller på de ställen i systemet där förbrukningen är stor.

Den stora mantelytan på trycktanken kommer att kyla ned luften. På detta viset kommer en del av fuktigheten i luften att skiljas ut som vatten direkt i trycktanken.

Därför är det viktigt att man regelbundet tappar av kondensvatten. Om kondensvatten står en längre tid i tanken bildas rost som kan transporteras med i rörledningar vilket i sin tur ger upphov till skador i systemet.

Trycktankens storlek

Storleken på trycktanken är beroende av följande faktorer

- kompressorns avgivna luftmängd
- luftförbrukningen i systemet
- rörsystemets dimensioner
- regleringstypen
- tillåtet tryckfall i försörjningsledningarna

Volymen av trycktanken som behövs för att stabilisera lufttrycket i systemet beräknas enligt denna formel

$$V = \frac{0,25 \times Qn}{z \times \Delta P}$$

V	Tankens volym	(m ³)
Qn	Kompressorkapacitet	(m ³ /h)
z	Antal starter per timme	
ΔP	Tryckdifferens	(10 ⁵ Pa)
0,25	Konstant	(10 ⁵ Pa)

Trycktanken måste dimensioneras så att den tillför rörsystemet tillräckligt stor luftmängd under ett tryck, även i de perioder då kompressorn är frånkopplad.

Exempel

Kompressorns kapacitet	$Q_n = 20 \text{ m}^3/\text{min}$
Antal starter/timme	$z = 20$
Tryckdifferens	$\Delta P = 100 \text{ kPa} = 1 \times 10^5 \text{ Pa}$

$$V = \frac{0,25 \times (20 \times 60)}{20 \times 1,0} \Rightarrow V = 15 \text{ m}^3$$

Lufttork

Vatten leder till att packningar blir hårda, till korrosion och urtvättning av initial fett i cylindrarna och ventiler. Olja och vatten kan få packningar och membran att svälla upp. I sprutmålningsanläggningar kan vatten, olja och stoft leda till blåsbildning i lacken. Inom livsmedelsindustrin, farmaceutisk och kemisk industri kan olja, föroreningar, bakterier och smittoämnen förstöra hållbarheten hos produkterna.

Ett pneumatiskt systems livslängd blir kraftigt reducerat om stora mängder fukt förs genom tryckluftssystemet till arbetselementen. Det är därför viktigt att förse utrustningen med torkutrustning för att reducera fuktighetsinnehållet. Det finns tre metoder för att reducera fuktighetsinnehållet i luften

- kyltorkning
- adsorptionstorkning¹
- absorptionstorkning²

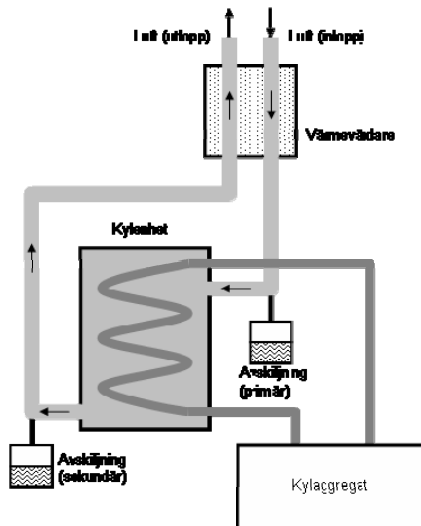
Merkostnaden för att installera utrustning för lufttorkning kan avskrivas under en ganska kort tid på grund av motsvarande reduktion av servicekostnader. Dessutom blir anläggningen driftssäkrare och pålitligare, vilket medför att man kan undvika onödiga driftsstopp.

¹ **Adsorption** Vissa porösa ämnes förmåga att vid sin yta binda molekyler av andra ämnen.

² **Absorption** Uppsugning, upptagande (t ex vätskor, gaser, ljus)

Kyltorkning

Den vanligaste typen av torksystem är idag kyltorken. Den arbetar ekonomiskt och är pålitligt, dessutom är underhållskostnaderna låga. Vid kyltorkning blir tryckluften transporterad genom en värmeväxlare som det strömmar ett kylmedium genom. Målet är att sänka temperaturen i luften till daggpunkten, så att vatten kondenseras och faller ut i tillräcklig mängd.



Daggpunkt

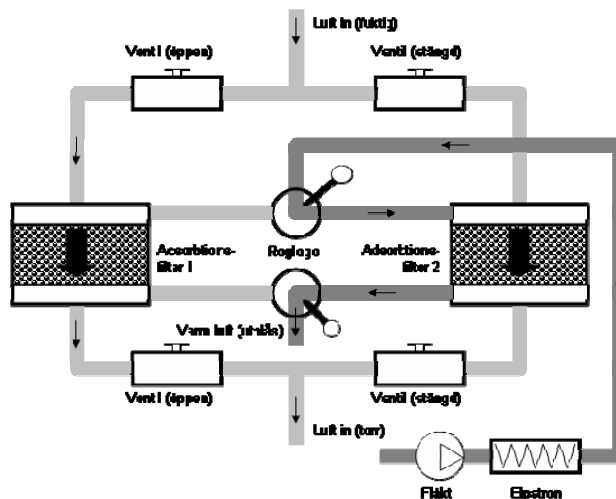
Daggpunktstemperaturen är den temperatur en gas måste kylas ned till för att vattenångan i gasen skall kondenseras.

Ju lägre daggpunkt, desto mer vatten kommer att kondensera och vattenmängden i luften reduceras i motsvarande grad. Med hjälp av kylteknik är det möjligt att uppnå en daggpunkt på 2 - 5° C.

Innan den komprimerade luften släpps ut i systemet, blir den uppvärmd till omgivningstemperatur. Utsloppstemperaturen är ca 10° C på vintern och ca 30° C på sommaren.

Adsorptionstork

De lägsta ekvivalenta daggpunkterna (ned till -90° C) kan man uppnå med hjälp av en adsorptionstork. I denna process kommer den komprimerade luften att passera igenom ett torkmedel, så att vattnet kan avsättas på ytan, det blir adsorberat (adsorption innebär att vatten avsätts på ytan av fasta kristaller). Torkmedlet är ett granulerat material med skarpa kanter eller med droppform. Det består av nästan ren silisiumdioxid.



I praktiken används två adsorberare. Då torkmedlet i den ena adsorberaren är mättat, förs luften över till den andra adsorberaren, som då är torr, och den första blir regenererad med hjälp av varmluft som blåses genom den.

Absorptionstork

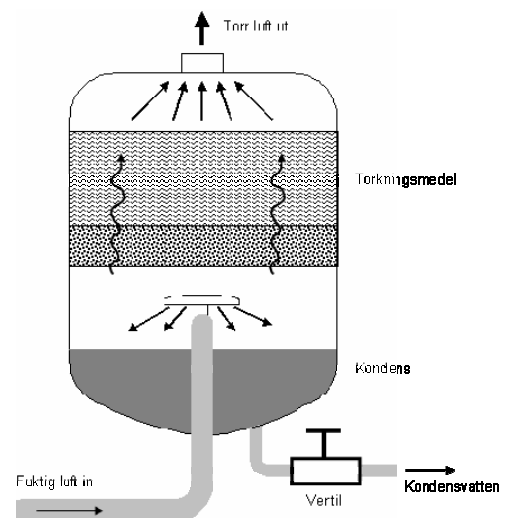
Absorptionstorkning är en rent kemisk process. Fukten i den komprimerade luften går i kemisk förening med torkmedlet i tanken. Det medför att torkmediet bryts ned, och vi kommer att finna det åter i vätskeform i botten på tanken.

Absorptionstorkning används inte så mycket idag, eftersom kostnaderna är för stora och effektiviteten för låg i de flesta sammanhang.

Oljedimma och oljepartiklar blir också avskilda i absorptionstorken. Större mängder olja påverkar emellertid effektiviteten av torken. Det är därför en fördel att placera ett mikronfilter före torken.

Absorptionsprocessen har vissa fördelar

- enkel installation
- litet mekaniskt slitage eftersom det inte finns rörliga delar i torken
- inget krav på extern energitillförsel



Serviceaggregat

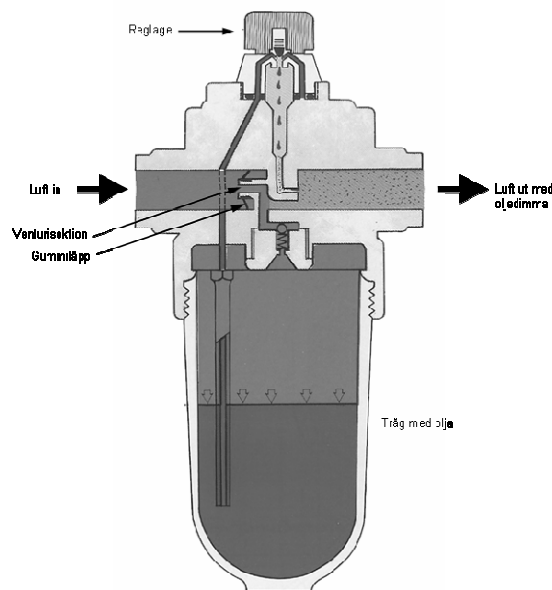
Som regel skall den tryckluft som produceras vara torr, d v s fri från olja. För vissa komponenter är luft som innehåller olja förödande, för andra är det icke önskvärt, men för t ex kraftkomponenter som motorer, kan det vara nödvändigt. Smörjning av tryckluften bör därför alltid begränsas till de delar av anläggningen som kräver detta. I dessa fall placerar man dimsmörjare för att förse dessa speciella komponenter med olja i tryckluften. Olja som släpps in i tryckluften från kompressorn passar inte för smörjning av komponenter i styrsystemet. Problem som kan uppstå vid överflödig smörjning är

- felfunktioner p g a överdriven smörjning av komponenterna
- förorening av omgivningsluften med oljedimma
- "måndagssjuka", d v s att ventiler och cylindrar inte fungerar då anläggningen har stått stilla en längre tid
- problem med att ställa in lämplig smörjningskvantitet korrekt

Trots dessa problem kan det i vissa fall vara nödvändigt att smörja tryckluften med hjälp av dimsmörjningsapparater. Sådana tillfällen kan vara

- där det behövs extremt snabba fram- och återgående rörelser av cylindrarna
- vid användande av cylindrar med stor diameter ($< \text{ca } 125 \text{ mm}$ och uppåt). Om det är möjligt bör dimsmörjningsapparater installeras bara framför de arbetsmoment som behöver smörjning.

Rätt dimension på dimsmörjningsapparaten är beroende av luftförbrukningen till cylindrarna, eftersom dimsmörjningsapparaten behöver en minimivolym för att börja leverera olja. Detta betyder att om dimsmörjningsapparaten är för stor, kan den under vissa betingelser bli ineffektiv. Om den däremot är för liten, kommer eventuellt luftläckage att medföra att dimsmörjaren töms på olja i perioder med liten luftförbrukning. Generellt gäller att cylindrar med värmeresistenta packningar inte bör förses med smord luft. Anledningen till detta är att initialfettet som cylindrarna är insmorda med, blir borttvättat.



Tryckluft som passerar genom dimsmörjarapparaten utsätts för ett tryckfall mellan oljereservoaren och den övre delen av dimsmörjningsapparaten. Tryckdifferensen är tillräcklig för att tvinga oljan upp igenom ett rör och den droppar in i en dysa som vi kan se genom ett kupolglas. Här blir oljan omvandlad till oljedimma och upptagen av luftströmmen.

Det är möjligt att kontrollera oljedoseringen. På ett enkelt sätt kan denna kontroll göras. Håll ett stycke vitt papper omkring 20 cm från utloppsporten på arbetsventilen. Om systemet får arbeta en tid, skall du kunna se bara en blek, gul färg

på pappret. Droppande olja är ett klart tecken på för kraftig smörjning. Om detta är fallet måste dimsmörjaren justeras.

Separation av olja

Tills för några år sedan var det allmänt accepterat att den olja som kompressorn gav ifrån sig kunde användas som smörjolja till cylindrar och ventiler. Nu inser man att detta inte är bra. Det uppstår höga temperaturer i kompressorn, oljan blir bränd och oljedimman försvinner. Det innebär att man får ett kraftigt slitage på cylindrar och ventiler och livstiden blir avsevärt reducerad.

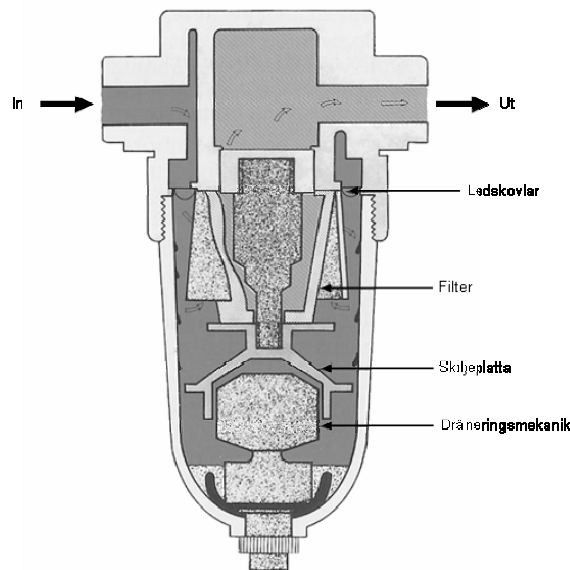
Vidare blir olja avsatt på innerväggarna i rör och slangar. Denna olja kan sedan absorberas in i luftströmmen på ett okontrollerat sätt. Enbart detta fenomen gör distributionen omöjlig att kontrollera. Ett rör som har blivit förorenat på detta vis, kan inte rensas utan att demonteras. En annan olägenhet är den s k “måndagssjukan” som betyder att efter ett system har stått stilla en tid (efter t ex helger) kommer smorda komponenter inte att fungera riktigt till att börja med. Ett grundläggande krav är därför att olja som kommer från kompressorn måste tas bort eller att framställa tryckluft utan olja.

Punkter att ta hänsyn till

- så långt som möjligt, hindra att kompressorolja kommer in i tryckluftssystemet (det bör installeras oljeavskiljare)
- använda komponenter som kan arbeta med tryckluft utan smörjning
- då ett system har varit i funktion och är inkört med olja, måste fortsättningsvis använda smord tryckluft eftersom den ursprungliga infettningen av komponenterna har tvättats bort av oljan.

Luftfilter

Val av rätt filter är viktigt för att uppnå rätt luftkvalitet för det arbetssystem som skall förses med tryckluft. En avgörande egenskap för tryckluftsfilter är storleken på porerna. Porstorleken som uppges för en filterinsats motsvarar den minsta partikelstorleken som kan filtreras av filtret. Ett filter med 5 μ m, filtrerar alla partiklar med diametern större än 0,005 mm ($5\mu\text{m}$). De flesta tryckluftsfilter kan också skilja ut vatten från tryckluften. Vattnet måste tappas ut innan nivån överstiger märket för maximal kondensvattennivå, i annat fall kommer vattnet in i luftströmmen igen.



Om det samlas mycket kondensvatten är det en fördel att montera på en automatisk vattendrainerare i stället för den manuella avtappningskranen. Den automatiska avtappningen använder en flottör till att bestämma vattennivån i behållaren och när den maximala nivån är uppnådd, kommer en styrkolv att öppna ventilen och vattnet pressas ut genom ett avtappningsröret med hjälp av tryckluften.

Tryckluften passerar genom filtret från vänster till höger och förs in i filterbehållaren med hjälp av ledskovlar. Ledskovlarna gör att luften börjar rotera, varvid tyngre partiklar och vattendroppar slungas mot innerväggen på filterbehållaren på grund av centrifugalkraften. De rinner längs innerväggarna på behållaren och samlas i botten.

Luften som är rensad på detta sätt, passerar därefter filterinsatsen som filtrerar bort de små smutspartiklarna. Filterinsatsen består av ett poröst syntetiskt material. Graden av utskiljning är beroende av porstorleken i filterinsatsen. Man kan sätta in filter med olika porstorlekar. Den vanliga porstorleken ligger på mellan 5 och 40 μ m.

Graden av utskiljning och effektiviteten är viktig när man skall välja tryckluftsfilter. Effektiviteten innebär den procent av partiklar av en viss storlek som kan skiljas ut av filtret.

Effektiviteten anges för en viss partikelstorlek, t ex effektivitet på 99,99% för partiklar på 5µm.

Luftfiltret fortsätter att filtrera även efter en lång tids användning och även om det är kraftigt förorenat. Under vissa omständigheter kommer emellertid tryckfallet att bli mycket stort och filtret orsakar slöseri med energi.

För att fastställa då vi behöver byta ut filterinsatsen, bör vi genomföra en ockuär inspektion eller mäta tryckskillnaden på de båda sidorna av filtret. Filtret bör bytas ut när tryckskillnaden är 40-60 kPa (0,4 - 0,6 bar).

Beroende på tryckluftens status och antalet komponenter som hör till anläggningen kräver tryckfiltret mer eller mindre underhållsarbete. Sådant arbete går ut på att

- byta eller rengöra filterinsatsen
- tappa ur kondensvatten

Vid rengöring måste man undersöka vad som gäller för det specifika filtret med fabrikanten då det gäller val av rengöringsmedel. Många rengöringsmedel är inte avsedda för filterbehållaren. Vissa kan ge sprickor i godset. Det kan medföra att behållaren går sönder då den utsätts för tryck igen. Som regel är det tillräckligt att använda varmt såpvatten i kombination med en mjuk borste. Filterinsatsen bör sedan genomblåsas i motsatt riktning av den normala strömningsriktningen.

Tryckregulator

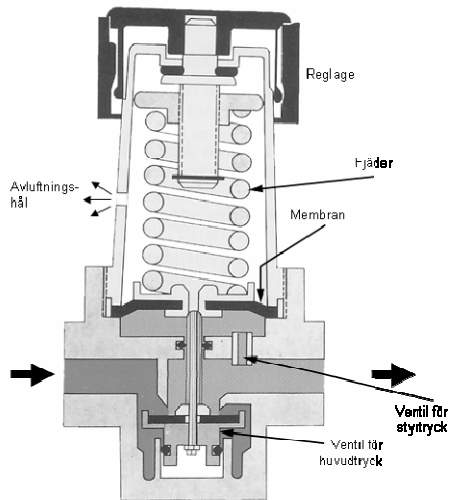
Den mängd tryckluft som kompressorn producerar kan varieras. Regulatorer som har placerats centralt i tryckluftssystemet garanterar ett konstant tryck i lufttillförseln (sekundärtrycket) oavsett vilka tryckvariationer som förekommer i huvudledningen (primärtrycket).

Ändringar på trycknivån i rörledningssystemet kan inverka på ventilerna, arbetstider hos cylindrarna och tidsinställningar på strypventiler. En konstant trycknivå är alltså en förutsättning för problemfri pneumatisk styrning. För att garantera konstant tryck placeras en tryckreduceringsventil eller en tryckregulator efter luftfiltret. Den har till uppgift att hålla arbetstrycket konstant, oavsett tryckvariationer och variationer i luftförbrukningen i systemet. Lufttrycket bör vara anpassat till kraven som ställs för varje del av anläggningen.

Det systemtryck som i praktiken har visat sig vara det bäst ekonomiska och tekniskt avvägda mellan tryckluftframställning och effektivitet i komponenterna är omkring 600 kPa (6 bar) i arbetsdelen och 400 kPa (4 bar) i styrdelen.

Högre arbetstryck medför ineffektiv energiförbrukning och ökat slitage, medan lägre arbetstryck medför dålig effektivitet.

Tryckregulator med avluftning



Funktionen för en tryckregulator är enligt följande.

Trycket vid inloppet är alltid högre än trycket vid utloppet. Trycket regleras med hjälp av ett membran. Det utgående trycket påverkar membranets ena sida, och en fjäder verkar på motsatta sidan. Fjäderkraften kan justeras in med hjälp av ett reglage. Då trycket ut ökar, rör sig membranet mot fjäderkraften. Detta medför att arean vid ventilsätet blir reducerat, eller så blir ventilen fullständigt stängd. På detta sätt blir trycket reglerat av luftströmmen.

Då luftförbrukningen ökar, faller arbetstrycket, och fjäderkraften öppnar ventilen. Regleringen av det förinställda trycket sker därmed genom att ventil tallriken öppnar och stänger mot ventilsätet. För att förhindra att ventilen kommer i fladder har ventilens tallrik en fjäder- eller luftdämpning. Arbetstrycket kan avläsas på en manometer.

Om trycket på sekundärsidan ökar betydligt, t ex vid ändrad belastning på en cylinder, pressas membranet mot fjädern. Mittstycket i membranet vill då öppna sig och sekundärtrycket kan då gå ut i atmosfären genom lufthålen i ventilhuset.

Tryckregulator utan avluftning

På marknaden finns det tryckregleringsventiler utan avluftning. Med denna typ av ventiler är det inte möjligt att dränera övertryck som har skapats av plötsliga belastningar.

Om det inte tas ut luft på sekundärsidan, kommer trycket att stiga, och membranet kommer att pressas mot fjädern. Därmed kommer fjädern att flytta ventilspindeln nedåt och stänga luftströmmen genom ventilsätet. Tryckluft kan endast fortsätta att strömma om luft förbrukas på sekundärsidan.

Justering och inställning

Då trycket på utloppssidan ökar, rör sig membranet mot fjäderkraften. Därmed blir arean av ventilsåtet reducerad, eller så blir öppningen helt stängd. Trycket regleras alltså med hjälp av volymen av luftströmmen genom regulatorn. Tryckregulatorn kan ställas in mellan gränsvärdet 0 och matningstrycket från kompressorsystemet. Genom att öka fjädertrycket höjs trycket på sekundärsidan. Då man ska ställa in trycket på regulatorn till en lägre nivå, måste man först ställa in trycket en bit under den gräns som är nödvändig för att släppa ut luft genom avluftningen. Därefter ökar man trycket upp till den nedre gräns som önskas. Man kan inte bara ställa in trycket direkt ned till det önskade värdet, så som det presenteras på manometern.

Serviceaggregat

Serviceaggregatet är sammansatt av följande komponenter



1. luftfilter
2. tryckregulator med manometer
3. dimsmörjarapparat

Den totala luftgenomströmningen i m³/h bestämmer dimensionen på aggregatet. Om luftgenomströmningen är för hög, blir det stort tryckfall i aggregatet. Använd de värden som är angivna av tillverkaren.

Arbetsstrycket får inte överstiga de värde som har uppgivits på service- aggregatet. Omgivningstemperaturen bör inte överstiga +50° C (max temp för plastbehållare).

Underhåll av serviceaggregat

Följande åtgärder gäller för underhåll av ett serviceaggregat.

- I luftfiltret måste kondensvattennivån regelbundet kontrolleras. Gränsnivån som är angiven på glaset får inte överskridas. Uppsamlat vatten kan annars följa med tryckluften ut i rörsystemet. Dräneringsskruven på behållaren öppnas för att tappa ut vattnet. Filtret måste också rengöras om det är smutsigt eller bytas.
- För tryckregulatorn fordras normalt inget underhåll under förutsättning att det sitter efter luftfiltret. I annat fall fordras rengöring av speciellt ventilerna och styrtappar i den.
- Kontrollera oljenivån i dimsmörjarapparaten och fyll på vid behov till den nivå som är markerad. Plastfiltret och dimsmörjarbehållaren får inte rensas med medel som tri-klorethylen. Endast mineraloljor till smörjningen får användas.

Distribution

För att säkerställa en pålitlig och problemfri distribution av luft, måste hänsyn tas till flera punkter. En av dessa är, dimensionering av rörsystemet. Även materialet måste väljas med omsorg, strömningsmotstånd och uppbyggnad av rörsystemet är viktiga faktorer. Detsamma gäller också underhållet.

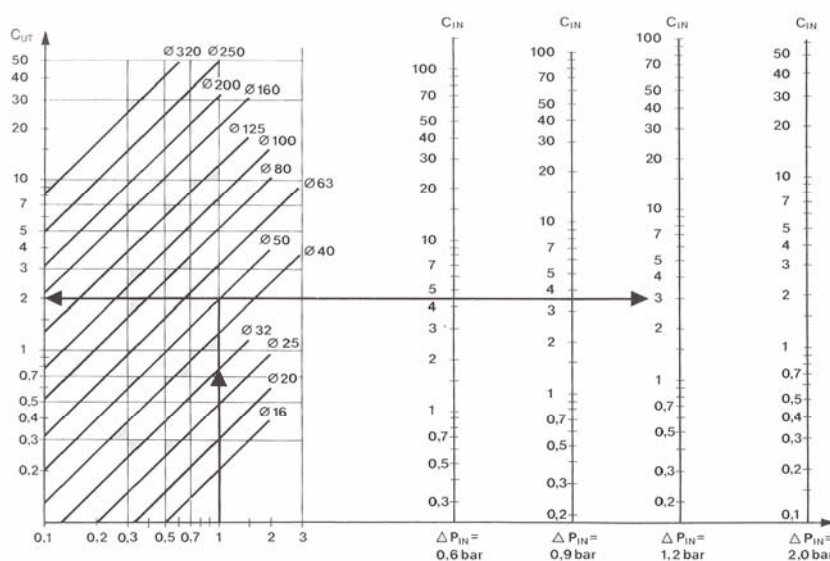
Rörledningsnätet

Vid nyinstallation, bör utrymme lämnas för vidare utbyggnad och utveckling av tryckluftssystemet. Huvudledningen bör därför göras större än de aktuella kraven, så att man i framtiden har möjlighet att utvidga. Ändpluggar och avstängnings ventiler gör det lätt att utvidga systemet senare.

Det kan förekomma tryckfall i alla rör på grund av strömningsmotstånd. Motståndet mot strömningen uppstår av hinder, böjar, förgreningar och komponenter. Dessa förluster måste kompressorn kompensera för. Det ideala är att för söka uppnå ett tryckfall i hela systemet på 10 kPa (0,1 bar).

För att uppnå detta måste vi känna den totala rörledningsmängden. För komponenter, förgreningar och böjar, bestämmer vi ekvivalenta rörlängder. Vilken innerdiameter man ska välja är också beroende av arbetstrycket och hur mycket tryckluft som kompressorn levererar. Det bästa är att göra valet med hjälp av ett nomogram.

Här är ett exempel på ett nomogram för C-värden på cylindrar.



Strömningsmotstånd

Alla hinder och riktningssändring i rörsystemet påverkar luftströmmen och strömningsmotståndet. Resultatet blir ett sammanhängande tryckfall längs rörledningssystemet. Eftersom det är nödvändigt med avgreningar, böjar, övergångar och anslutningar i alla tryckluftssystem, kan man inte undgå dessa tryckfall men de kan reduceras betydligt genom att installera rören på ett gynnsamt sätt, välja lämpligt material och koppla samman rördelarna riktigt.

Materialet av rörsystemet

Vid val av rörmaterial, bestäms de av krav som ställs på en modern tryckluftsanläggning. Dessa karaktäriseras av

- små tryckfall
- inget läckage
- korrosionsbeständighet
- möjligheter till att utvidga och utveckla systemet

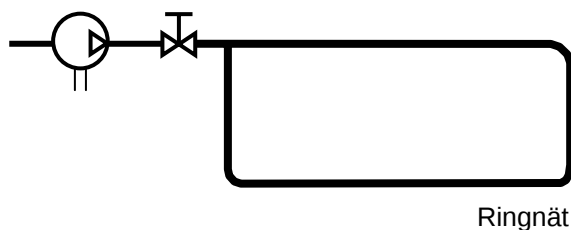
När man ska välja rörmaterial räcker det inte att enbart ta hänsyn till meterpris, utan också till en annan viktig faktor, nämligen installationskostnaderna. De är lägst om vi använder plaströr. Plaströr kan kopplas samman lufttätt med hjälp av lim eller speciella kopplingar och de kan lätt byggas ut. Kapningsarbetet är också enklare med plast än t ex metallrör.

Rör av koppar, stål och järn är billigare i inköp, men måste lödas, svetsas eller sättas samman med hjälp av gängade kopplingar. Om detta arbete inte utförs noggrant, kan metallspån, smutspartiklar eller delar av tätningsmaterial komma in i systemet. Detta kan medföra allvarliga felfunktioner.

Då det gäller små eller medelstora diametrar, är plaströr överlägsna andra material då det gäller pris, sammankoppling, underhåll och utvecklingsmöjligheter.

Konstruktionen av rörsystemet

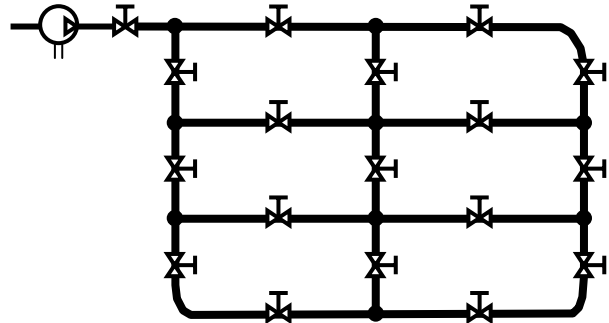
En god konstruktion och planering av rörsystemet är avgörande för god ekonomi i tryckluftssystemet. Tryckluft matas in i systemet med vissa mellanrum av kompressorn. Det är ofta så att förbrukningen hos förbrukarna stiger bara för en kort stund. Detta kan ge ogynnsamma förhållanden i tryckluftssystemet. Man rekommenderar därför att konstruera tryckluftssystemet som en ringledning/ringnät.



En sådan ring garanterar i stort sett konstant tryckförhållande i hela systemet. De tryckvariationer som uppstår i systemet gör att man måste se till att rören är riktigt monterade så att man undgår läckage vid sammanskruvningar och lödställen.

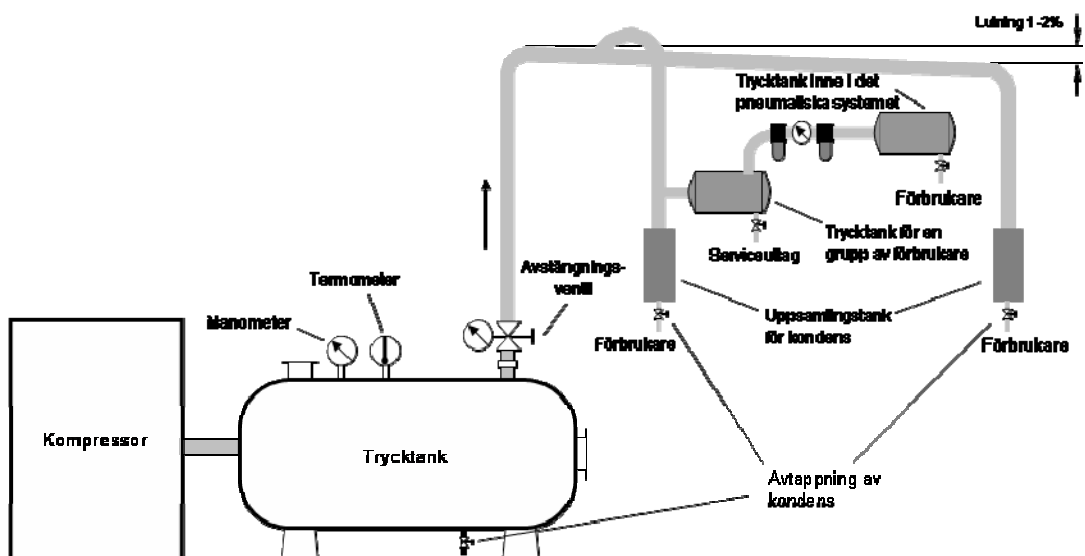
Sektionera

Vid lättare underhåll, enklare reparationer och enkel utvidgning av systemet och utan att störa huvudtillförseln av tryckluft, är det en fördel att dela upp systemet i sektioner med hjälp av avstängningsventiler för varje sektion.



Sektionerat ringnät

Förgreningar med T-stycken och anslutningar med snabbkopplingar gör det möjligt att koppla in fler förbrukare när behovet finns. För att skydda förbrukarna mot kondensvatten från huvudröret bör förgreningarna göras på ovansidan på huvudröret.



Även vid noggrann utskiljning av vatten där tryckluften produceras, kan tryckfall och extern nedkylning medföra att det skapas kondensvatten i rörledningssystemet. För att samla upp detta vatten bör rören ha en stigning på 1-2%, något som också kan göras i steg. Kondensvattnet kan då dräneras ut ur systemet via vattenutskiljare på de lägsta punkterna i systemet. Det är en fördel att använda förgreningar och anslutningar med snabbkopplingar eller avstängningsventiler.

Ventiler

Ventiler kan delas in i grupp efter vilken funktion de har då det gäller signaltyp, omställningssätt och konstruktion. Den primära funktionen hos en ventil är att ge, ändra och bryta signaler för att känna, överföra och styra funktioner. Ventiler används även som huvudventiler för att ge arbetsluft till arbetelementen. De olika typerna av ventiler är:

- Riktningsventiler
 - Signalgivare
 - Signalbehandlare
 - Arbetsventiler
- Spärrventiler
- Strypventiler
- Tryckstyrande ventiler
- Kombinationsventiler

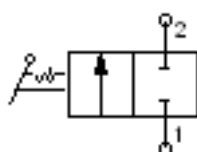
Riktningsventiler

Riktningsventiler styr luften för att ge, bryta eller omdirigera signaler. Inom styrtekniken är storleken och konstruktionen av ventilen mindre viktig än på vilket sätt signalerna genereras och hur ventilen arbetar. Riktningsventilen kan vara en sätes- eller en slidventil. Sätesventilen används företrädesvis för små luftmängder och för att ge insignaler och styrsignaler. Slidventilen kan styra större luftmängder och den är därmed lämplig att använda för att styra arbetelement.

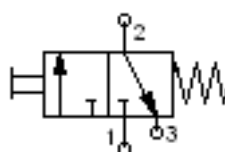
Riktningsventiler benämns

- | | |
|---|---|
| • Antalet portar eller öppningar | 2-vägs, 3-vägs, 4-vägs ... |
| • Antalet kopplingslägen | 2 kopplingslägen
3 kopplingslägen ... |
| • Styrmetod | manuell, servostyrd,
elektromagnet ... |
| • Metoden för retur | fjäder, luft ... |
| • Speciella förhållanden för styrningen | manuell styrd ... |

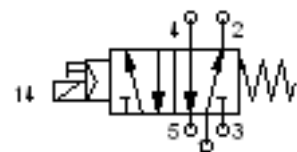
Exempel



2/2 ventil
2 portar
2 lägen



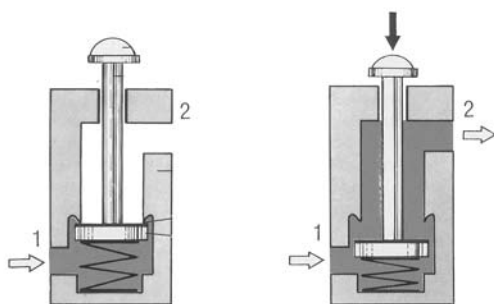
3/2 ventil
3 portar
2 lägen



5/2 ventil
5 portar
2 lägen

3/2 ventil

Normalt stängd ventil. Mekaniskt styrd.

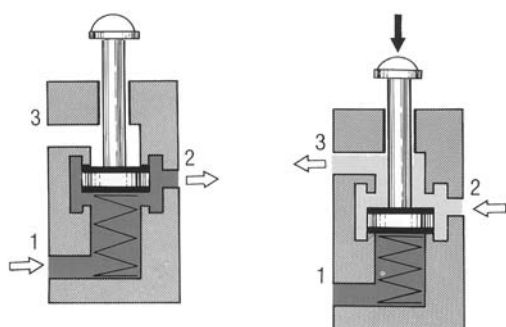


Opåverkad

Påverkad

3/2 ventil

Normalt öppen ventil. Mekaniskt styrd.

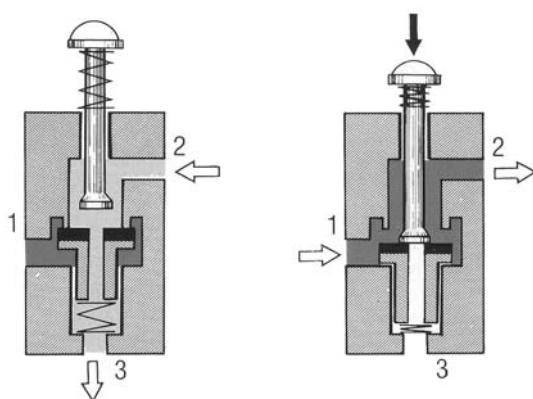


Opåverkad

Påverkad



Normalt stängd ventil. Mekaniskt styrd.

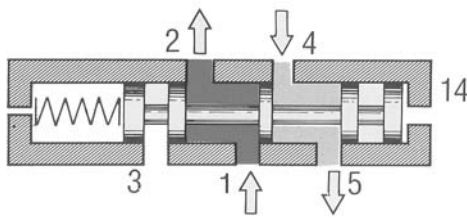


Opåverkad

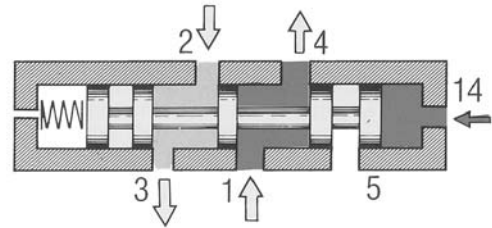
Påverkad

5/2 ventil unistabil

Förstyrd med fjädrventil. Styr med lufttryck.

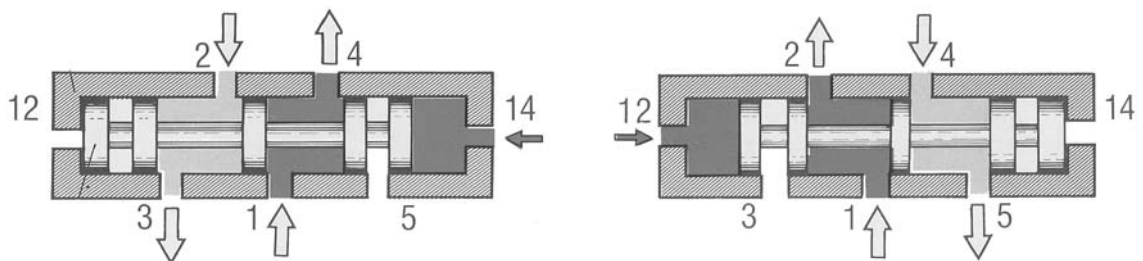


Läge 1



Läge 2

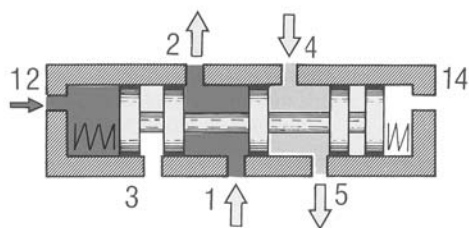
5/2 ventil bistabil



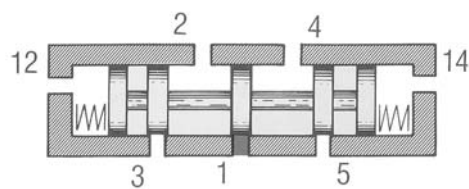
Styr med lufttryck.

5/3 ventil bistabil

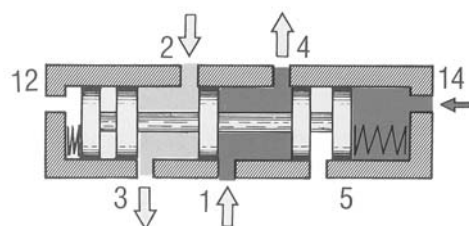
Styr med lufttryck.



Läge 1



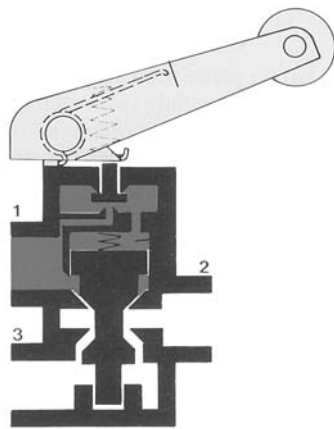
Läge 2 (mittläge)



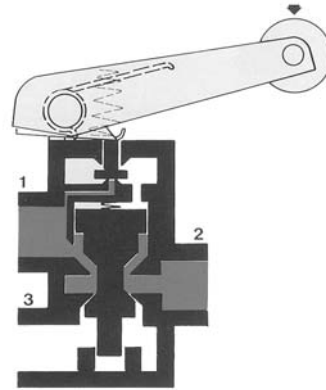
Läge 3

Servostyrd ventil

För att förbättra omslagskraften för en ventil kan den förses med en s k servostyrning som styr om ventilen.



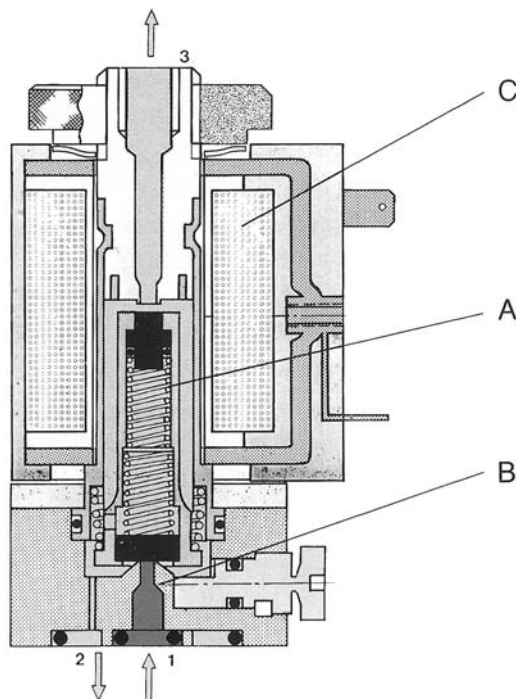
Opåverkad



Påverkad

Elektromagnet styrd ventil

När elektriska signaler ska styra en ventil fordras en elektromagnet.



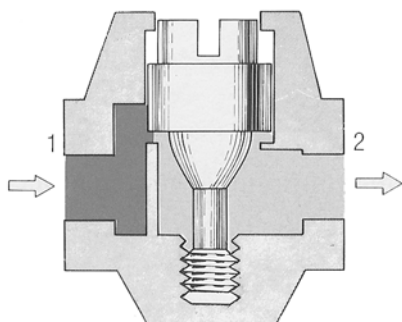
A Magnetkärna med ventilspindel

B Ventilsäte

C Magnetspole

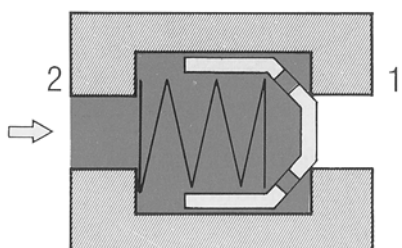
Strypventil

En strypventil stryper luften i båda riktningarna. De flesta kan regleras från helt stängd till fullt öppen. Det förekommer ofta att man bygger in strypventiler i ett ventilblock t ex en 5/2-ventil.

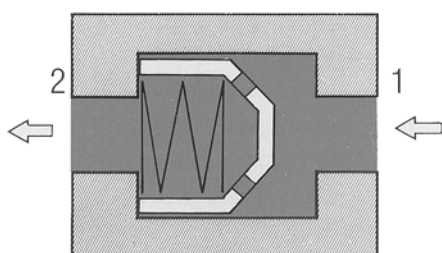


Spärrventil

En spärrventil spärrar luften i ena riktningen men är helt öppen i andra riktningen. Spärrventiler kallas också för backventil.



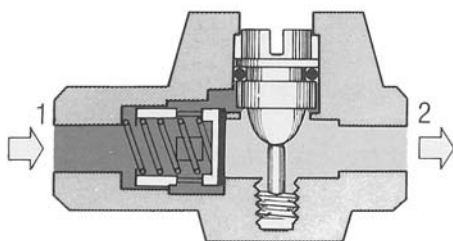
Spärrad



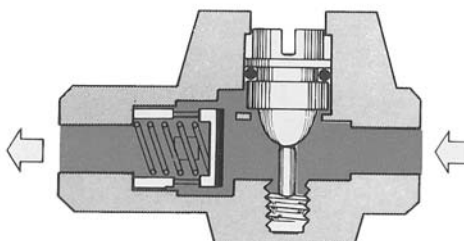
Öppnad

Strypbackventil

En strypbackventil öppnar helt i ena riktningen men går att strypa i andra riktningen.



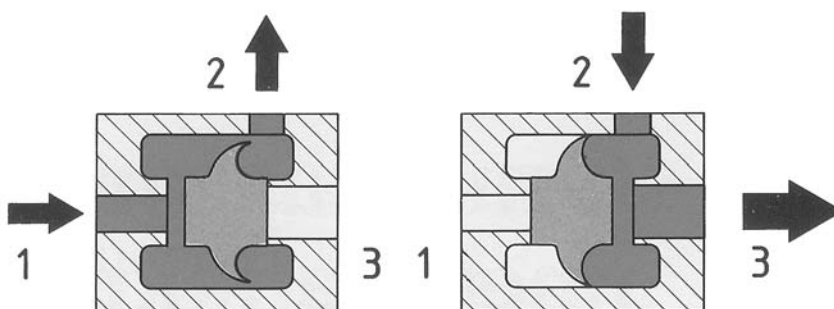
Strypt



Fullt öppen

Snabbavluftare

En snabbavluftare används när man snabbt vill avlufta t ex en arbetscylinder för snabb återgång.

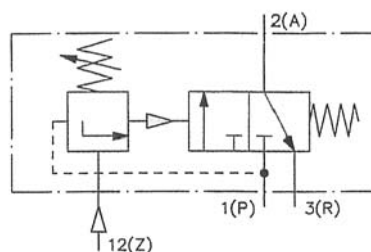
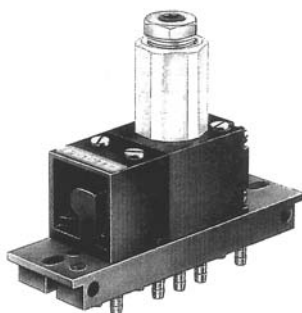


Luften går in i port 1 och passerar lätt förbi den mjuka yttre tätningeringen och släpps vidare ut till port 2.

När luften ska strömma tillbaka från port 2 tätar tätningeringen mot ytterväggarna. Kägeln pressas tillbaka och port 3 öppnas. Luften kan gå direkt ut i atmosfären.

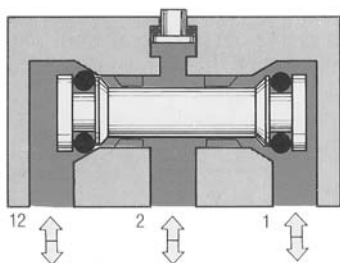
Följdventil

En följdventil registrerar trycket i externa slangar och rör, jämför trycket i slangarna med ett förinställt värde som man kan reglera på själva ventilen. När det förinställda värdet är uppnått växlar följdventilen läge och ger signal. En följdventil kan man själv att sätta samman med ett antal komponenter.



OCH ventil

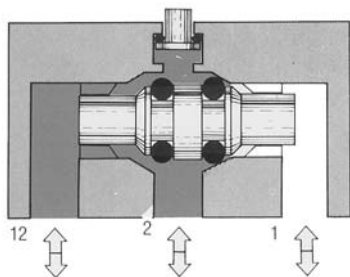
Och ventiler ger signal när samtliga ingångar är sanna.



När port 1 och 12 har signal (är trycksatta) ges signal (tryck) ut på port 2. Om någon port, 1 eller 12 faller, faller även signalen på port 2 då någon av tätningarna tätar mot sätena.

ELLER ventil

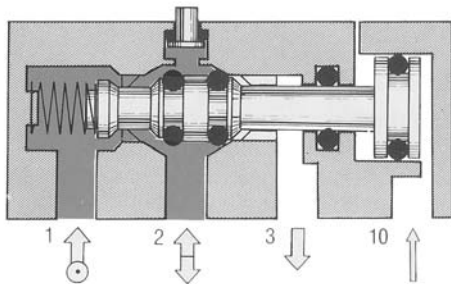
Eller ventiler ger signal när någon av ingångar är sanna.



När port 1 eller 12 har signal (är trycksatt) eller båda två ges signal (tryck) ut på port 2.

ICKE ventil

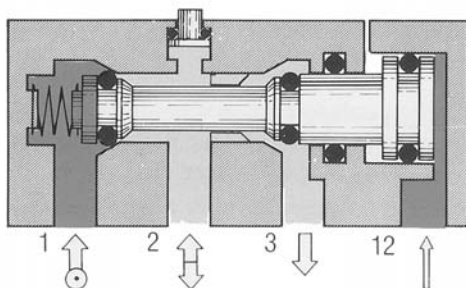
En icke ventil inverterar insignalen.



Port 1 skall trycksättas. Port 10 är styrporten. När signalen på port 10 är låg blir signalen på port 2 hög och när signalen på port 10 är hög blir signalen på port 2 låg och förbinder samtidigt till port 3.

JA ventil

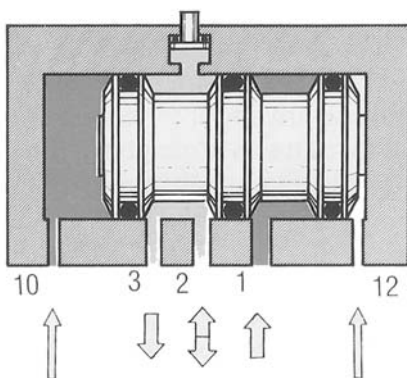
En JA ventil fungerar som en inverterad icke ventil.



Port 1 skall trycksättas. Port 12 är styrporten. När signalen på port 12 är låg blir signalen på port 2 låg och förbinder samtidigt till port 3. När signalen på port 12 är hög blir signalen på port 2 hög

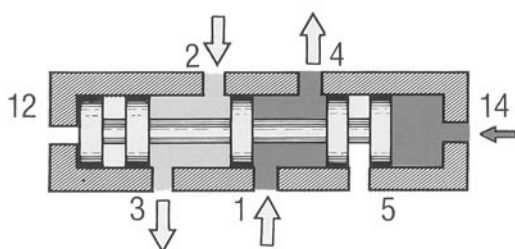
Minnes ventil

En minnes ventil styrs med momentana impulser och blir kvar det läge tills motsatt signal kommer. Ventilen sägs kunna ett- resp. nollställas.



Port 1 skall trycksättas. Port 10 och 12 är styrportar. När en momentan puls ges på port 10 förbinds port 2 med 3. När sedan en momentan puls ges på port 12 förbinds port 1 med 2.

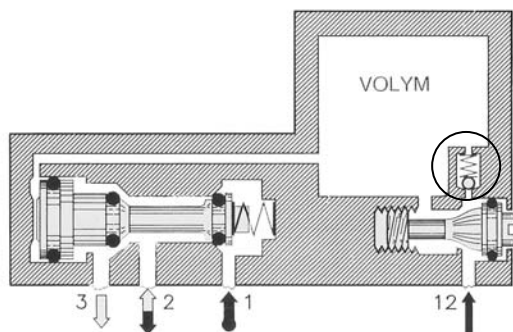
Denna ventil har en utgång.



Denna minnesventil fungerar som ovan men har 2 utgångar. Dessa är port 2 och 4.

Frånslagsfördröjd ventil

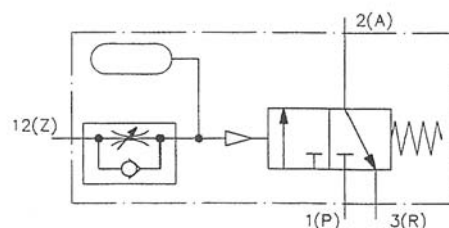
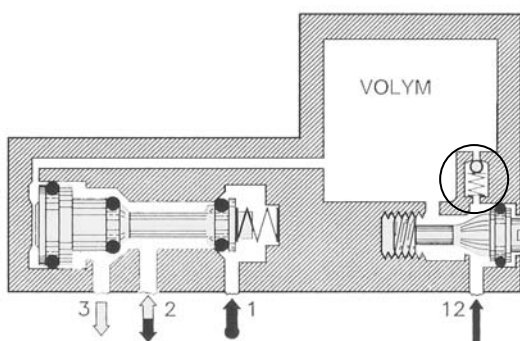
En frånslagsfördröjd ventil dröjer med frånslaget en viss bestämd tid efter det att styrsignal har getts.



Port 1 skall trycksättas. Ventilen ger signal mellan portarna 2 och 3. När styrsignal ges på port 12 kommer detta tryck suggestivt att byggas upp i kammaren och efter ett tag ge tillräckligt stort tryck på ventilen att den växlar. Port 1 förbinds då med port 2.

Tillslagsfördröjd ventil

En tillslagsfördröjd ventil dröjer med tillslaget en viss bestämd tid efter det att styrsignal har getts.

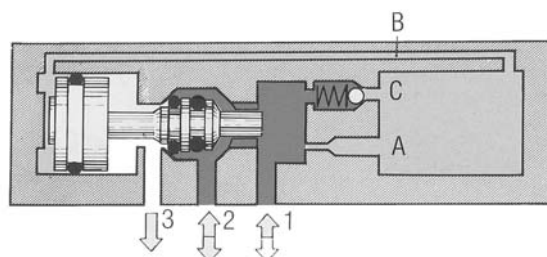


Tillslagsfördröjd ventil sammansatt med enskilda komponenter.

En ventil med fördröjt tillslag är i stort sett lik en med fördröjt frånslag med den skillnaden att backventilen vid kammaren är omvänd (se inringningen i figurerna).

Signalavbrytande ventil

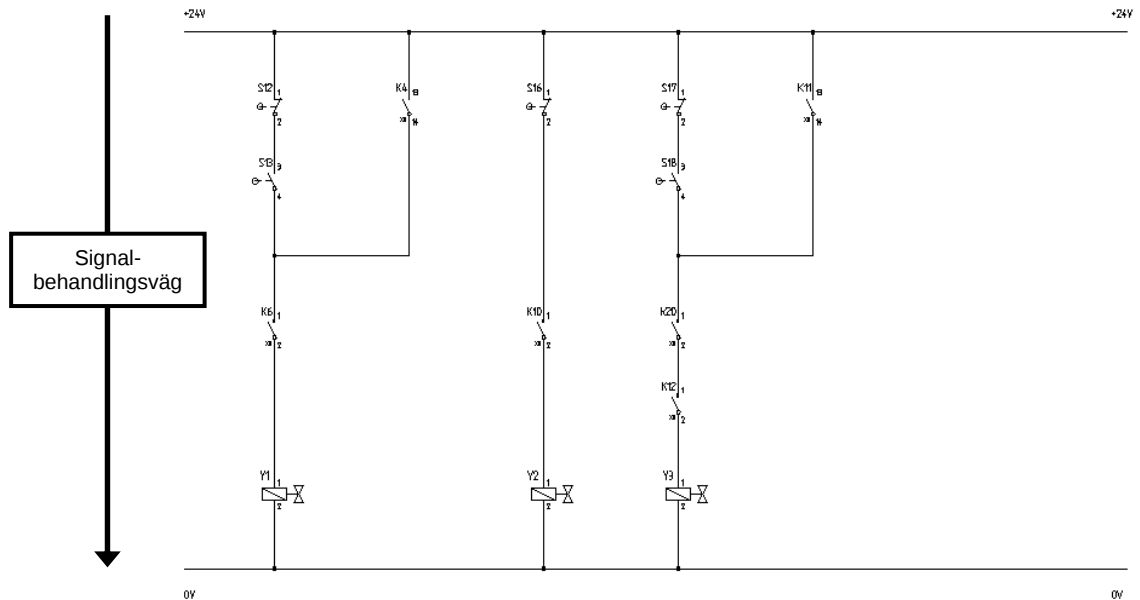
När man önskar korta ner en längre signal kan ett ventilblock med signalavbrytande funktion användas.



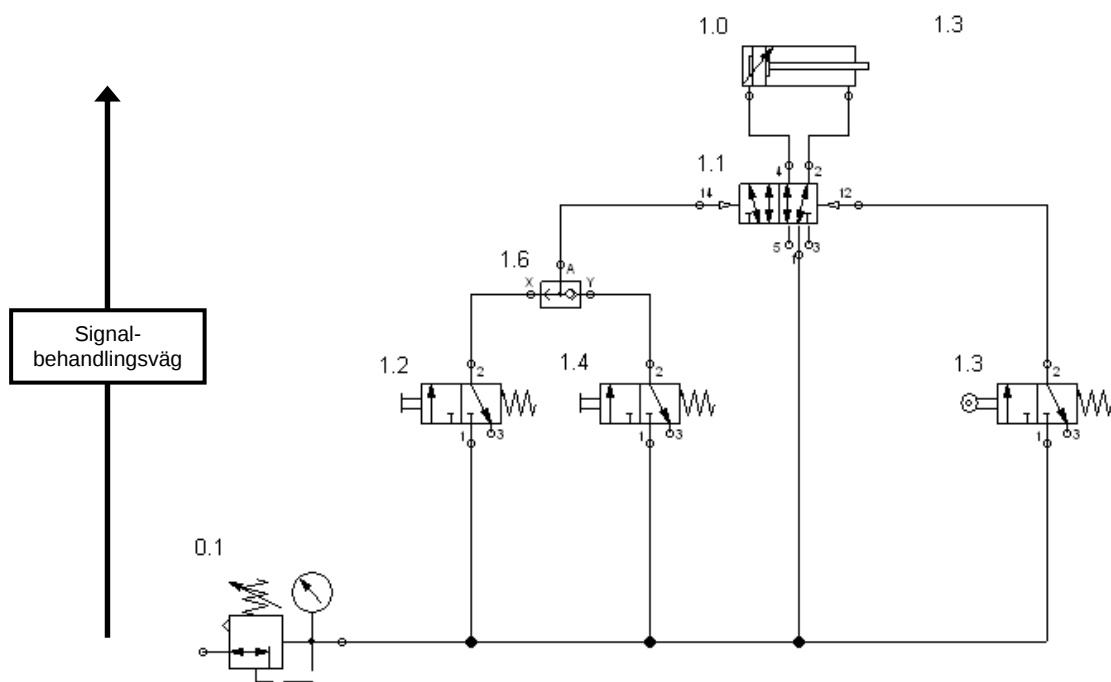
Signalen på port 1 leds vidare ut i port 2. Samtidigt byggs ett tryck upp i en kammare som efter en stund ger tryck på ventilen så att den slår om. Då stängs port 1 och förbinder samtidigt port 2 med 3.

Pneumatiska och hydrauliska schema

Till skillnad från ett elektriskt schema, där signalen ritas uppifrån och ned, ritas ett pneumatiskt och hydrauliskt schema nedifrån och upp.



Elschema



Pneumatikschema

Komponentbeteckningar

Varje arbetselement skall förses med en siffra och decimalen 0. enligt 1.0, 2.0, 3.0 osv.

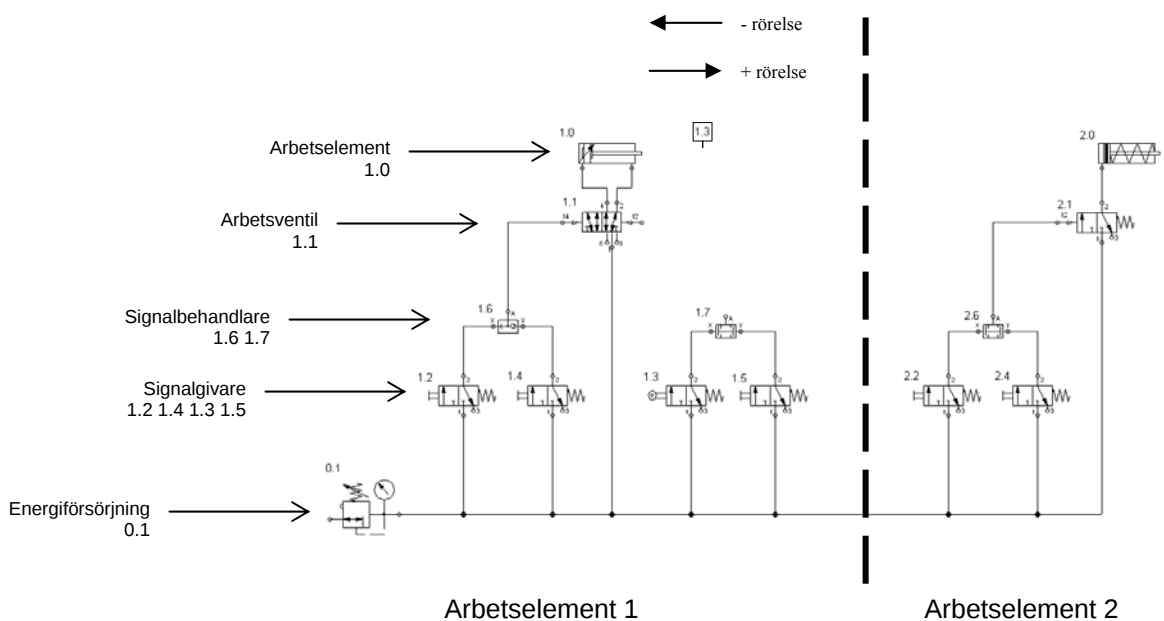
Samtliga ventiler som tillhör resp. arbetselement skall även förses med dess första siffra.

Exempel:

För arbetselement 1.0 kommer tillhörande ventiler att numreras o följd med första siffran 1 enligt 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5 osv

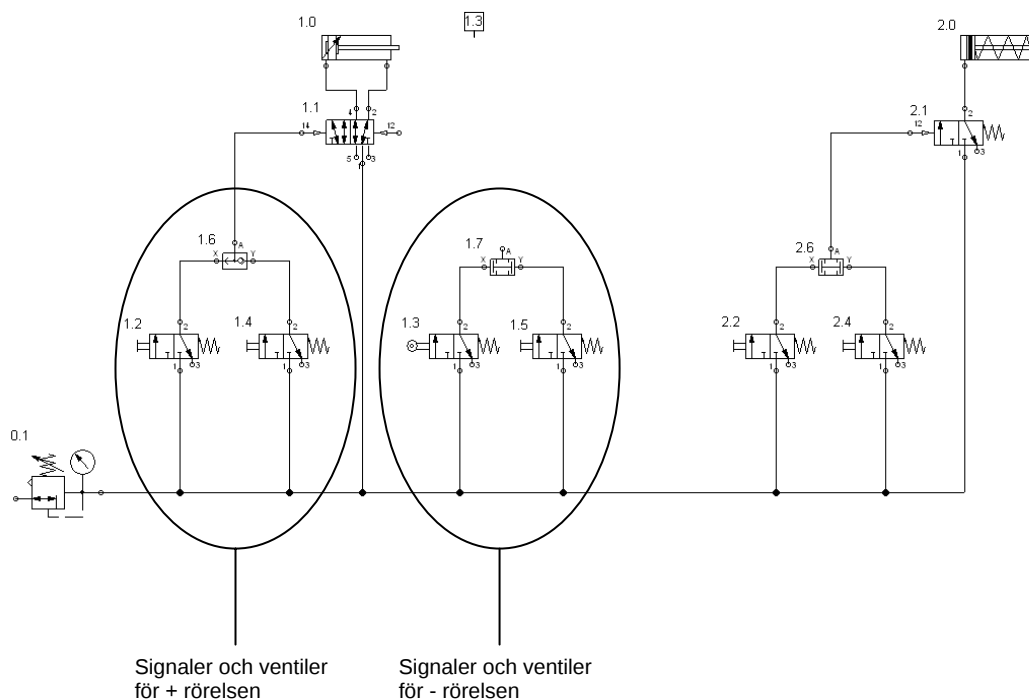
För arbetselement 2.0 kommer tillhörande ventiler att numreras o följd med första siffran 2 enligt 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5 osv

- Tillhörande arbetsventil kommer att få beteckningen 1.1
- Tillhörande signalgivare kommer att få beteckningarna 1.2, 1.4, 1.3 och 1.5
- Tillhörande signalbehandlare kommer att få beteckningarna 1.6 och 1.7
- Observera att alla signaler och ventiler som ger + rörelse av arbetselementet skall ha jämna decimaler (2, 4, 6 osv) och alla signaler och ventiler som ger - rörelse av arbetselementet skall ha udda decimaler (3, 5, 7 osv)
- Energiförsörjning betecknas alltid med första siffran 0 enligt 0.1. Skulle man ha ytterligare en energiförsörjningskälla betecknas den 0.2
- Eventuella komponenter mellan arbetsventil och arbetselement får tillägget X.01, X.03 osv på -rörelsen och X.02, X.04 osv på +rörelsen.



Komponentplacering

Komponenterna ska grupperas så att de samlas på ett lättöverskådligt sätt.



- Signaler och ventiler för + rörelsen skall placeras till vänster om arbetsventilen.
- Signaler och ventiler för - rörelsen skall placeras till höger om arbetsventilen.

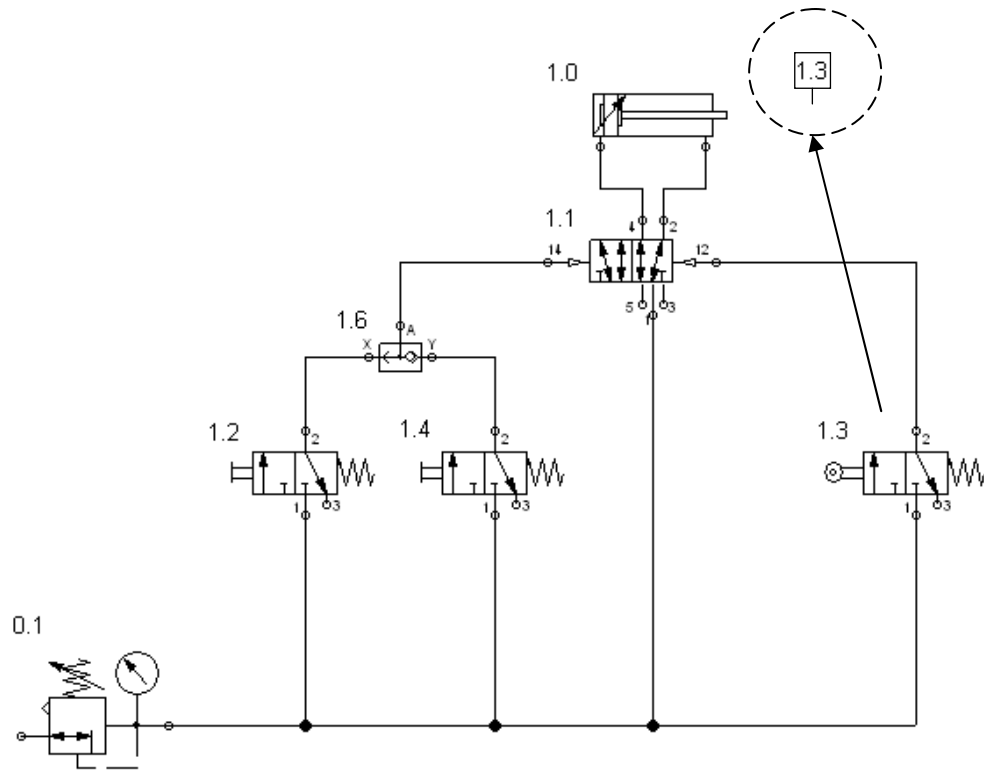
Port beteckningar

På pneumatik komponenter används en standard som heter ISO 5599. Denna standard reglerar bl a de beteckningar eller märkningar som ventilernas portar skall märkas med.

Port / anslutning	ISO 5599	Äldre tecken
Energitillförsel	1	P
Avluftsport	3	R (3/2-riktningsventil)
Avluftsportar	5, 3	R, S (5/2-riktningsventil)
Arbetsportar	2, 4	B, A
Styrport (öppnar port 1-2)	12	Z (3/2-riktningsventil)
Styrport (öppnar port 1-2)	12	Y (5/2-riktningsventil)
Styrport (öppnar port 1-4)	14	Z (5/2-riktningsventil)
Styrportens stängning	10	Z, Y
Extra styrportar	81, 91	Pz

Gränslägen

När ett gränsläge används t ex med rullnock för att ge signal när en arbetscylinder nått sitt främre läge ska denna markeras i schemat på följande sätt.



Ventilen 1.3 ska placeras enligt tidigare regler på höger sida om arbetsventilen eftersom den styr arbetscylinderns rörelse.

För att tydliggöra att den rent fysiskt finns placerad i änden på arbetscylinderns kolvstång, ritas man en kvadrat med ett streck och skiver in ventilens beteckning i kvadraten (se den streckade ringen ovan).

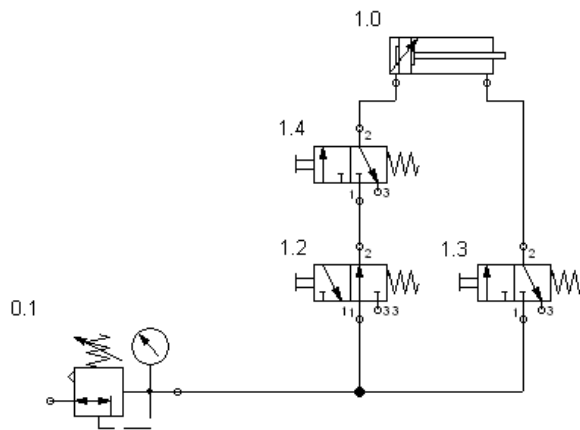
Styrmetoder

Man skiljer på två olika huvudmetoder. Dessa är

- Direktstyrning
- Indirekt styrning

Direkt styrning

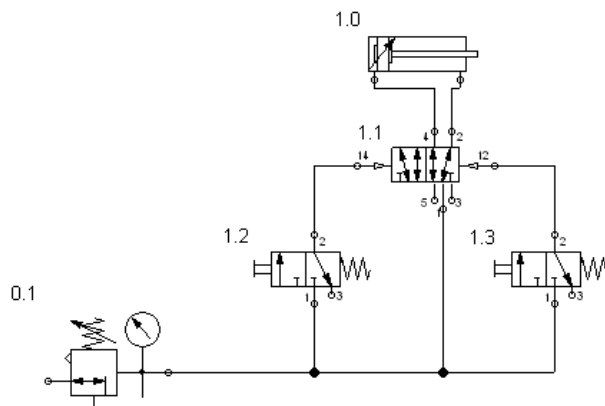
Ett arbetslement styrs direkt av en eller flera ventiler, se exempel nedan.



I ett indirekt styrt system finns ingen uttalad arbetsventil.

Indirekt styrning

Ett arbetslement styrs indirekt av en arbetsventil som i sin tur styrs av signalventiler etc, se exempel nedan. Arbetsventilen förses med tryckluft på port 1.



Övriga komponenter

I ett pneumatiskt system finns en hel del kringutrustning för bl a distribution av tryckluft, sammankoppling, ljuddämpning etc.

Nedan visas några olika komponenter.



Slang



Slangkoppling för utvändigt montage
S k instickskoppling/snabbkoppling (en slags bajonett koppling)
Rak koppling



Vinklad



T-stycke



Fördelare



Fördelningsblock



Slangkoppling för invändigt montage
Vinklad



T-stycke



Ljuddämpare

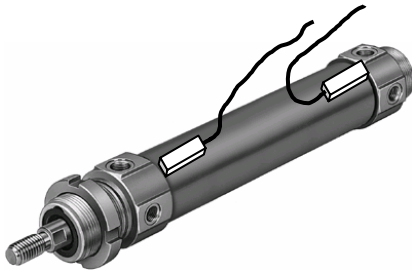
Cylindrar och vacuumdon

Arbetselement utgörs av cylindrar i olika utformning och funktion. Även vacuum dynor ingår i denna grupp.

Cylindrar tillverkas som regel enligt ISO³ standard med avseende på inbyggnadsmått och dimensioner i kolvdiamenterna 8-25 och 32-320 mm. Denna standard heter ISO-VDMA. Därför är det en fördel att välja denna standard då ett framtida utbyte är lätt att göra oavsett fabrikat.

Standardcylindrar tillverkas med följande utförande

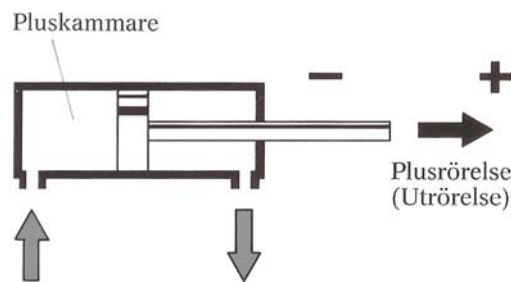
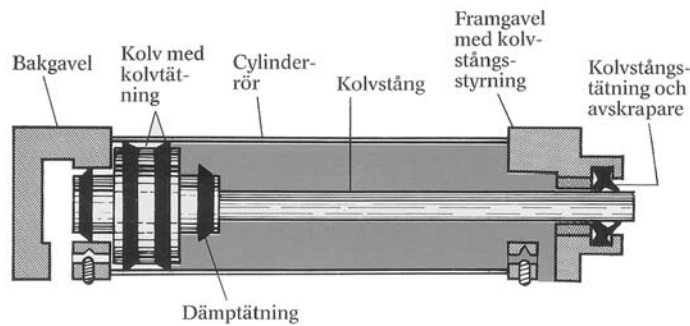
- Kolvdiometer 2,5 - 320 mm
- Slaglängd 1 - 2 000 mm
- Kraftområde 2 - 50 000 N
- Kolvhastighet 0,02 – 1 m/s



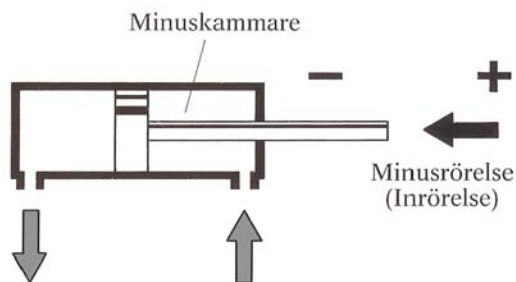
Det finns även cylindrar där kolven är magnetisk. Detta för att kunna montera en sensor av typen sk tungelement. Denna sensor reagerar på magnetsikt fält och ger på så vis signal. Sensorn monteras på cylindern.

³ **ISO** International Organization for Standardization. Är den internationella standardiseringsorganet som bl a fastställer standarden inom fluid tekniken.

Standardcylinder



När luft pressas in i cylinderns pluskammare kommer kolven att röra sig utåt/framåt. Kolven sägs göra en plusrörelse.



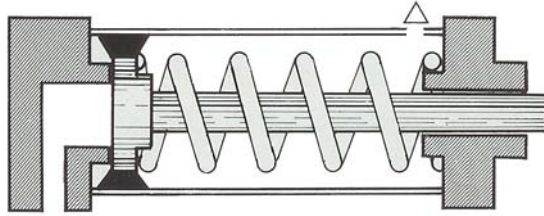
När luft pressas in i cylinderns minuskammare kommer kolven att röra sig inåt/bakåt. Kolven sägs göra en minusrörelse.

Eftersom kraften F är beroende på dels lufttrycket och även den area som trycket utövas på (F är direkt proportionell mot tryck och area) kommer det att bli olika kraften för plus- resp minusrörelse. Detta beroende på att kolvarean på plussidan är något större än på minussidan p g a att kolvstången tar upp en del av ytan på minussidan. Kraften på minussidan reduceras till ca 70-93% av plussidan.

$$F = p \cdot A$$

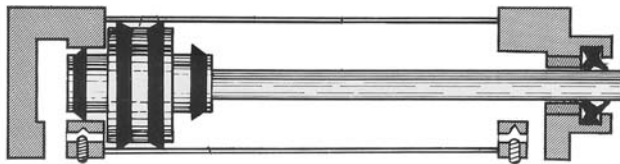
Enkelverkande cylinder

En enkelverkande cylinder arbetar endast i ena riktningen, som regel i plusrörelsen. Minusrörelsen sker med hjälp av en fjäder som pressar tillbaka kolven då trycket på plussidan faller. Denna cylinder har endast en "aktiv" portingång.



Dubbelverkande cylinder

En dubbelverkande cylinder arbetar i båda riktningarna. Denna cylinder har två "aktiva" portingångar.



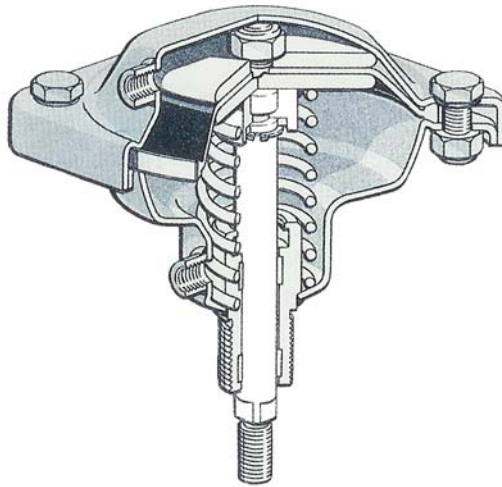
Vridstyv cylinder

En vridstyv cylinder förhindrar att kolvstången vrids.



Membrancylinder

En membrancylinder används där kort slaglängd räcker och kraft i ena riktningen är tillräcklig. Men det finns även membrancylindrar som är dubbelverkande.



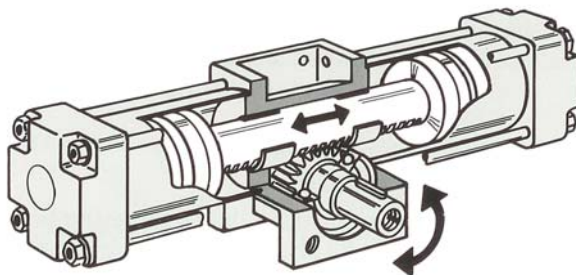
Bälgcylinder

Bälgcylinder har inga aktiva delar. Den distribuerar rörelseenergin genom att den utvidgas. Sammandragningen sker genom gummibälgens konstruktion. Dess slaglängd är relativt begränsad med fördelen är dess inbyggnadsmått, vilka är små.



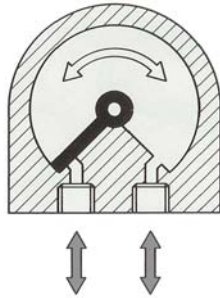
Vridcylinder

När man vill ha ut en vridande rörelse kan en vridcylinder användas. Den fungerar som en slags växel där linjär kraft överförs till roterande.



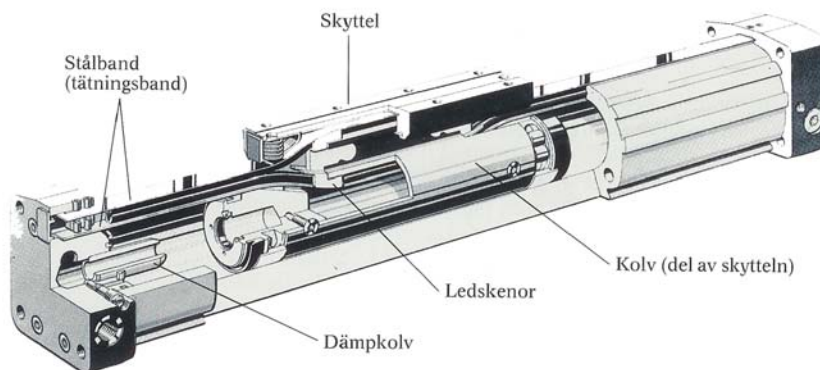
Vriddon

Vriddon är en slags vridcylinder där cylindern arbetar med fasta vridningsvinklar. Dessa vridningsvinklar är i regel inställbara, ofta mellan 0-270°. Vridningen sker genom att en vinge utsätts för tryckluft och vrids runt en axel där kraften kan tas ut.



Kolvstångslös cylinder

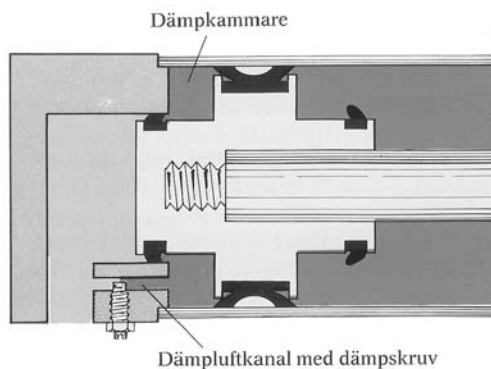
Den kallas även för skyttelcylinder. Cylinderns kolv som är sammankopplad med en skyttel löper i cylindern. Ett tätningband styrs ned under skytteln för att täta. Cylindern passar sig där utrymmet är begränsat.



Ändlägesdämpare

När en cylinder gör ett fullt slag och kolven i cylindern når sitt mekaniska stopp uppstår en kraft som kan skada kolv och cylinder. För att bromsa in kolven strax innan kolven når sitt ändläge använder man en s k ändlägesdämpare. Dessa har till uppgift att absorbera den rörelseenergi kolven har.

I många cylindrar bygger man in dessa för att få en kompaktare lösning. Men i många fall kan det finnas behov att montera externa ändlägesdämpare. Det kan t ex vara när en kolvstäng är belastad med en stor massa som ska bromsas in snabbt.



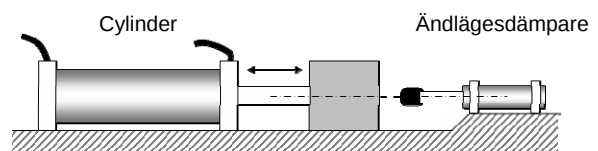
Ändlägesdämpare inbyggd i cylinder

När kolven närmar sig det mekaniska stoppet tätar en tätningsspackning mot ett säte. Kvarvarande luft töms i reducerad hastighet genom en kanal där en dämpskruv sitter. Med denna dämpskruv är det möjligt att justera hur dämpningens hastighet.

När man använder yttre ändlägesdämpare monteras dessa mot det objekt som skall dämpas.



Extern ändlägesdämpare



När man monterar externa ändlägesdämpare är det viktigt att den inte snedbelastar kolvstäng på cylindern. Därför ska den monteras i linje med centrum av kolvstäng.

Symboler

För pneumatiska och hydrauliska schema skall standarden SMS⁴ 712 tillämpas. Detta är en svensk standard som är baserad på en internationell utgåva som heter ISO/DR 1219 samt internationella dokument CETOP⁵/RP3-1965.

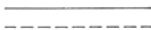
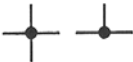
Symboler för ventiler

De grundsymboler som används för ventiler i pneumatiska och hydrauliska (fluid system) scheman är följande.

	Kopplingsläge
	Flödesriktning
	Spärrad förbindelse
	Avluftningsport

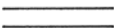
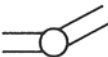
Dessa används i kombination för att presentera en komponent. För enskilda komponenter hänvisas till standarden SMS 712 (symboler för fluidscheman).

Allmänna

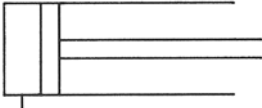
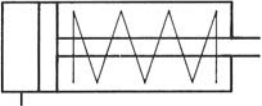
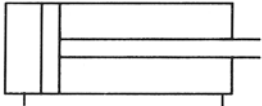
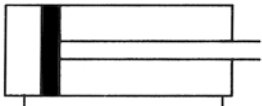
	Tryckluftkälla
	Ledning (huvud)
	Ledning (styr)
	Böjlig ledare
	Sammankoppling
	Korsande ledning
	Strömningsriktning luft

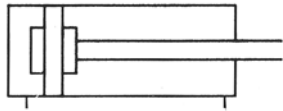
⁴ SMS Sveriges Mekanförbunds Standardcentral

⁵ CETOP Comité Européen des Transmission Oleohydrauliques et Pneumatiques

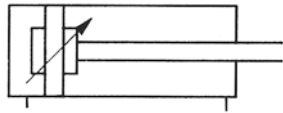
	Strömningsriktning vätska
	Inramning av komponenter
	Strykning, reglerbar
	Avlopp utan anslutning
	Avlopp med anslutning
	Pluggad anslutning
	Riktningssymbol, en riktning
	Riktningssymbol, två riktningar
	Ställbar, variabel
	Fjäder
	Kolvstång, axel
	Knäled, led

Cylindrar och arbetelement

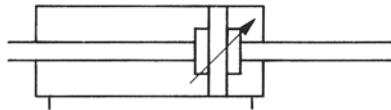
	Enkelverkande, generell
	Enkelverkande med fjäderretur
	Dubbelverkande
	Dubbelverkande med magnetisk kolv



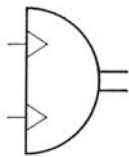
Dubbelverkande, icke ställbar
ändlägesdämpning



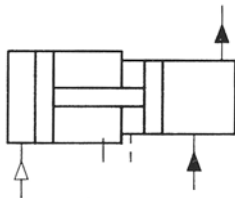
Dubbelverkande, ställbar
ändlägesdämpning



Dubbelverkande med genomgående
kolvstång, ställbar ändlägesdämpning



Vridcylinder

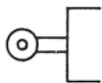


Tryckstegrare

Ventiler mekaniska styrmekanismer



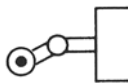
Plunge



Rulle



Fjäder



Mekanisk led (knäled)

Manuella styrningar



Generell, även styrning i båda
riktningarna



Tryckknapp, styrning i en riktning



Spak, även styrning i flera riktningar

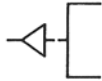


Pedal, även styrning i flera riktningar

Styrning med tryck



Tryckstyrning, genom tryckökning



Styrning med trycksänkning



Tryckstyrning, förstyrd

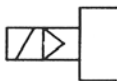


Tryckstyrning, differentialstyrd

Elektrisk styrning



Elektromagnet



Elektromagnet, förstyrd

Riktningsventiler



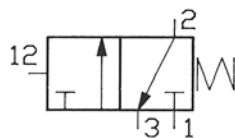
Ventilställning, öppen ventil



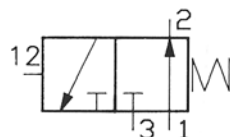
Ventilställning, stängd ventil



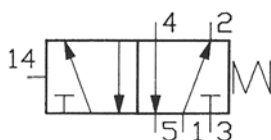
2/2-ventil, öppen eller stängd, 2 lägen



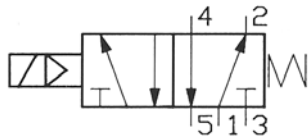
3/2-ventil, normalt stängd, unistabil, tryckstyrd med fjäderretur



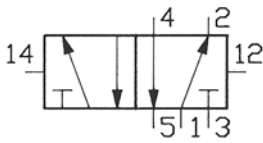
3/2-ventil, normalt öppen, unistabil, tryckstyrd med fjäderretur



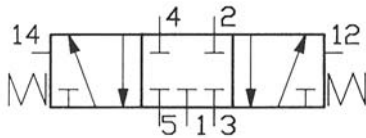
5/2-ventil, unistabil, tryckstyrd med fjäderretur



5/2-ventil, unistabil, elektrisk förstyrd med fjäderretur



5/2-ventil, bistabil, tryckstyrd

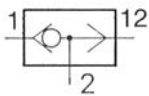


5/3-ventil, 3 lägen, fjäderbalanserad med stängt mittläge

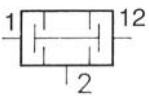
Spärrventiler



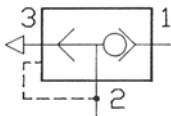
Spärrventil, styrd av tryckskillnad (backventil)



ELLER-ventil (OR)



OCH-ventil (AND)



Snabbtömningsventil

Flödesreglerande



Strypventil, reglerbar



Stryp- backventil, reglerbar

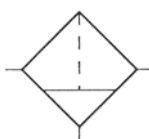


Avstängningsventil

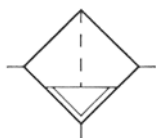


Avstängningsventil med avluftning

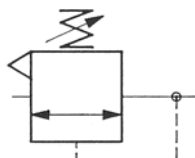
Luftberedning



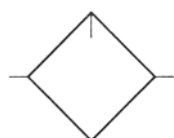
Filter med vattenavskiljare, manuell dränering av kondens.



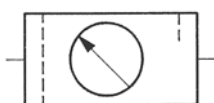
Filter med vattenavskiljare,
automatisk dränering av kondens.



Tryckregulator med sekundär
avluftning



Dimsmörjapparat (oljedimsmörjare)

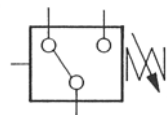


Serviceaggregat innehållande: filter,
regulator och dimsmörjare

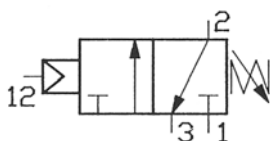
Övrigt



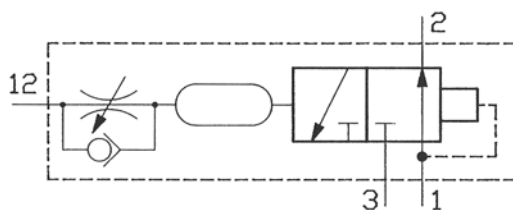
Ljuddämpare



Tryckvakt, elektrisk



Tryckvakt, pneumatisk



Tidventil, tillslagsfördröjd

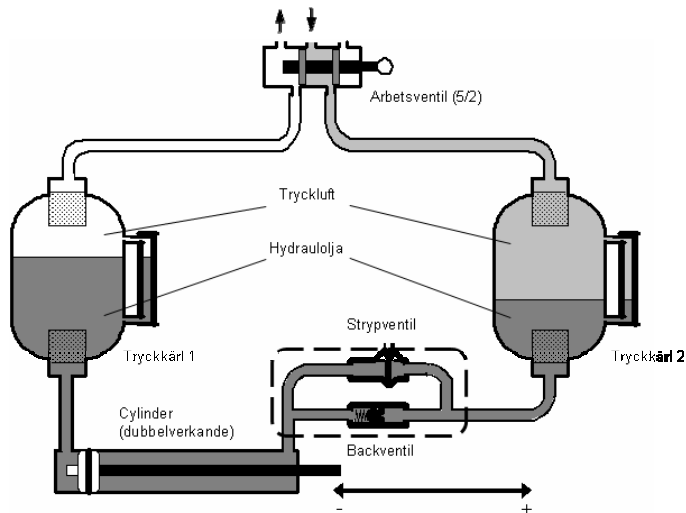


Ackumulator

Pneuhydrauliskt system

Vätskedämpad cylinder

Eftersom luft är komprimerbar kan det vid stora laster uppstå ryckig gång. När detta inte är önskvärt, vid t ex en borrarprocess kan ett pneumatiskt system kombineras ihop med ett hydrauliskt. Det pneumatiska systemet distribuerar kraften till det hydrauliska genom en trycktank där de två olika mediumerna möts.



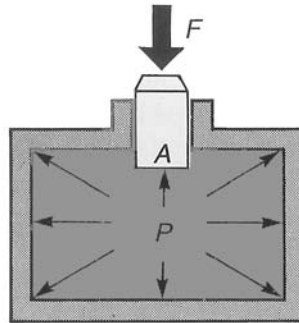
Kolvhastigheten regleras med strypback ventilen. Dock reduceras kolvhastigheten ca 20% när man övergår till pneuhydrauliskt system men den ev. ryckiga gången uteblir.

För den hydrauliska delen måste materialet väljas som tål vätska.

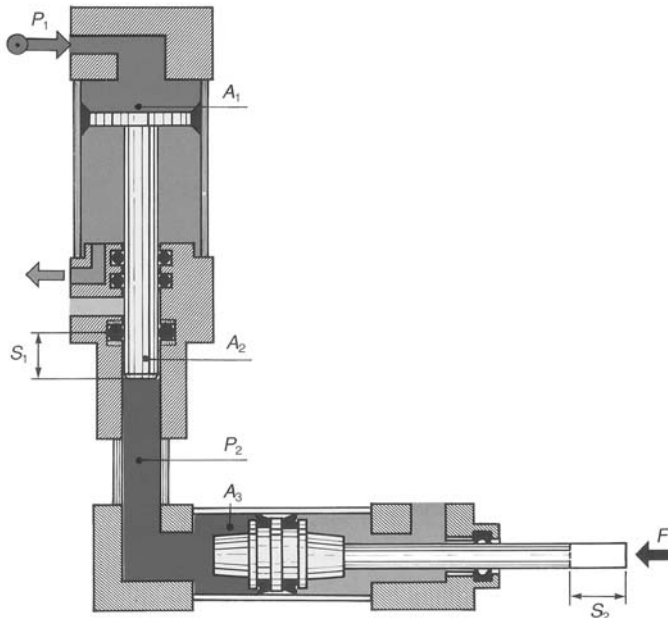
Tryckstegrare

Hydrostatiskt tryck

I ett slutet rum är det hydrauliska trycket lika stort i alla riktningar och oberoende av rummets storlek



Figuren visar en sluten behållare med en rörlig kolv. Om man trycker på kolven med kraften F och kolven har arean A blir trycket i behållaren



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

Detta innebär följande, ju större kraften F är, desto högre blir trycket p.

Denna princip utnyttjar man i den tryckluftsdrevena tryckstegraren enligt figuren. Tryckluftscylindern har en kolv med arean A_1 . Kolvstångsarean A_2 är mycket mindre än A_1 . Kolvstången går i denna cylinder över en högtryckstätning in i en högtryckskammare som är fylld med hydraulolja.

Om man sätter in lufttrycket p på kolvarean A_1 får man kraften

$$F_1 = p_1 * A_1$$

Denna kraft balanseras mot kolvstångsarean A_2 och oljetrycket på den sida som betecknas P_2 . Ekvationen ger följande

$$p_1 * A_1 = p_2 * A_2 \Rightarrow p_2 = p_1 * \frac{A_1}{A_2} \quad (\text{balans skall råda})$$

Man kallar förhållandet $A_1/A_2 = U$, vilket är utväxlingsförhållandet i tryckstegraren. Kan jämföras med transformorteorin.

Exempel

Arean $A_1 = 78,5 \text{ cm}^2$ (diameter 100 mm)

Arean $A_2 = 3,14 \text{ cm}^2$ (diameter 20 mm)

Trycket $p_1 = 6,3 \text{ bar}$

Utväxlingsförhållandet $U = \frac{A_1}{A_2} = \frac{78,5}{3,14} = 25$

Trycket $p_2 = p_1 * U = 6,3 * 25 = 157,5 \text{ bar}$

Man kopplar högtryckskammaren till en cylinder med kolvarean A_3 . Kraften på denna kolv blir

$$F_2 = p_2 * A_3$$

Exempel

Arean $A_3 = 19,6 \text{ cm}^2$ (diameter 50 mm)

Trycket $p_2 = 157,5 \text{ bar}$

$$F = 157,5 * 19,6 = 30870 \text{ N} \quad (1 \text{ bar} = 10 \text{ N/cm}^2)$$

Exemplet visar att man med hjälp av tryckstegrare kan mångfaldiga det tryck som finns i ett tryckluftssystem och att man på så sätt kan ta ut stora krafter från en cylinder. Ökningen i kraft sker på bekostnad av sträckan/vägen, d v s slaglängden minskar i förhållande till utväxlingen.

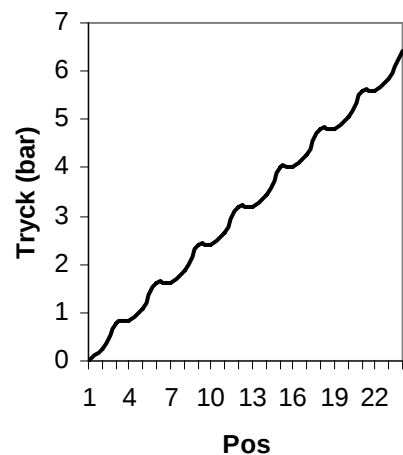
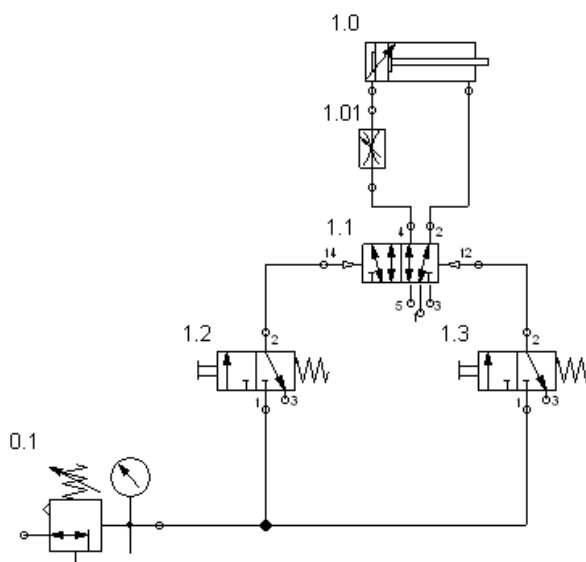
Verkningsgraden ligger någonstans kring 80 %.

Hastighetsstyrning av cylinder

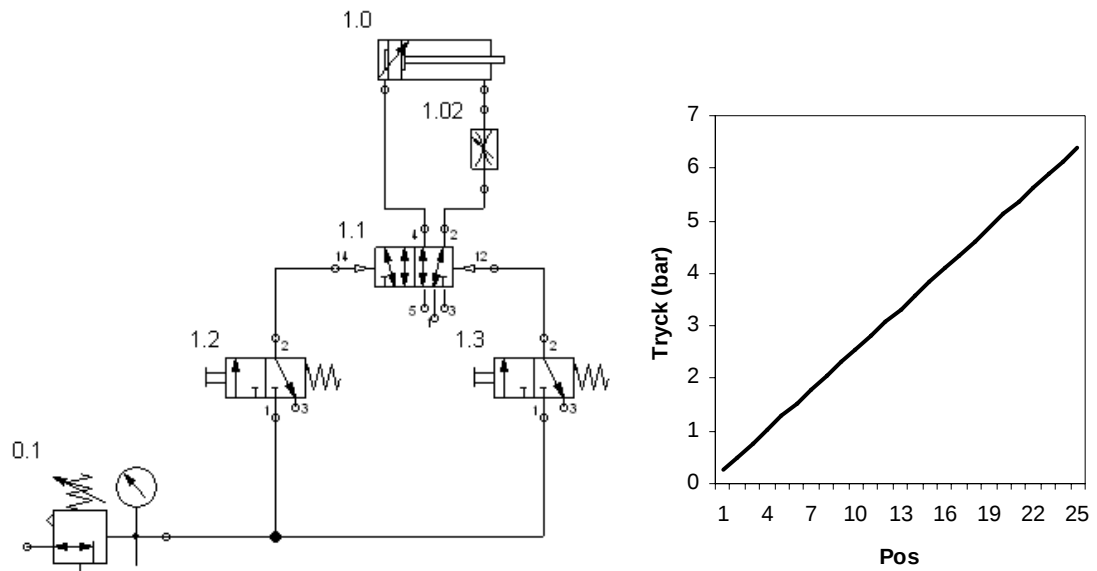
När man vill hastighetsstyra en kolv på en cylinder måste tryckluften strypas åt så att flödet begränsas.

Enbart strypventil

Om man ska hastighetsstyra + rörelsen hos en cylinder är det lätt att tro att man ska strypa på tilloppet, alltså på den luftledning som går till pluskammaren. Det som då uppstår är en ryckig gång hos kolven p g a att luft är komprimerbar. Den ryckiga gången beror på att kolvens tätningar utgör en viss friktion mot cylinderns innerväggar. Om tryckluften är tillräckligt strypt måste först denna friktionsenergi övervinnas, luften i + kammaren byggs suggestivt upp och komprimeras. När trycket är tillräckligt stort kommer kolven att röra sig en bit och därefter att stanna av. Så pågår hela förloppet för hela kolvens slaglängd. Om man dessutom belastar kolven, vilket man alltid gör, annars finns det ju ingen anledning att över huvudtaget ha en cylinder, kommer dessa ryckvisa slag att bli ännu tydligare.



Därför, ska man alltid (nästan) se till att kolvens trycksida har fullt arbetstryck som i normala fall är 6,3 bar. Man stryper då istället på – kammaren, alltså den kammare som för tillfället ska dräneras på luft. Då kommer kolven att arbeta jämt utan ryck.



Med strypbackventil

Nästa steg är att se till att inte returslaget (-rörelsen) blir påverkad av strypningen. Eftersom strypventilen nu reducerar –rörelsen och kan ge upphov till samma ryckiga fenomen vid returslaget. Vi stoppar in en strypbackventil. Då kommer returslaget att ske med full kraft utan störning.

