

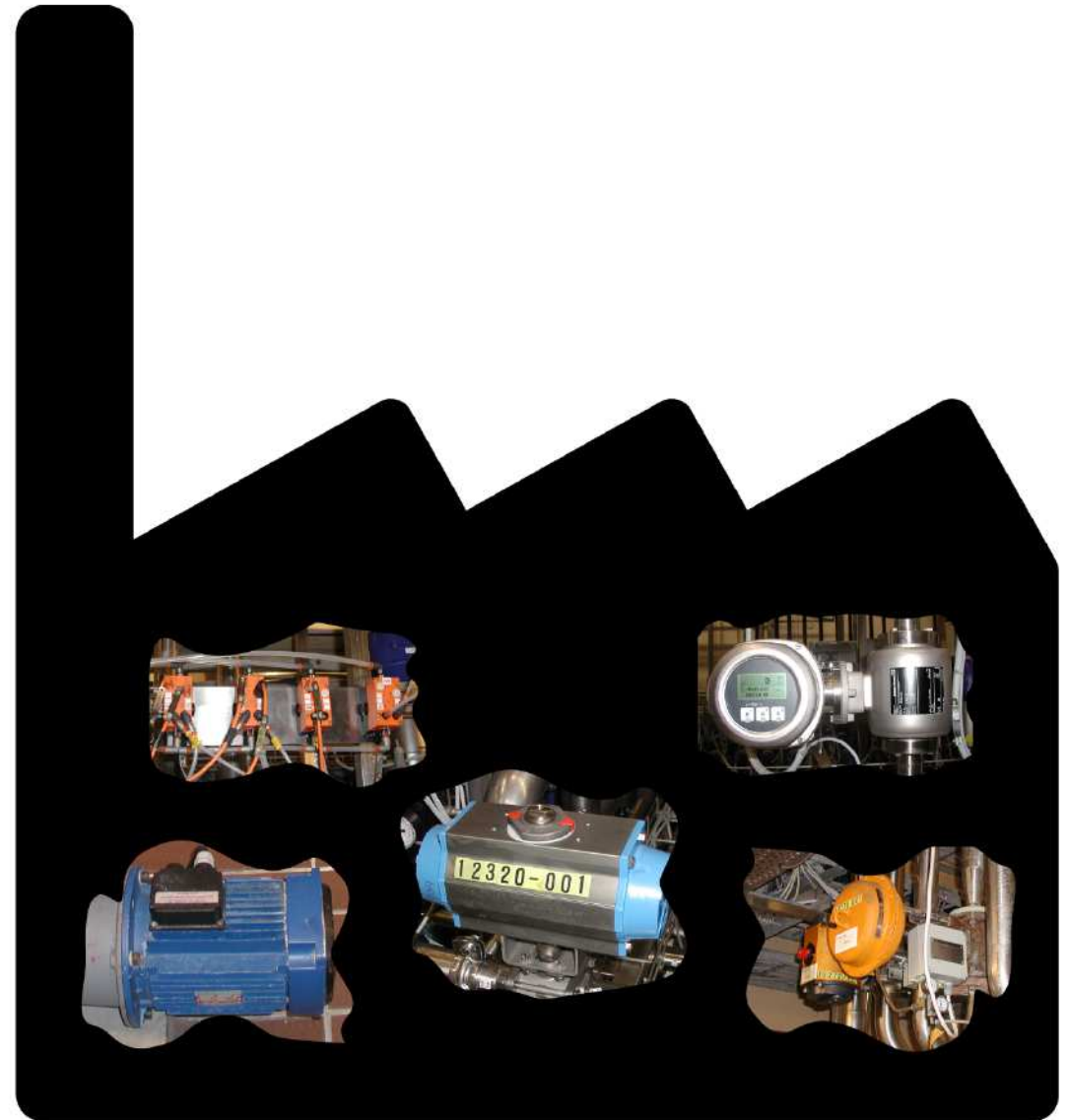


Energiutrustning

I princip alla olika typer av processer har man behov att veta hur det ligger till, samt att kunna påverka. Man behöver givare för att mäta hur det ligger till, och man behöver pumpar eller ventiler för att påverka processen.

All denna utrustning måste fungera för att processen ska fungera som tänkt.

Det ska vi titta på i denna modul.





Diagnostiskt test

Här kommer några inledande frågor.

Om du svarat fel på någon eller några av frågorna behöver du troligen en genomgång av denna modul. Börja med första kapitlet och gå sedan vidare genom hela modulen.

Du kan också välja att gå direkt till det kapitel som behövs repeteras.

Detta diagnostiska test kan köras hur många gånger som helst utan att resultatet registreras.





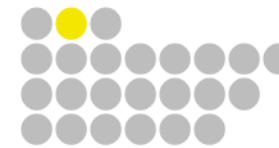
Diagnostiskt test



Givarens uppgift är att mäta en storhet.

- ☐ Sant
- ☐ Falskt





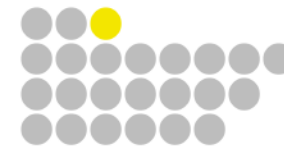
Diagnostiskt test



Ett exempel på styrdon är DP cell.

- ☐ Sant
- ☐ Falskt





Diagnostiskt test



En regulator kan t ex beräkna hur mycket öppen en ventil ska vara.

- ☐ Sant
- ☐ Falskt





Diagnostiskt test



En digital givare ger signal till eller från.

- ☐ Sant
- ☐ Falskt





Diagnostiskt test



En induktiv givare reagerar på metaller.

- ☐ Sant
- ☐ Falskt





Diagnostiskt test



En optisk givare använder någon typ av ljus för avkänning.

- ☐ Sant
- ☐ Falskt





Diagnostiskt test



En vakt fungerar utmärkt att använda när man ska reglera något.

- ☐ Sant
- ☐ Falskt





Diagnostiskt test



En Pt100-givare mäter tryck.

- ☐ Sant
- ☐ Falskt



Oskar Persson
P&L Nordic AB

Aktivitetspoäng
0 av 33

Energiutrustning



Sidnummer
0:8





Diagnostiskt test



Tryck används ofta för att mäta nivå.

- ☐ Sant
- ☐ Falskt





Diagnostiskt test



Vägning kan användas för att mäta nivå.

- ☐ Sant
- ☐ Falskt



Oskar Persson
P&L Nordic AB

Aktivitetspoäng
0 av 33

Energiutrustning



Sidnummer
0:10





Diagnostiskt test



Strypmätning kan användas för att mäta flöde.

- ☐ Sant
- ☐ Falskt





Diagnostiskt test



En DP cell är ett vanligt styrdon.

- ☐ Sant
- ☐ Falskt



Oskar Persson
P&L Nordic AB

Aktivitetspoäng
0 av 33

Energiutrustning



Sidnummer
0:12





Diagnostiskt test



Styrdon styrs analogt.

- ☐ Sant
- ☐ Falskt



Oskar Persson
P&L Nordic AB

Aktivitetspoäng
0 av 33

Energiutrustning



Sidnummer
0:13





Diagnostiskt test



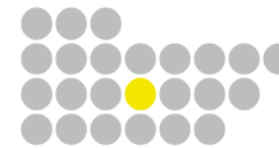
Det finns flera olika sorters ventiler.

T ex:

- sätesventil
- skjutspjäll
- kulventil
- vridspjäll
- kalottventil

- ☐ Sant
- ☐ Falskt





Diagnostiskt test



En avstängningsventil behöver en positionerare.

- ☐ Sant
- ☐ Falskt



Oskar Persson
P&L Nordic AB

Aktivitetspoäng
0 av 33

Energiutrustning



Sidnummer
0:15





Diagnostiskt test



Kulventil och vridspjäll är exempel på ventiler med linjära rörelser.

- ☐ Sant
- ☐ Falskt



Oskar Persson
P&L Nordic AB

Aktivitetspoäng
0 av 33

Energiutrustning



Sidnummer
0:16





Diagnostiskt test



En centrifugalpump ska startas mot en stängd ventil och en förträngningspump ska startas mot en öppen ventil.

- ☐ Sant
- ☐ Falskt





Diagnostiskt test



Exempel på förträngnings- och displacementpumpar är:

- kolvpumpar
- kuggpumpar
- membranpumpar
- skruvpumpar

- ☐ Sant
☐ Falskt





Diagnostiskt test



Regulatorns uppgift är att reglera så att ärvärdet blir detsamma som börvärdet.

- ☐ Sant
- ☐ Falskt





Diagnostiskt test



Ärvärde är det man vill ha, börvärde det värde som ventilen bör ha, samt styrsignalen är det värde som ventilen styr givaren med.

- ☐ Sant
- ☐ Falskt





Diagnostiskt test



En till/från-regulator kan bara ha en styrsignal som är till eller från.

- ☐ Sant
- ☐ Falskt





Diagnostiskt test



En PID-regulator reglerar processens P (Power), I (Incomming) och D (Difference).

- ☐ Sant
- ☐ Falskt





Diagnostiskt test



I-delen tittar på skillnaden mellan bör- och ärvärde och multiplicerar sedan detta med förstärkningen.

- ☐ Sant
- ☐ Falskt





Diagnostiskt test



D-delens stora nackdel är att den är väldigt känslig för störningar på signalen.

- ☐ Sant
- ☐ Falskt





Diagnostiskt test

Det diagnostiska testet är nu avslutat

Om alla frågorna är rätt besvarade, gå antingen direkt till modultestet i slutet av denna modul, eller fortsätt till första kapitlet.

Om du svarat fel på någon eller några av frågorna behöver du troligen gå igenom de olika kapitlen i denna modul. Du kan välja att gå direkt till det kapitel som behövs repeteras, eller börja från början genom att trycka på menyknappen.

Vi rekommenderar att du börjar från början.

Du kan när du vill återvända till detta test för att kontrollera dina kunskaper.
Resultatet kommer inte att registreras.

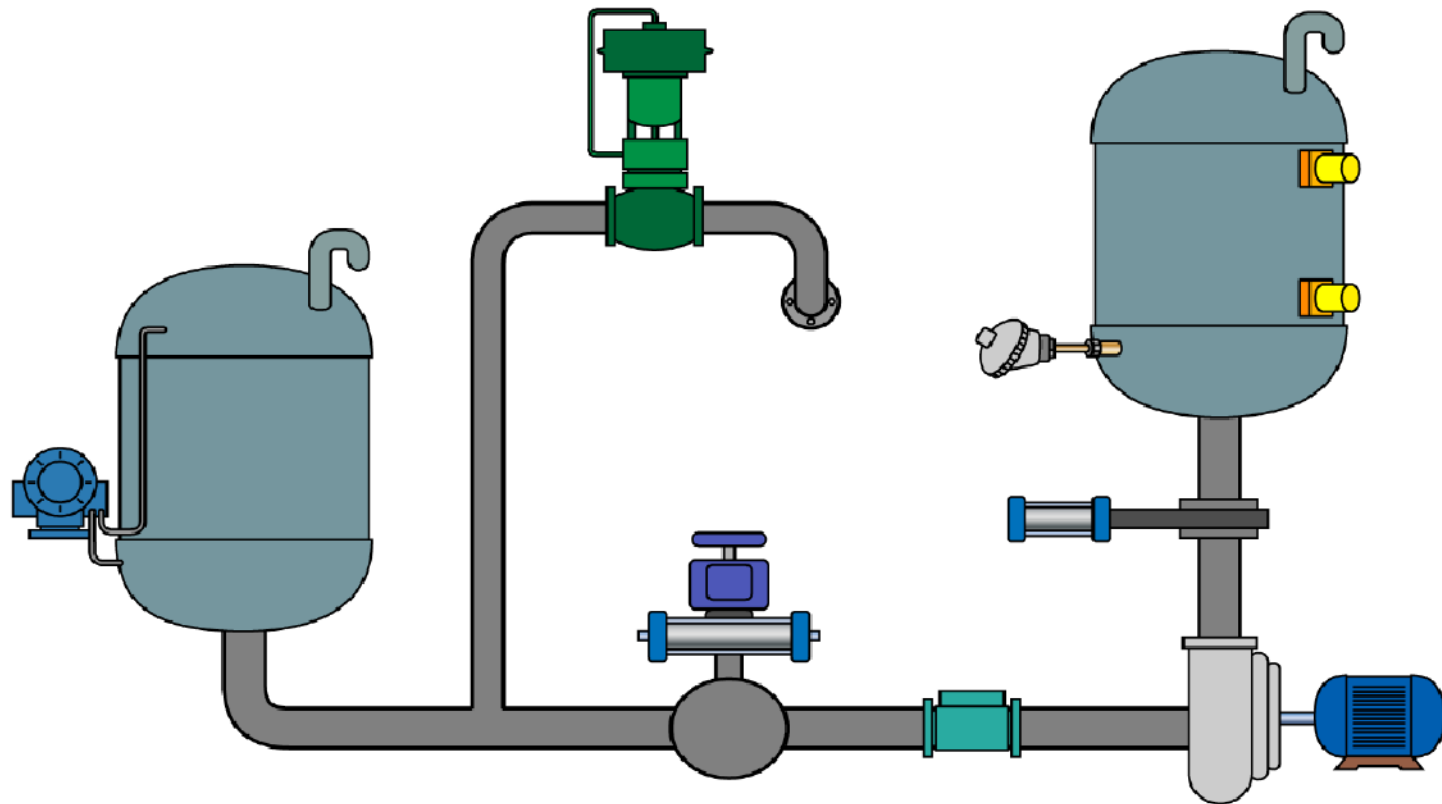


Utrustning

För att kunna reglera temperaturen i ett hus, måste vi först veta vad temperaturen faktiskt är. Därför måste temperaturen mätas. Samma sak gäller för allt i en process, t ex mäta nivån i en tank, eller temperaturen i en panna, eller luftflödet i ventilationen. Det finns givare (mätare) för alla dessa behov.

För att kunna påverka processen behöver man t ex reglera ett flöde in i tanken (nivå) eller tillförsel av bränsle till pannan (temperatur). Då kan man använda sig av ventiler eller pumpar för detta.

All denna utrustning måste fungera för att processen ska fungera som tänkt. Nu ska vi titta på några exempel av komponenter man kan stöta på.



Givare

Givare, mätare, mätdon, sensor, det finns flera olika namn man kan stöta på när man talar om den komponent som har som uppgift att mäta.

För att kunna styra t ex en temperatur mot ett önskat värde, måste man veta vad temperaturen är först. Detta för att veta om man behöver tillföra mer eller mindre värme.

Därför har givaren en central roll i alla regleringar.

Några vanliga mätningar är:

- nivå
- flöde
- temperatur
- tryck
- hastighet
- koncentration
- pH

Så givarens uppgift är att meddela aktuellt värde.

Tryckgivare



Temperaturgivare



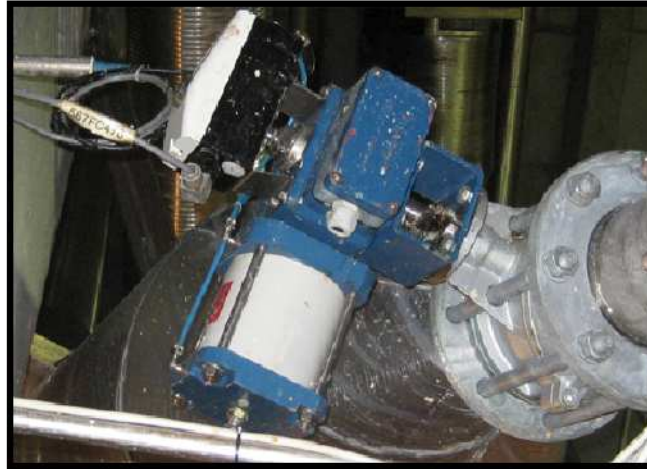
Koncentrationsgivare



Styrdon

Styrdon är ett samlingsnamn för de saker som påverkar processen. Det kan t ex vara en ventil, en pump, ett transportband eller en fläkt. Vanligast är ventiler.

Styrdon styr antingen med en analog eller digital signal. En analog signal kan variera mellan 0-100% t ex som en gaspedal på en bil, medan en digital signal är till eller från, t ex värmeelementet i en ugn.



Två olika typer av ventiler. Ovan vridande rörelse, till höger linjär rörelse (upp och ner).



Reglering

Slutligen för att få ett visst värde i det man reglerar måste något ställa in ventilöppning, eller varvtal på pumpen.

Denna uppgift har regulatorn.

Regulatorn får en signal från givaren och jämför detta värde med vad man vill ha, därefter beräknar den hur mycket den behöver påverka processen.



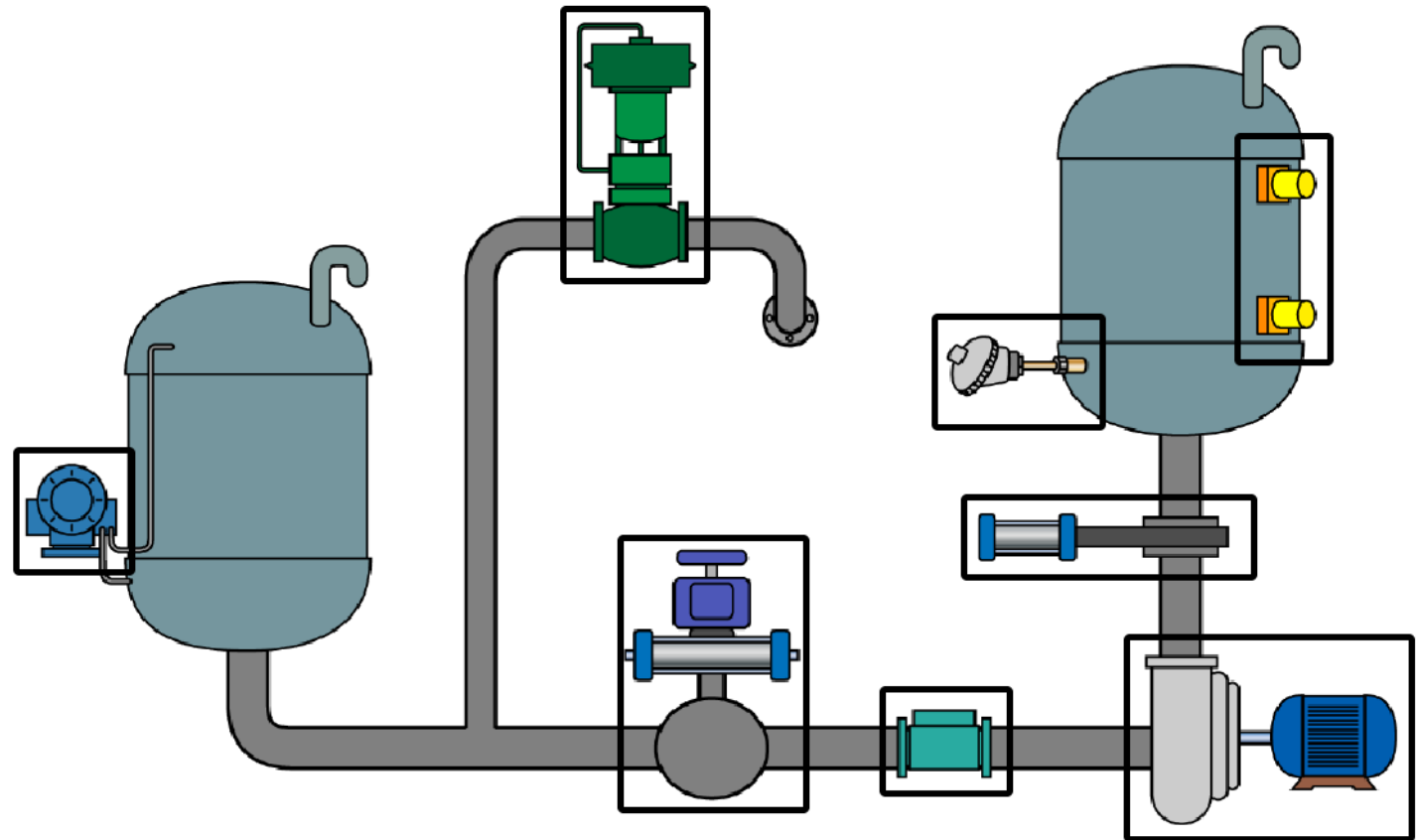
Prova att ändra den önskade temperaturen och studera hur utsignalen från regulatorn ändrar sig.



En process

Här har vi ett exempel på en ganska enkel krets.

Två tankar med några givare och styrdon. För muspekaren över rutorna för att få se ett foto på komponenten och en kort förklaring till vad det är.



Oskar Persson
P&L Nordic AB

Aktivitetspoäng
0 av 33

Energiutrustning



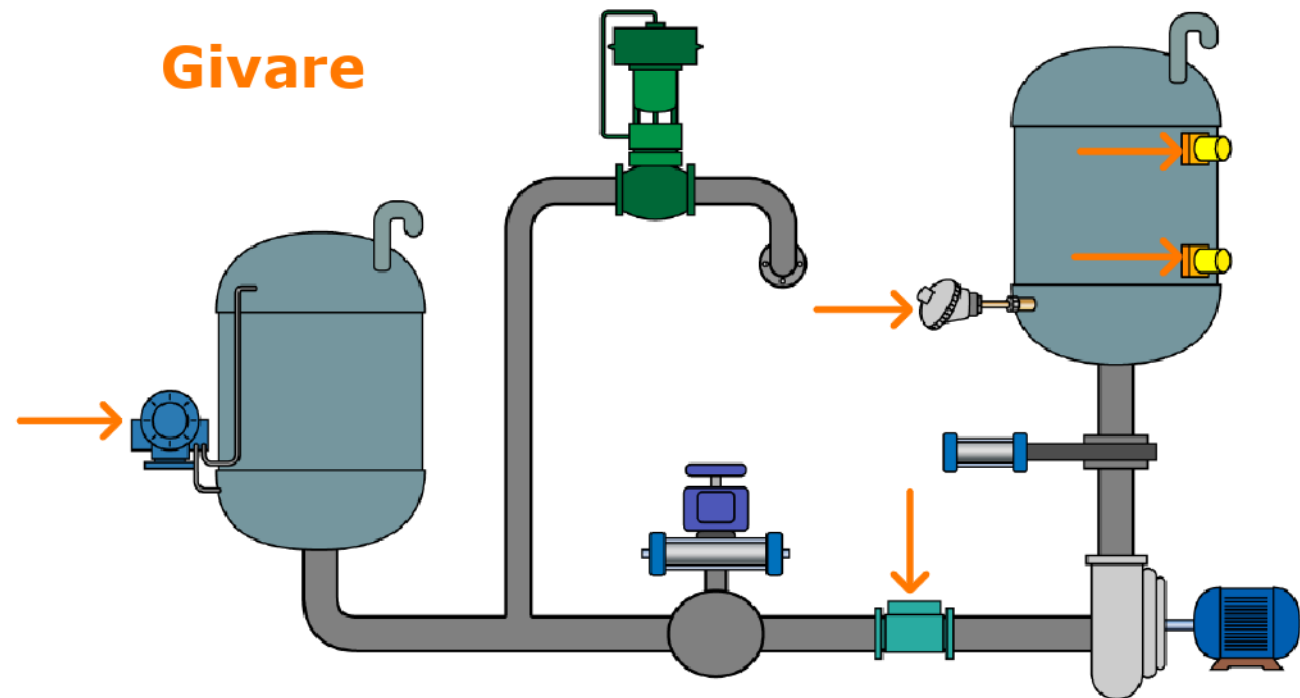
Sidnummer
1:5



Givare

Som tidigare nämnts har givaren en uppgift.
- att mäta en storhet.

Ett sätt att dela in givare är att dela dem i digitala givare (signal till/från) och analoga givare (signal 0-100%).



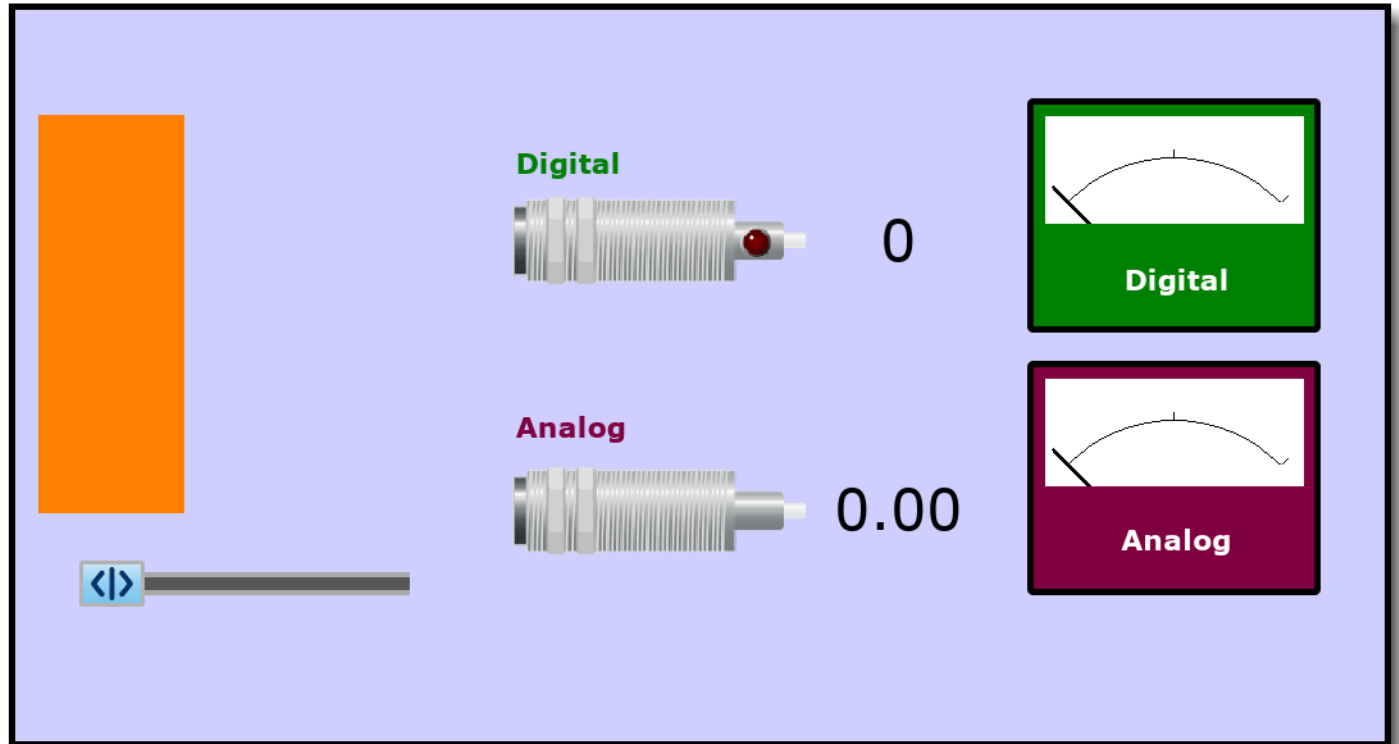
Digital och analog signal

De analoga givarna kan ge dig mycket mer information än de digitala givarna.

I detta exempel ger den analoga givaren en position på var den rektangeln befinner sig, med den digitala givaren endast detekterar om rektangeln är där (när det är tillräckligt nära) eller ej.



Prova att dra i reglaget och titta på vad som händer med signalerna.



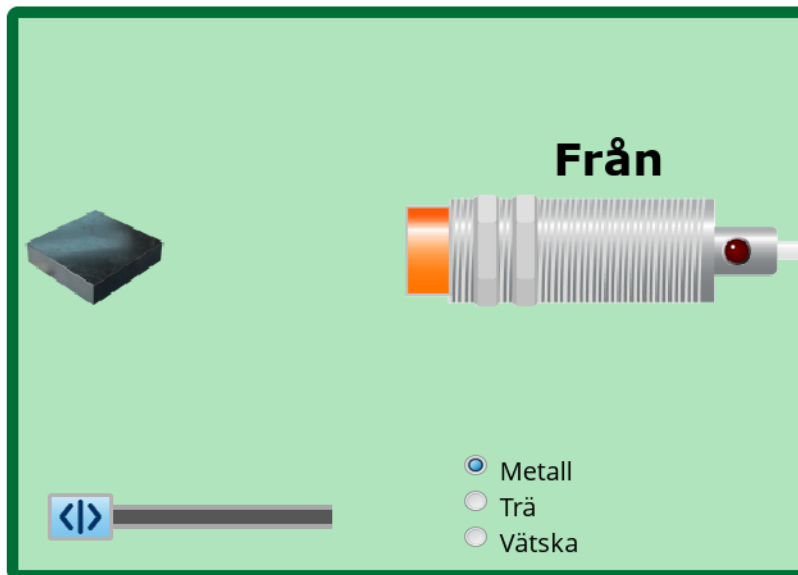
Digital induktiv sensor

Induktiva givare arbetar enligt principen att om ett metallföremål kommer i närheten dämpas ett fält som givaren skapar.

När fältet dämpas märker givaren det och ändrar tillstånd. Begränsningen och styrkan med denna givartyp är att den endast känner metalliska föremål.



Testa vad den induktiva givaren reagerar på genom att flytta olika objekt.



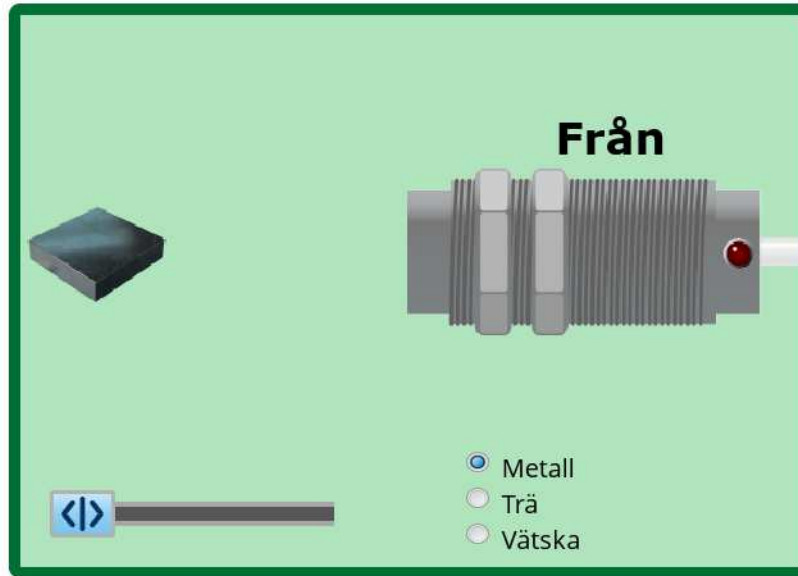
Digital kapacitiv sensor

En kapacitiv givare bygger på samma princip. Den bygger upp ett fält i avkänningsområdet. När ett objekt kommer in i detta område märker givaren det och ändrar tillstånd.

Denna givare känner av alla fasta eller flytande material.



Testa vad den kapacitiva givaren reagerar på genom att flytta olika objekt.



Digital optisk sensor

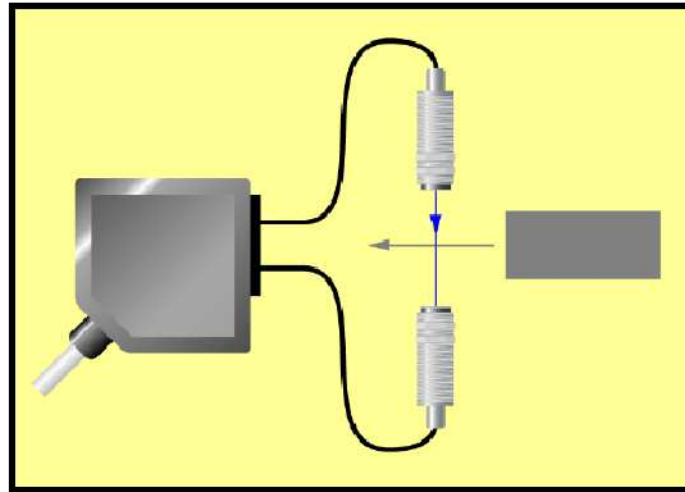
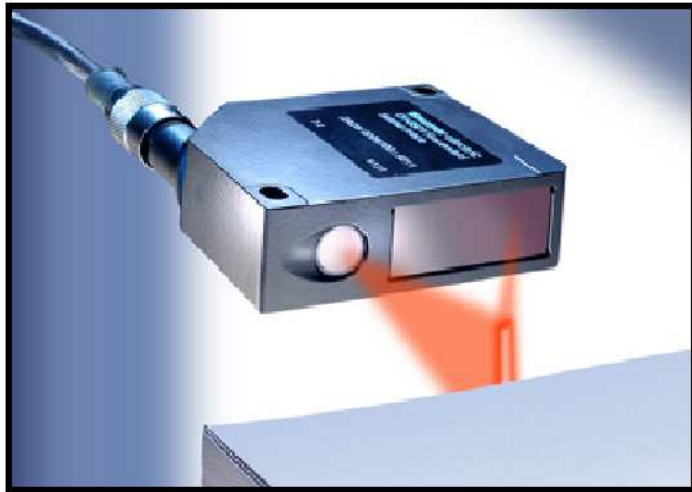
En optisk sensor (ibland kallad fotocell) finns av flera olika typer. Alla optiska sensorer sänder iväg en ljusstråle och det objekt som ska kännas av bryter denna ljusstråle.

Man talar om tre avkänningsmetoder:

- envägsavkänning
- reflexavkänning
- direktavkänning

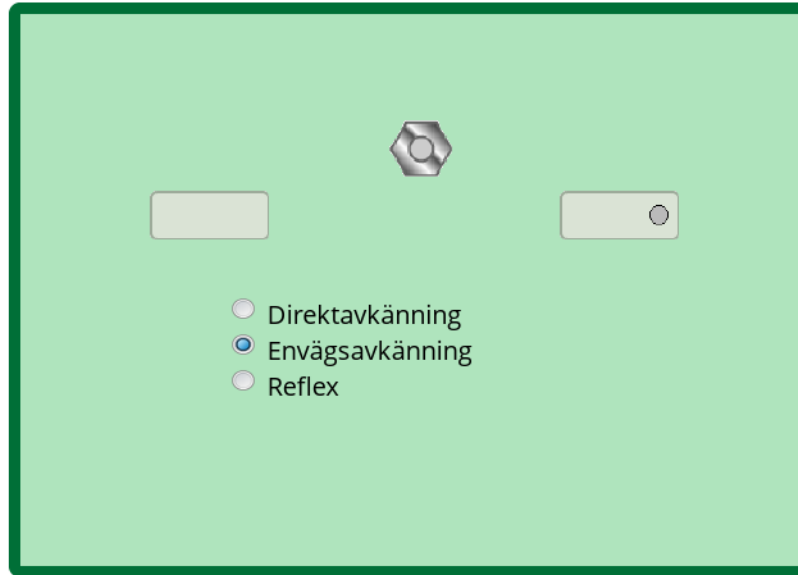
Vid trånga utrymmen utnyttjas fiberoptik.

Istället för att givaren själv skickar och tar emot signalerna, så kan de skickas via fiberoptik till mätstället.



Digital optisk sensor, envägsavkänning

Vid envägsavkänning finns två enheter, en som sänder iväg ljus och en som tar emot ljus. När ett föremål blockerar ljusstrålen ettställs givaren.



Klicka på muttern för att testa hur givaren fungerar.

Du kan även direkt här testa hur de olika givarna fungerar, men det kommer i följande steg.



Digital optisk sensor, reflexavkänning

Både sändaren och mottagaren av ljus sitter i samma enhet. En reflex monteras och därefter riktas sändarens ljus mot reflexen som reflekterar den till mottagaren.

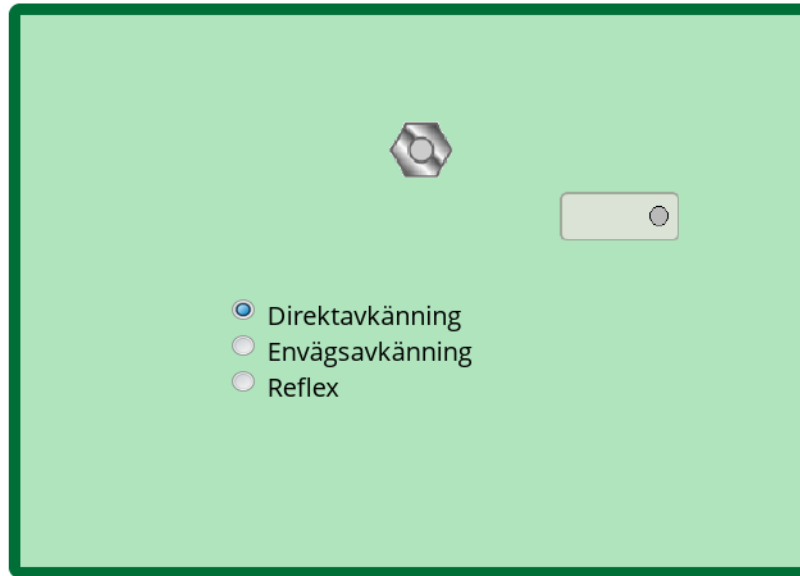
När ett föremål blockerar den reflekterande ljusstrålen ettställs givaren.



Digital optisk sensor, direktavkänning

Både sändaren och mottagaren av ljus sitter i samma enhet. Istället för att reflexen reflekterar ljuset är det föremålet som gör det.

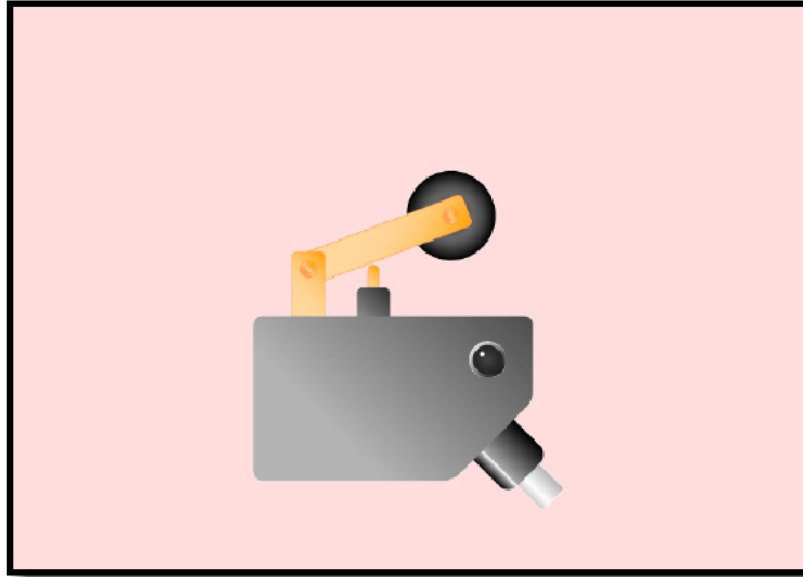
När ett föremål reflekterar ljusstrålen ettställs givaren.



Digital mekanisk givare

En mekanisk givare påverkas av fysisk påverkan. Givaren används främst till att känna av sådant som inte ändrar sitt läge så ofta. T ex om en lucka är stängd, öppen eller stängd avstängningsventil.

Nackdelen med en mekanisk givare är att dels att den slits och kan ändra hur mycket den behöver påverkas för att ge signal. Den har också en viss benägenhet att kärva.



Vakter

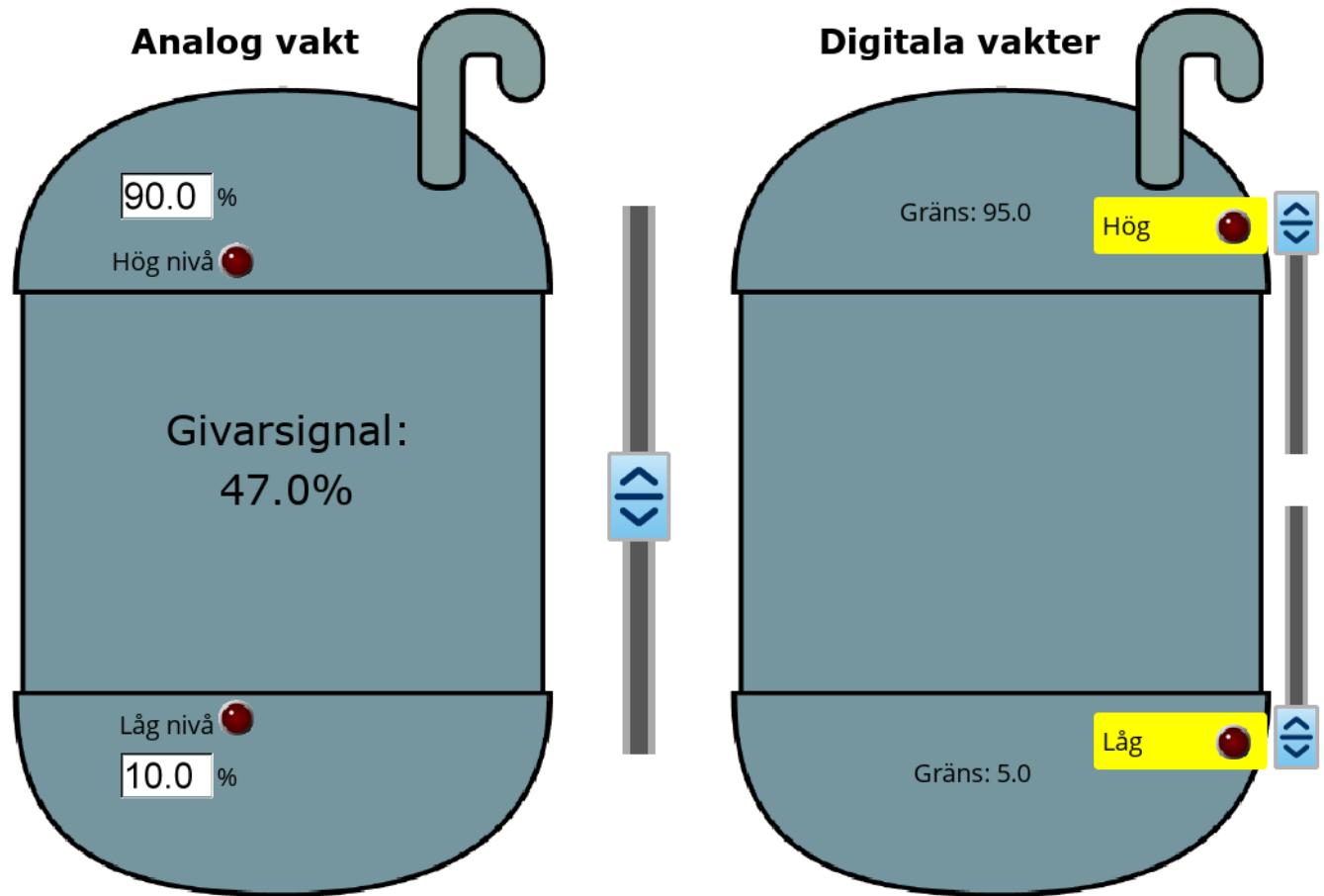
Ytterligare en variant på digital givare är en vakt.

En vakt kan vara en analog givare, som bara ger signal när den är över eller under en viss nivå.



Prova första att ändra givarsignalen (reglaget mellan tankarna) och se när högnivå- och lågnivåvakterna går till. Studera både de digitala och de analoga vakterna.

Test sedan att ändra vid vilket värde som vakterna ska gå till.



Temperatur

Vid mätning av temperatur utnyttjas olika materials temperaturberoende egenskaper. De flesta material utvidgar sig med ökad temperatur.

En vanlig typ av termometer använder en vätskas egenskap att utvidga sig när den blir varmare. Vätskan är innesluten i en kula och ett smalt rör och höjden på denna jämförs med en skala. Förr var kvicksilver vanligt, numera används ofta sprit.

Vid avläsning av denna typ av givare får man inget exakt värde. Man får inte heller möjlighet att lagra mätvärdet eller använda det för styrning av processen.



Ett sätt att utnyttja fasta materials utvidgning är att sammanfoga två material, som utvidgas olika mycket för samma temperaturändring, till en tunn plåt eller spiralformad fjäder. Denna kommer då att böja sig olika mycket beroende på temperaturen. En sådan konstruktion kallas bimetall.

Detta kan utnyttjas antingen i termometrar såsom den på bilden nedan eller för att påverka en elektrisk krets. Den senare typen återfinns i många elektriska värmeelement, en s.k. termostat.



Temperatur

Man kan dela upp elektriska temperaturgivare i fyra olika grupper:

- Pt100 givare
- termistorer
- termoelement
- beröringsfria givare

Dessa givare använder sig av olika mätprinciper och valet avgörs av behovet på hur snabbt och noggrant mätresultat som man är ute efter.



Pt100 givare i arbete.



En värmekamera visar temperaturen i olika färger.



Temperatur, Pt100

Pt100 givare och termistorer har samma mätmetod, de mäter resistans. Resistansen är beroende på temperaturen.

En Pt100 givare består av en Platinatråd (därav Pt) som har resistansen 100Ω vid 0°C.

Det förekommer även andra varianter Pt50, Pt1000



En Pt100 givare monteras ofta i ett s k dykrör, för att kunna bytas utan att påverka processen.

Grundvärde		Tolerans (°C)	
Temperatur (°C)	Resistans (Ω)	Klass A	Klass B
-100	60,20	±0,35	±0,8
-40	84,27	±0,23	±0,5
-20	92,16	±0,19	±0,4
0	100,00	±0,15	±0,3
20	107,79	±0,19	±0,4
40	115,54	±0,23	±0,5
60	123,24	±0,27	±0,6
80	130,90	±0,31	±0,7
100	138,50	±0,35	±0,8
120	146,07	±0,39	±0,9
140	153,58	±0,43	±1,0
200	175,84	±0,55	±1,3
300	212,03	±0,75	±1,8
400	247,06	±0,95	±2,3
500	280,93	±1,15	±2,8
600	313,65	±1,35	±3,3



Nivå

Det finns en mängd olika metoder för att mäta nivå. Men de flesta mätprinciper grundar sig på någon av följande metoder:

- tryck, dvs i en tank med vätska kommer trycket att vara större i botten av tanken.
- vägning, man väger helt enkelt kärlet med och utan innehåll.
- beröringsfria metoder, t ex radar, ultraljud och radioaktiv mätning.

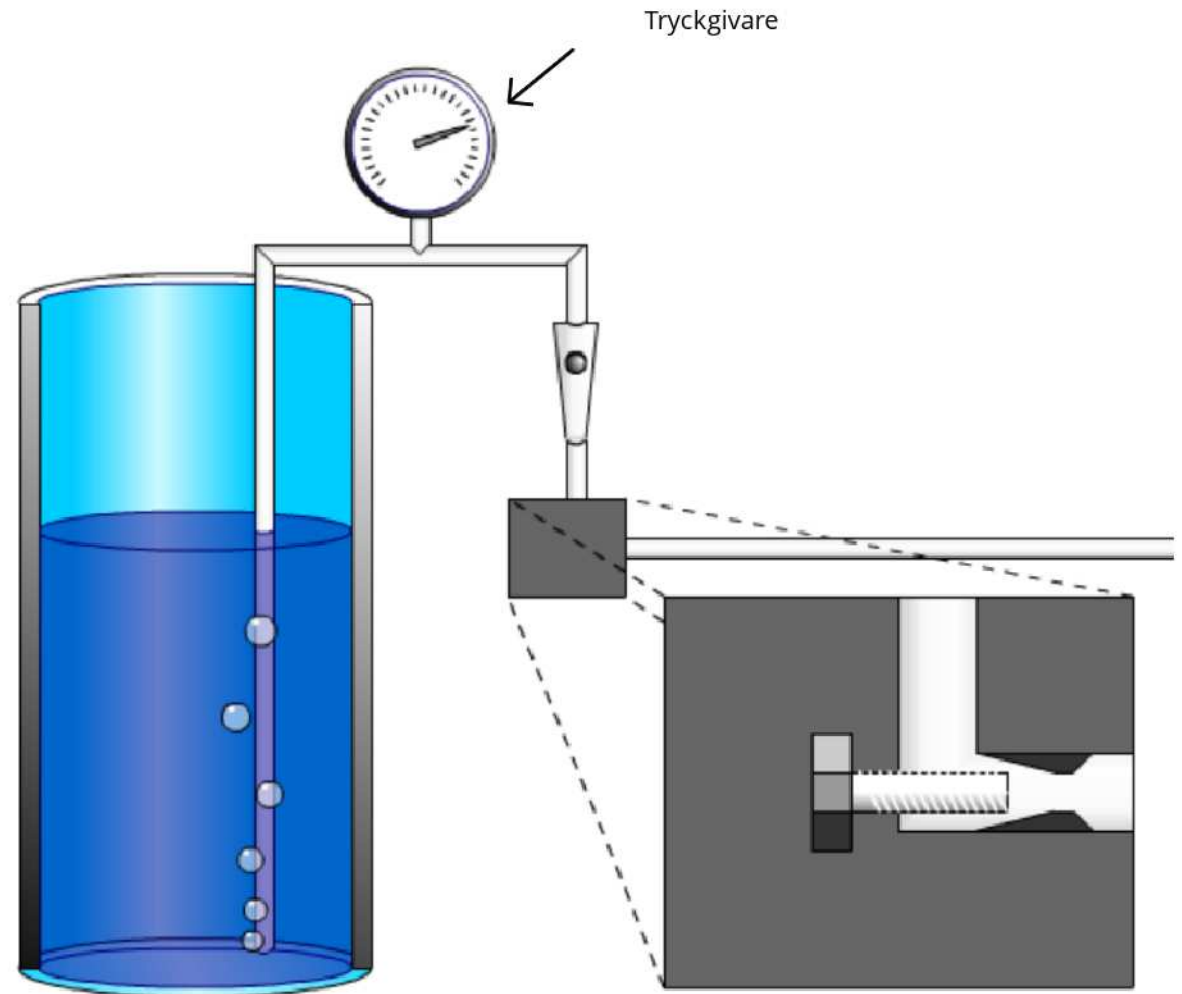


Nivå, bubbelrör

Man kan också använda sig av ett bubbelrör vid nivåmätning av en öppen behållare.

Metoden bygger då på att ett rör innehållande luft förs ner i behållaren. Rörets har två utlopp, ett i behållaren och ett mot en tryckkänslig givare, t ex en D/P-cell.

Ju högre nivå det är mellan rörets utlopp i vätskan och vätskeytan desto större blir mottrycket. Luften/vätskan strävar då att gå mot givaren och trycket mot denna är direkt proportionellt mot nivån.

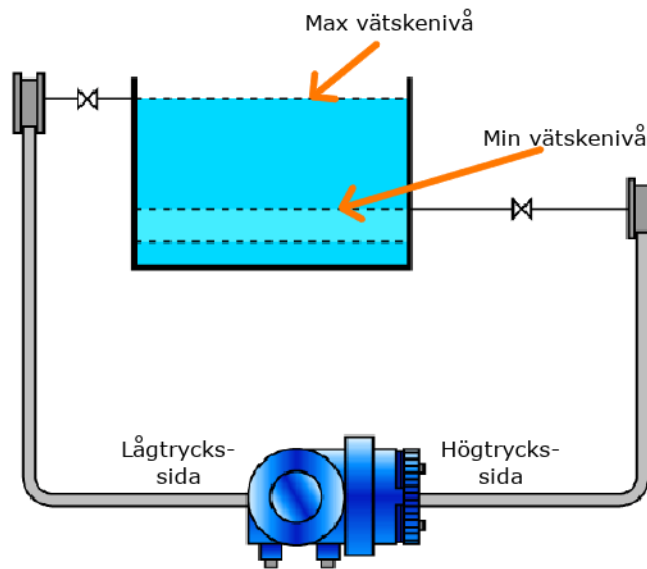


Nivå, DP cell

Vid nivåmätning av en trycksatt cistern tar man hänsyn till behållarens övertryck.

Man kan då använda sig av en DP cell och ansluta ena änden i botten av behållaren och den andra i toppen.

Skillnaden, dvs differenstrycket är då direkt proportionellt mot nivån.



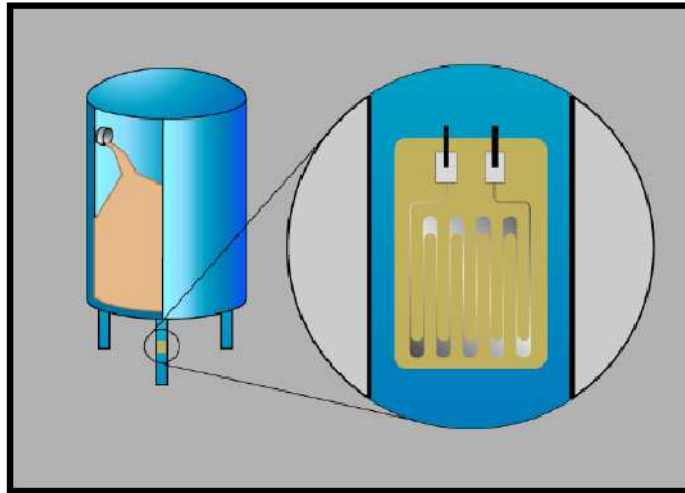
Nivå, vägning (TT-element)

En annan vanlig metod är att väga cisternen, främst om innehållet är i fast form t ex mjöl, träflis eller granulat (korn eller gryn).

Känner man till hur mycket denna väger tom respektive full. Eller om man vet innehållets densitet, så är vikten ett direkt mått på nivån.

Som våg används trådtöjningselement (TT-element) som är placerade på behållarens ben eller under den.

Principen är alltså den samma som används för fordonsvågar.



Nivå, beröringsfria metoder

Ultraljudsmätning använder sig av ljudvågor med hög frekvens som skickas iväg och "ekot" från dessa är ett mått på nivån. Ju längre tid det tar för ekot desto lägre nivå.

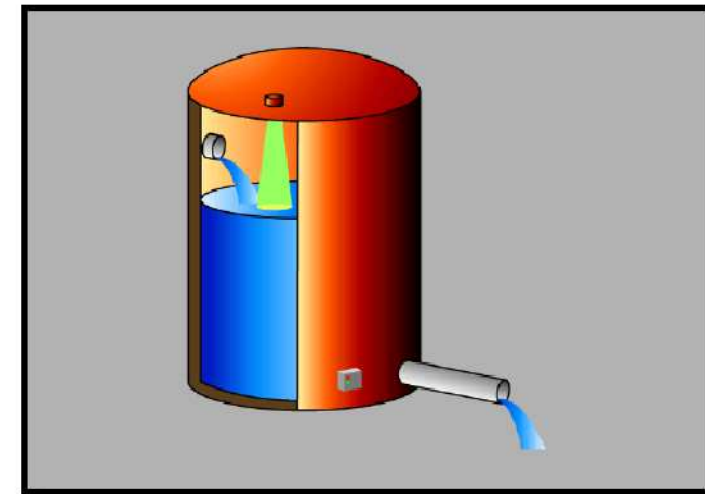
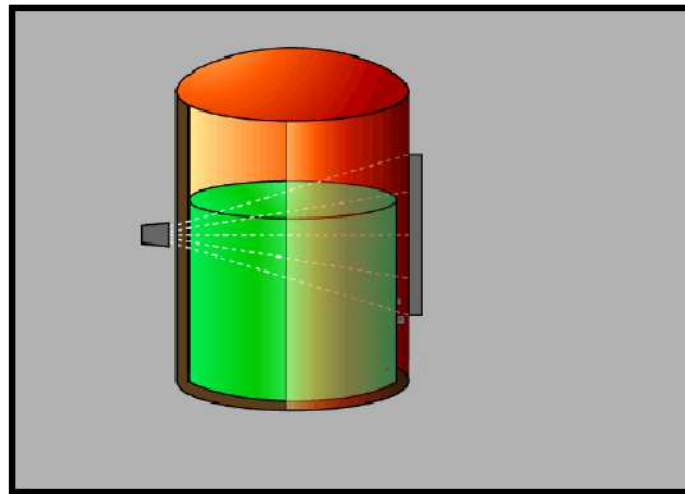
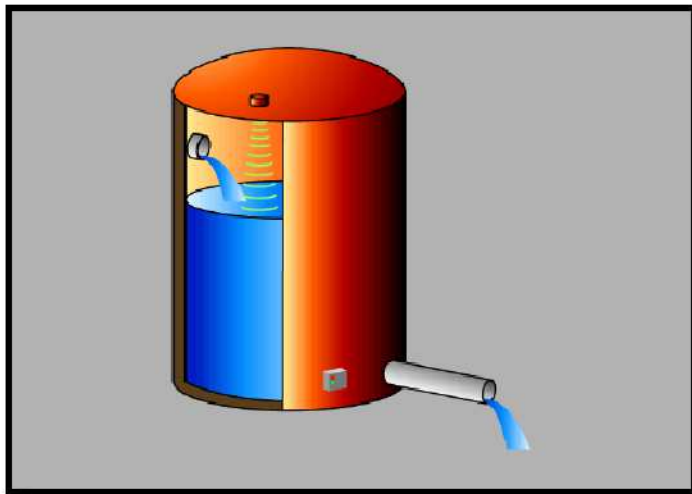
Ultraljudsmätning har nackdelar vid mätning av cisterner med gas eller ånga ovanför vätskeytan samt där vätskan är skummande. Även temperaturen och trycket har en viss påverkan.

En metod som utnyttjar gammastrålning kallas radioaktiv. Sändaren och mottagaren placeras på motsatta sidor av en cistern, oftast diagonalt. Avståndet till ytan mäts genom att se hur mycket av strålningen som absorberas av mediet respektive kommer fram till detektorn.

Metoden är mycket lämplig vid mätning av nivåer i kärl som är trycksatta och/eller där mediet har en hög temperatur samt vid mätning av korrosiva (frätande) vätskor.

Ytterligare en metod som kommit mer och mer är nivåmätning med radar, dvs mikrovågssignaler i frekvensområdet 3-30 GHz. Signalen studsar mot ytan och ett instrument registrerar den tid som går innan signalen kommer tillbaka.

Principen är den samma som ekolod fast här är det frågan om radiovågor i stället för ljud. Det kan vara svårt att mäta exakta nivåer för att reflexer från andra föremål kan orsaka felavläsningar.



Flöde

Överallt där du önskar mäta mängd, volym, dosera eller ha noggrann flödeskontroll behövs flödesgivare.

När vi pratar om flöde så avses transport av fast materia, vätska eller en gas. Den exakta definitionen av flöde är "mängd per tidsenhet av ett genomströmmande media". Man skiljer dock på volymflöde och massflöde.

Enheten för volymflöden är enligt SI-normerna m^3/s , m^3/h eller l/s och betecknas med q_v . Massflöden betecknas q_m och enheten är kg/s .

Att mäta ett flöde är alltså att kontrollera hur stor volym (eller mängd) av någonting som passerar en mätpunkt under en bestämd tid.



	Volymflöde	Massflöde
Luftflöde	0,0056 m^3/s	0,0072 kg/s
Bensinflöde	0,00000056 m^3/s	0,00049 kg/s

När man ska mäta flöde används i någon av dessa metoder:

- strypmätning, mäter tryckförändring över en strypning
- volumetriska metoder, bygger på att mäta flödet genom att avgränsa en viss volym åt gången eller att mäta hastigheten genom en känd area
- beröringsfria metoder.



Flöde, strypmätning

En mycket vanlig metod att mäta flöden är att strypa flödet och mäta tryckfallet som då uppstår. Hur strypningen är utförd beror på mediets egenskaper. En alltför hög koncentration eller densitet kan t ex plugga igen ledningen där man placerat mätgivaren.

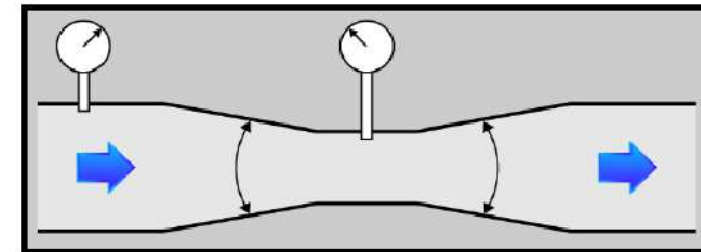
Metoden att mäta flöde med stryporgan tillhör de äldsta och mest dokumenterade. Förfinade formler för beräkning av flöden samt tillgång till noggranna transmittorer har gjort att det numera går att uppnå en hög noggrannhet.

Den mekaniska förträngningen kan utföras på tre olika sätt; Strypfläns (strypskiva), munstycke eller Venturirör.



En tryckdifferensmätare som använder sig av stryporgan fungerar som en förträngning i en rörledning.

Daniel Bernoulli kom på att det fanns ett samband mellan hastighet och tryck när hastigheten ändras på grund av att röret blir smalare. När hastigheten ökar så tas den ökade rörelseenergin från trycket och detta minskar.



$$p_a + \frac{\rho \cdot v_a^2}{2} = p_b + \frac{\rho \cdot v_b^2}{2}$$

Om vi uttrycker det i ord: tryckfallet ökar med kvadraten på hastigheten (flödet).

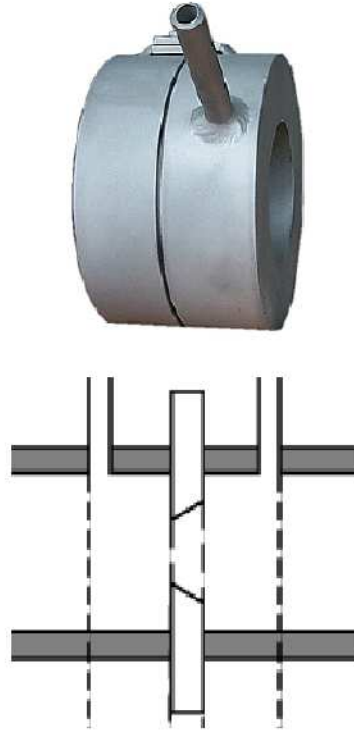


Flöde, strypmätning

Det absolut vanligaste stryporganet är mätflänsar med tryckkuttagen direkt intill strypskivan.

De ska ej användas för flödesmätning av vätskor som innehåller fasta partiklar (t ex pappersmassa). Dessa kan utvidga hålet genom att de nöter och därigenom ändra kalibreringen.

Fördelarna med mätflänsar är att man kan uppnå en hög noggrannhet samt att de har ett mycket stort mätområde. Nackdelarna är att dessa orsakar ganska stora energiförluster.



Venturirör är ett av de bästa mätinstrumenten för flödesmätning, men också ett av de dyraste att framställa. En nackdel är att de inte klarar klibbiga vätskor. Dessa fastnar på rörets väggar då detta ändrar kalibreringen.



Flöde, strypmätning

Mätning av öppna rännor är vanlig t ex då man vill veta mängden av avloppsvatten vid kommunala reningsverk.

Principen är att dämma av flödet och på så vis få en förhöjd vätskenivå. Nivåerna kan kännas av med hjälp av flottörer, bubbelrör, ekolod eller kapacitiva metoder.

Genom att utforma utloppet på rätt sätt kan man göra så att skillnaden mellan nivåerna är proportionell med flödet.



Oskar Persson
P&L Nordic AB

Aktivitetspoäng
0 av 33

Energiutrustning



Sidnummer
2:22



Flöde, rotameter

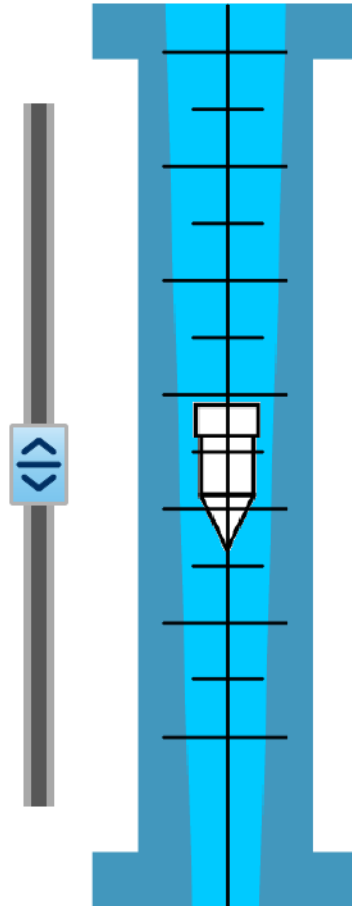
En rotameter är en givare som består av ett vertikalt monterat koniskt glas eller metallrör. Inne i detta rör har man placerat en kula eller en svävkropp. Denna svävkropp lyfts med hjälp av det strömmande mediet.

Eftersom röret är koniskt så kommer svävkroppen att stanna när tryckskillnaden ovanför och under är tillräcklig för att upphäva föremålets tyngd.

Om flödet ökar kommer således svävkroppen att inta ett högre läge jämfört med tidigare. Om svävkroppen är av ett magnetiskt material kan man mäta dess position med hjälp av induktiva mätmetoder.



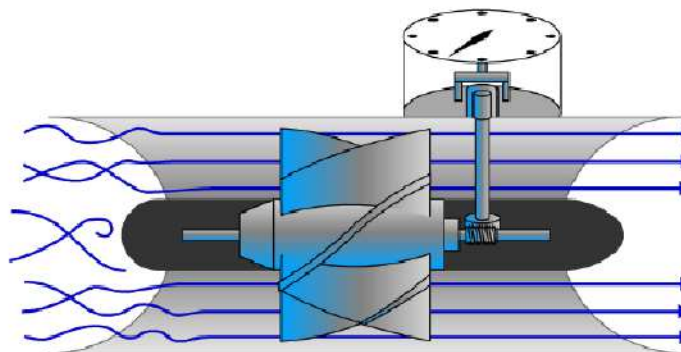
Dra i reglaget för att ändra flödet.



Flöde, volumetriska mätmetoder

Ett vanligt sätt att mäta flöden är genom en direkt hastighetsmätning av mediet. Denna metod kan användas mot både vätska och gas.

Vid hastighetsmätare kan man använda sig av propeller, turbin, vinghjul eller anemometer.



Flöde, volumetriska mätmetoder

Den allra enklaste hastighetsmätaren består av ett litet vinghjul som är inneslutet i ett mäthus där mediet måste passera.

Då vätskan passerar mäthuset roterar hjulet och via dess axel kan man avgöra flödesmängden.

Denna sort av mätare är mycket vanlig i villor för att kontrollera konsumtion av vatten.

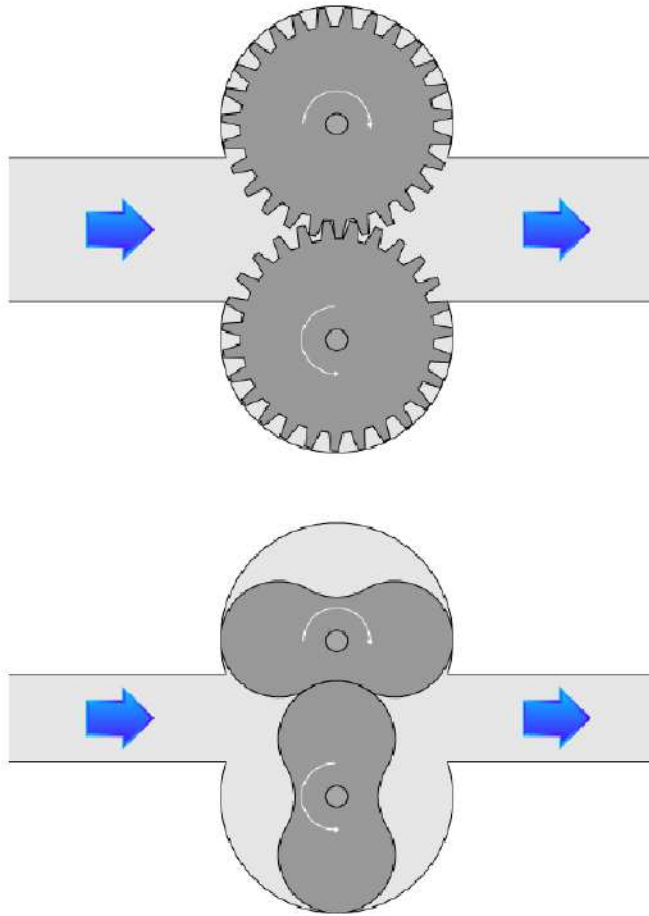


Flöde, volumetriska mätmetoder

Vissa mätare fungerar genom att hela kvantiteter av en fast volym räknas, dessa typer kallas för volymmätare eller PD-mätare (Positive Displacement).

De vanligaste givarna när man ska kontrollera flödet med volymmätare är Ovalhjulsmätare, Kolvmätare och IMO-mätare.

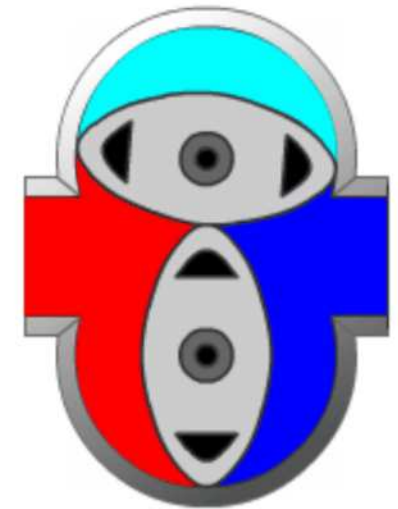
Samtliga metoder bygger på att mediet passerar ett eller flera "mätkärl" som har en bestämd volym. Genom att fylla och tömma dessa kontinuerligt och mäta tiden kan man räkna ut flödet.



En annan mätare som arbetar enligt volymmetoden är Ovalhjulsmätaren.

Denna består av två ovala hjul som roterar i en mätkammare. När dessa har roterat ett varv har precis en viss volym passerat givaren.

Noggrannheten ligger omkring $\pm 0,2\%$, och givaren klarar vätskor och gaser.

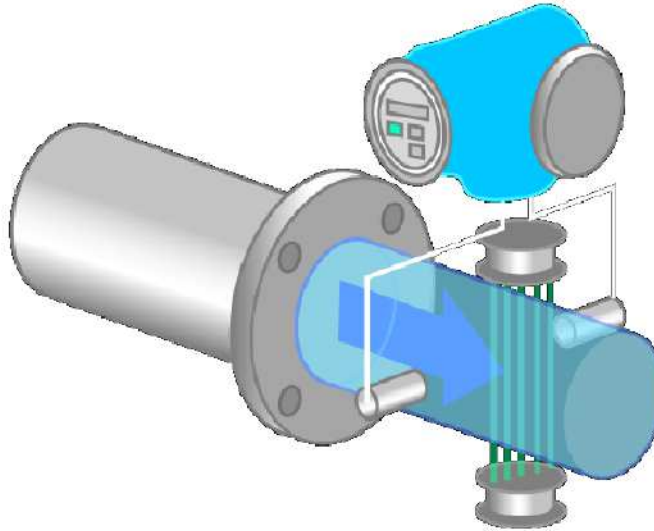


Flöde, beröringsfria mätmetoder

Mätmetoder som inte påverkar flödet och som inte heller har några rörliga delar är mycket lämpliga när det gäller att mäta smutsiga eller trögflytande medier.

Ett exempel är mätaren som baserar sig på den magnetiska induktionslagen. Den består av två magnetpoler som alstrar ett homogent magnetfält, spolarna monteras utanpå mätröret.

Tvårs röret och magnetfältet finns två elektroder som känner av störningar i magnetfältet, dessa är monterade på rörets insida.



Denna mätare kallas magnetisk flödesgivare eller Mag-rör. Vätska (som måste vara elektriskt ledande) fungerar som en ledare mellan dessa elektroder.

Den fysikaliska mätprincipen grundar sig på Faradays lag som säger att en ledare som förflyttas med en viss hastighet genom ett magnetfält inducerar en elektrisk spänning mellan ändpunkterna. Denna spänning är proportionell mot hastigheten.

Denna mätare reagerar inte på partiklar, gasblåsor eller slam i mediet. Vid normal användning behövs inget rutinunderhåll om inte den produkt som mäts ger avlagringar.



Flöde, beröringsfria mätmetoder

Metoder som använder sig av ultraljud kallas akustiska mätgivare. De vanligaste är Löptidsmätaren och Dopplerflödesmätaren.

Med ultraljud menas en akustisk signal som utnyttjar frekvenser ovanför hörbart område, dvs $> 20\,000\text{ Hz}$.

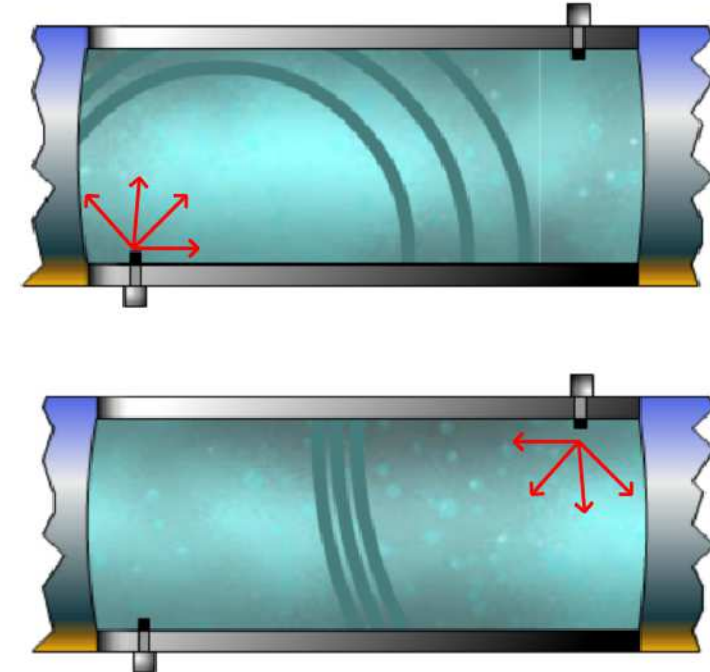
Löptidsmätaren mäter den tid det tar för ljudpulser att fortplantas i mediet i två olika riktningar längs en given sträcka.

Doppler-metoden bygger på principen att frekvensen förändras då ljudvågen reflekteras från ett rörligt föremål.

Löptidsmätaren har två mätsonder. De skapar vibrationer som i sin tur alstrar ljudvågor i det strömmande mediet.

Metoden går ut på att skicka ljudpulser från en sändare till en mottagare diagonalt med röret i mot mediets riktning.

Tiden det tog för ljudpulsen att nå målet lagras och jämförs sedan med hur lång tid det tar om man skickar en puls åt motsatt håll, i mediets flödesriktning. Genom att kontinuerligt jämföra tiderna kan man beräkna flödet.



Flöde, beröringsfria mätmetoder

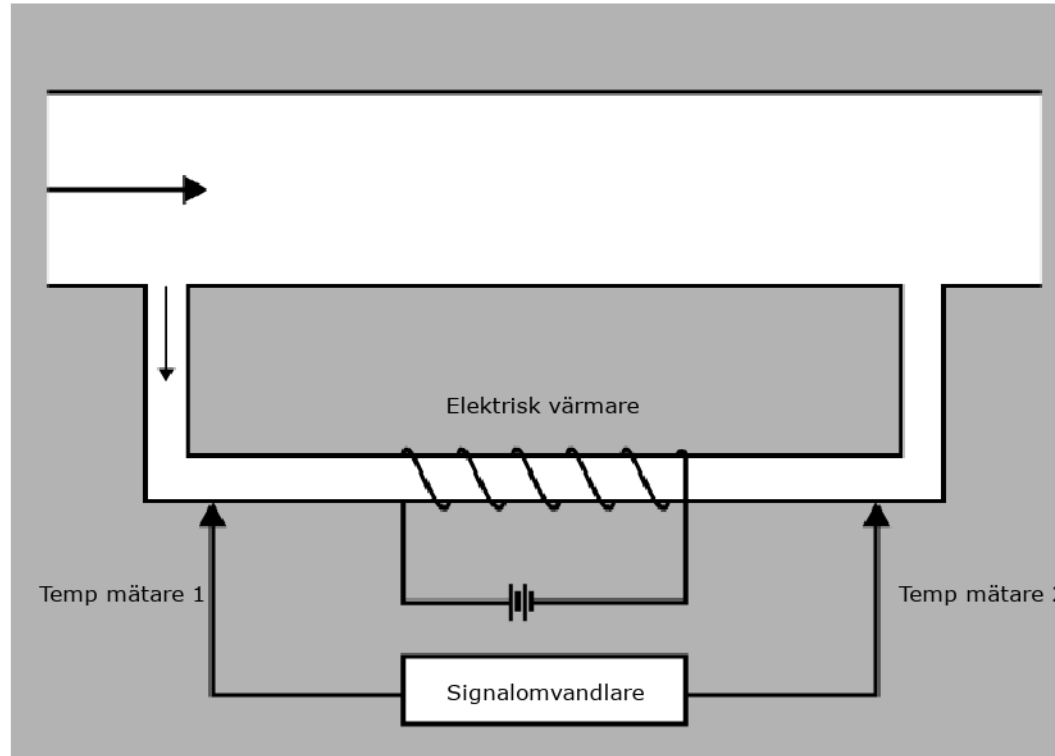
En gasflödesmätare används för att mäta flödet på rena gaser.

Flödet delas in i två delar, en större och en mindre del. Den mindre delen leds genom avläsningsröret och den större genom huvudröret. Skillnaden mellan dessa strömmar är oberoende av hur stor flödesmängden är och man kan därför räkna enbart på den lilla strömmen.

En elektrisk värmekälla värmer upp gasen som strömmar genom det lilla röret och temperaturen på gasen mäts före och efter uppvärmningen.

Man kan sedan med hjälp av temperaturskillnaden räkna ut massflödet.

En annan variant av gasflödesmätare regleras temperaturen till en viss nivå. Sedan mäts hur mycket effekt som åtgår för att värma gasen. Ju mer effekt som åtgår desto mer högre flödes hastighet har gasen.

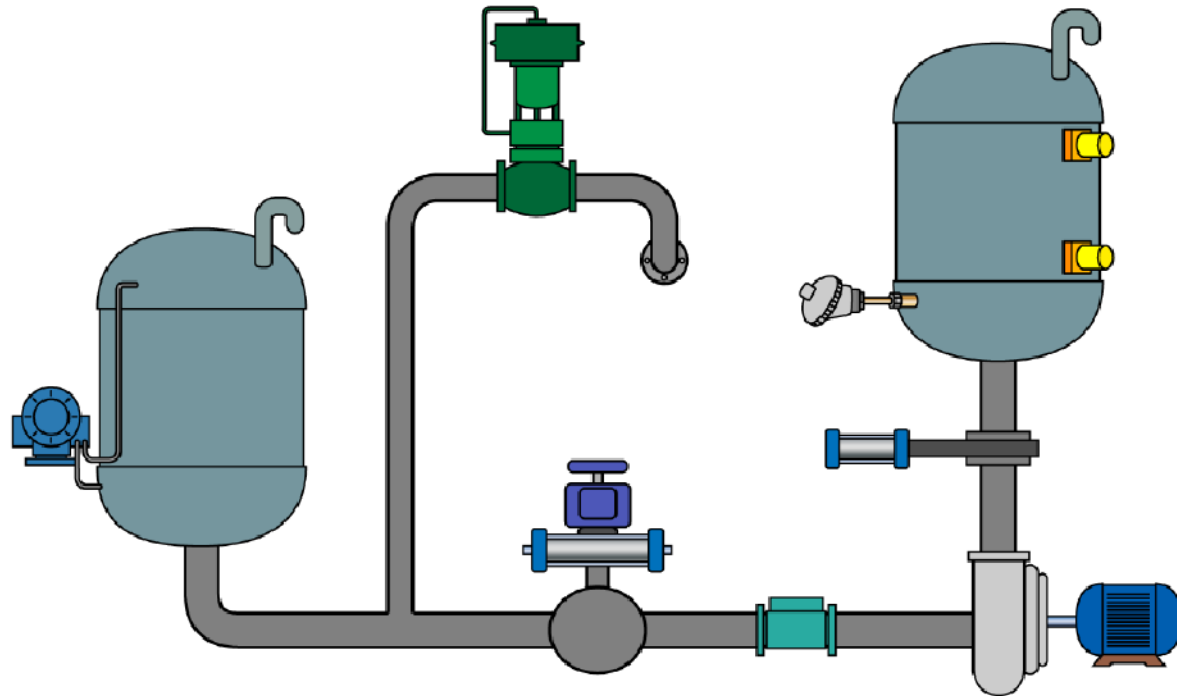


Styrdon

När man har fått reda på hur det "ligger till" i processen vill man kanske påverka process på något sätt. Öka värmen, tillföra mer kemikalier, öka flödet av kylvatten osv.

Det är just det som är styrdonens uppgift, att påverka processen.

De vanligaste styrdonen är ventiler och pump (motor), men man kan även stöta på andra såsom radiatorer och cylindrar.



Digital och analog styrning

På samma sätt som givare kan arbeta med digitala (till/från) eller analoga (0 till 100%) signaler, kan även styrdonen styras digitalt eller analogt.

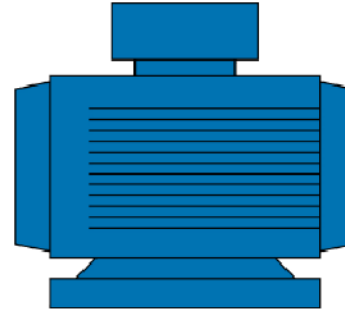
I detta exempel använder vi två motorer, en som styrs digitalt och en analogt. Men även ventiler kan vara digitalt eller analogt styrda.



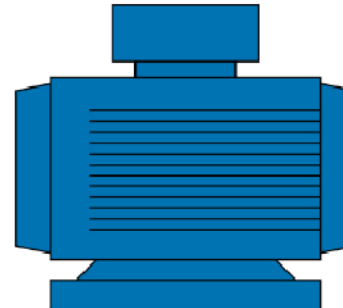
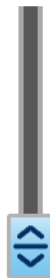
Prova att starta och köra motorn med digital och analog styrning.

Loggern (kurvorna bredvid motorn) visar med vilket varvtal motorn roterar.

Digital styrning av motor



Analog styrning av motor



Ventiler

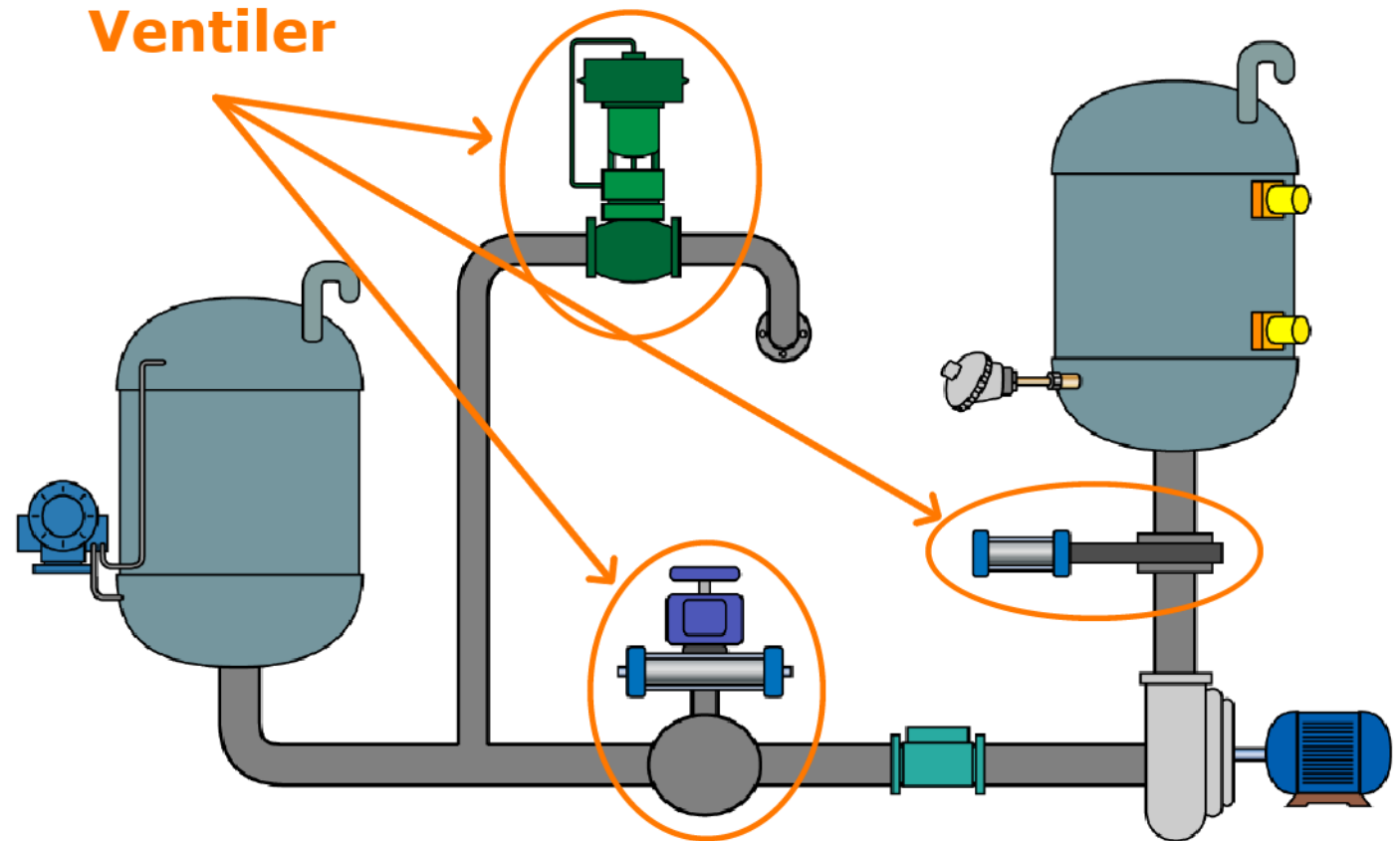
En ventil har till uppgift att styra genomflöde. Det finns ett stort antal olika varianter på hur själva strypningen fungerar. Men ventilens rörelse är antingen linjär eller roterande.

Exempel på ventiler med linjära rörelser:

- sätesventil
- skjutspjäll

Exempel på ventiler med roterande rörelser:

- kulventil
- vridspjäll
- kalottventil



Positionerare, ställdon, ventil

En pneumatisk reglerventil består av tre delar:

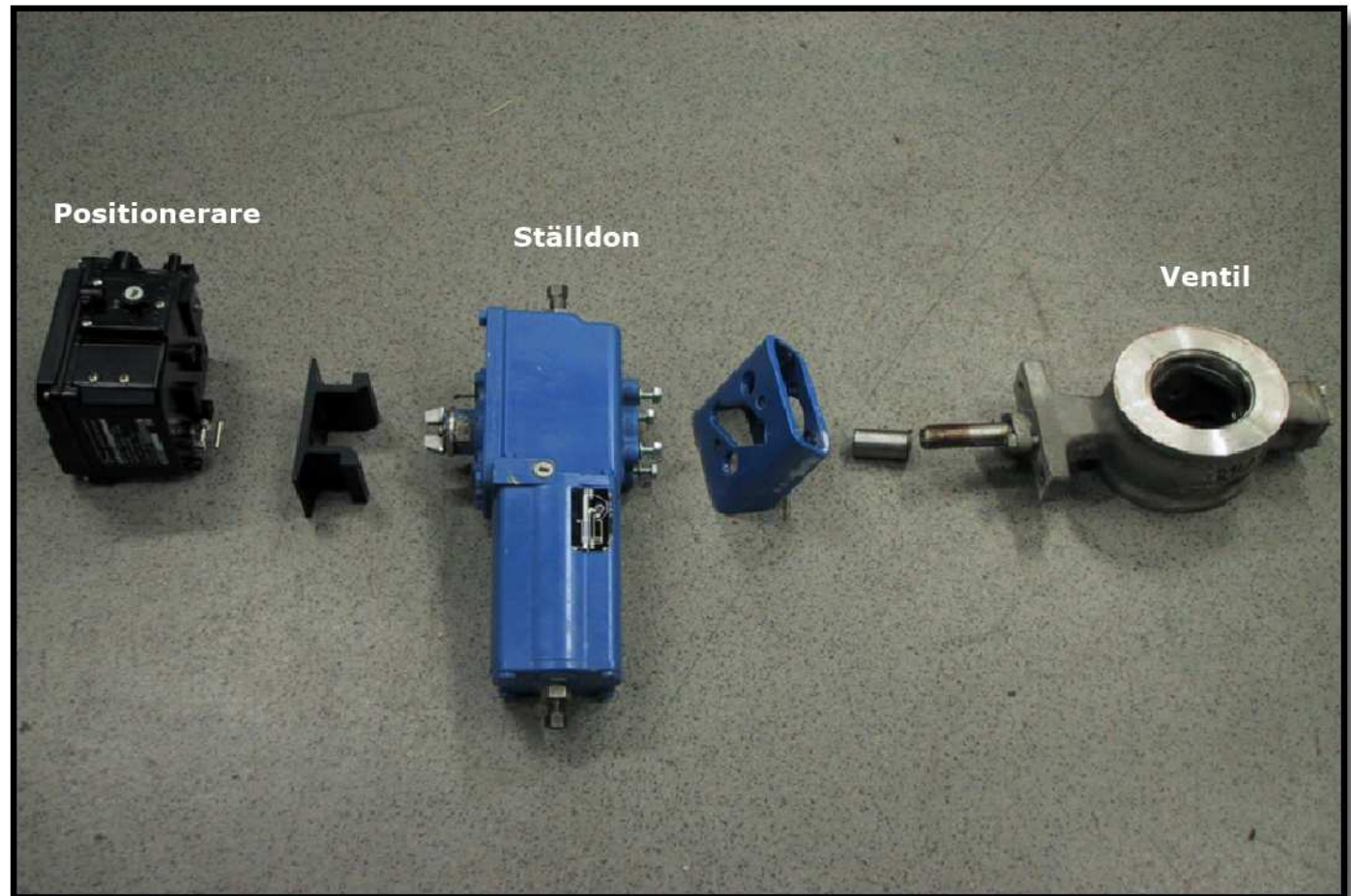
- positionerare
- ställdon
- ventil

Positioneraren har som uppgift att ta emot styrsignalen och påverka pilotventilen för att arbetsluften ska påverka ställdonet.

Ställdonet har som uppgift att vrida eller lyft ventilen med hjälp av arbetsluften.

Och slutligen har ventilen som uppgift att påverka flödet genom ventilen.

Den andra varianten av ventiler har ett elektriskt ställdon, dvs en elmotor som roterar ventilen.



Sätesventil

Sätesventiler har linjära rörelser. En konisk kägla förflyttas upp och ner i ett säte för att reglera flödet.

En sätesventil är en bra reglerventil, och klarar både högt tryck över ventilen (tryckfall) och höga temperaturer.

Vid höga tryckfall över ventilen kan en variant av sätesventil användas, som kallas dubbelsäte. Då är sätet och kägla konstruerad så att trycker verkar öppnande på ena delen och stängande på andra för att kompensera för det höga tryckfallet.

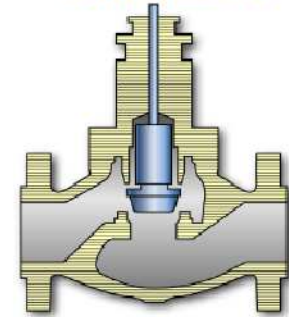
Ett annat exempel på sätesventil är nålventiler.



Prova att trycka på knappen för att se hur kraften från trycket påverkar konen i ventilerna.

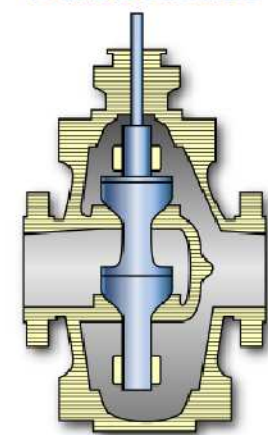


Enkelsäte



Visa
tryckpilar

Dubbelsäte

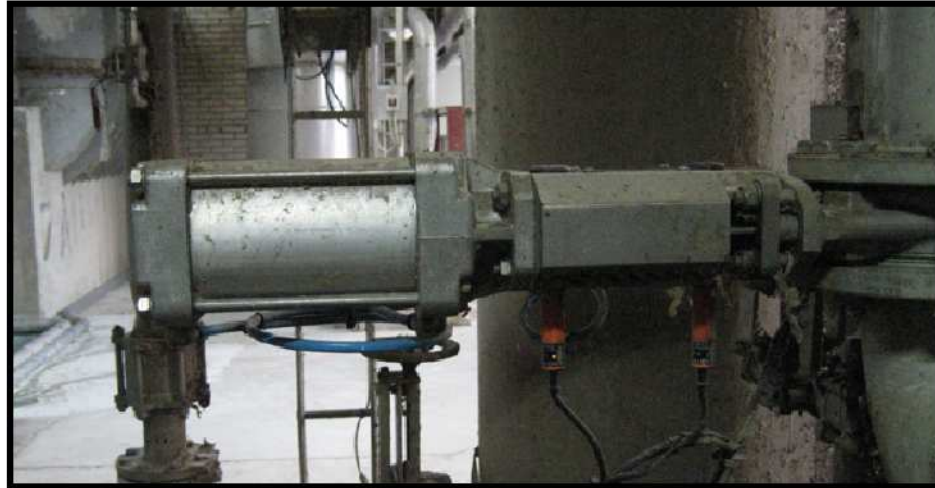


Skjutspjäll

En annan typ av linjära ventiler är skjutspjäll. Ett skjutspjäll styrs digitalt, dvs öppen eller stängd.

Ett spjäll trycks in i ledningen för att stoppa flödet.

Denna typ av ventiler används inte som reglerventiler, utan i huvudsak som avstängningsventiler.



Kulventil

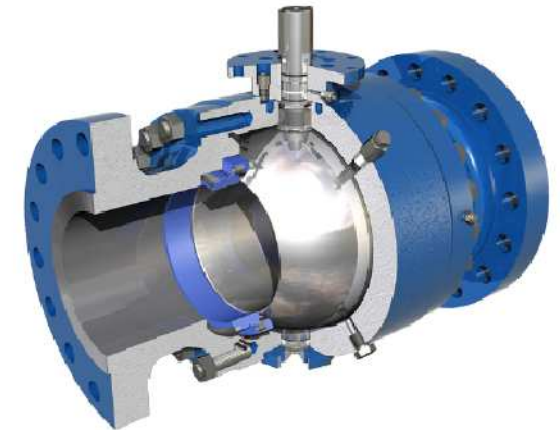
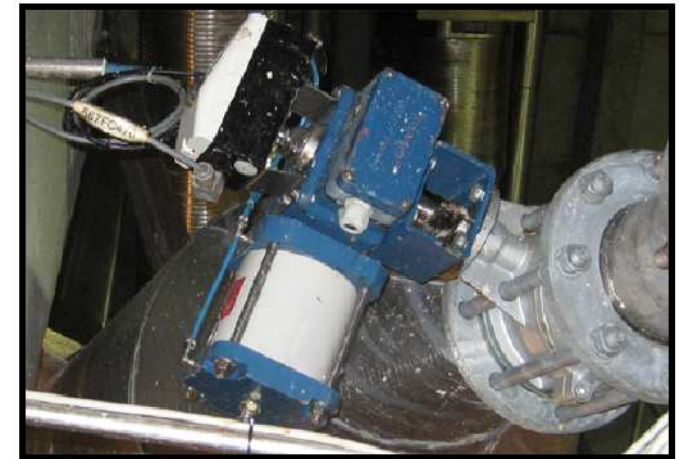
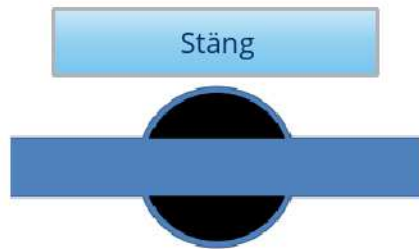
Kulventiler används främst som avstängningsventiler, för att de har bra täthet. Så när en kulventil är stängd är det inget genomflöde alls.

Många handventiler (bilden) är kulventiler.

Enkelt uttryckt är ventilen en kula med hål igenom.



Prova att öppna och stänga ventilen nedan.



Kalottventil

Principen för en kalottventil är densamma som för en kulventil, fast man använder bara en del av kulan.

Utformningen av kalotten kan göras utifrån de behov man har. T ex att öppna snabbt i början och sedan långsammare, eller tvärt om att öppna försiktigt i början och sedan snabbare och snabbare.

En kalottventil är en bra reglerventil.



Om man har högt tryckfall över ventilen kan väldigt höga ljud bildas. Kalotten till vänster har en insats "pinnarna" för ljuddämpning.



Vridspjäll

Vridspjäll finns i en mängd olika varianter, t ex den vanligaste som består av en platta (spjäll) som vrids för att påverka flödet. Men det kan också vara som jalusi eller spjäll som inte är excentrisk.

Denna typ av ventiler är relativt billiga och enkla. När ventilerna blir väldigt stora är de nästan alltid vridspjäll.

Nackdelar är att även fullt öppen ger denna ventil en viss strypning, och flödet ändras inte heller linjärt mot styrsignalen.



Vridspjäll kan vara väldigt stora.



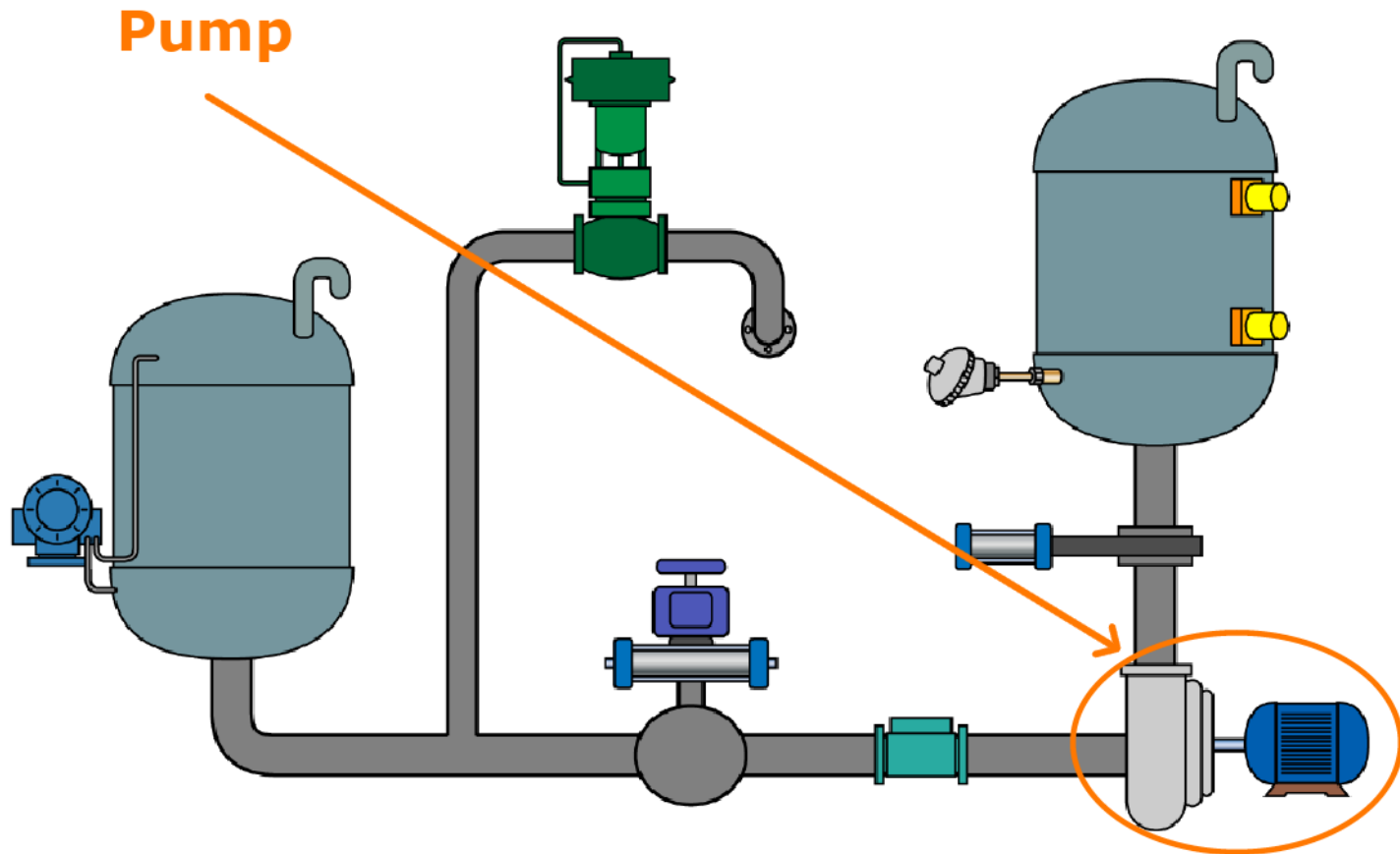
Pumpar och fläktar

Vi stöter dagligen på många exempel på pumpar och fläktar, allt ifrån kylfläkt i datorn och bränslepump i bilen till massapump inom industrin och luftfläktar till ventilationen.

Pumpens uppgift är att öka mediets rörelseenergi, t ex att öka flödet på en vätska. Fläktens uppgift är samma fast för gaser.

Man delar in pumpar i:

- rotodynamiska pumpar (centrifugalpumpar)
- förträngnings- och deplacementpumpar
- övriga pumpar



Rotodynamiska pumpar

I en rotodynamisk pump roterar ett hjul i ett pumphus. Då "kastas" vätskan ut mot väggarna i pumphuset, och därigenom skapas flödet.

Det innebär också att en rotodynamisk pump måste komma upp i ett visst varvtal innan den börjar fungera, samt att pumparna ska startas mot en stängd ventil.

Exempel på rotodynamiska pumpar är:

- centrifugalpump
- propellerpumpar
- massapumpar



Förträngnings- och displacementpumpar

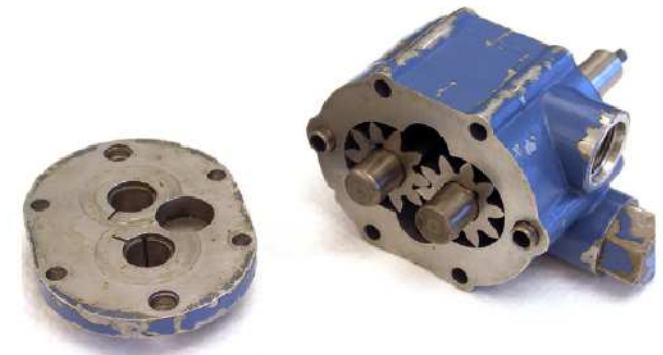
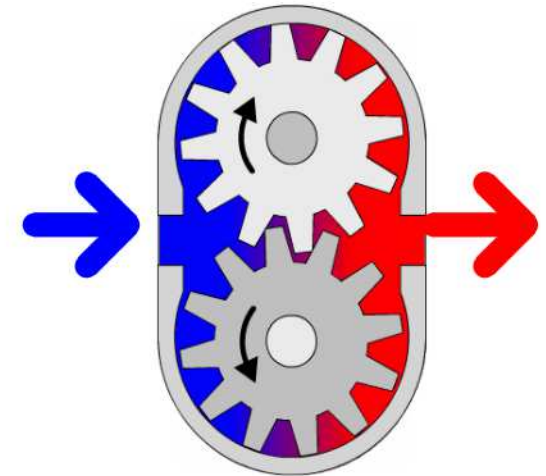
Förenklat uttryckt så fungerar dessa pumpar genom att avgränsa en bestämd mängd vätska och förflyttar den från sugsidan till trycksidan.

Dessa pumpar skapar teoretiskt sett oändligt tryck, därför måste de både startas och stoppas mot öppen ventil. De är ofta utrustade med överströmningsventil för att förhindra att pumpen förstörs.

De genererar även flöde vid alla varvtal, även mycket låga.

Exempel på förträngnings- och displacementpumpar är:

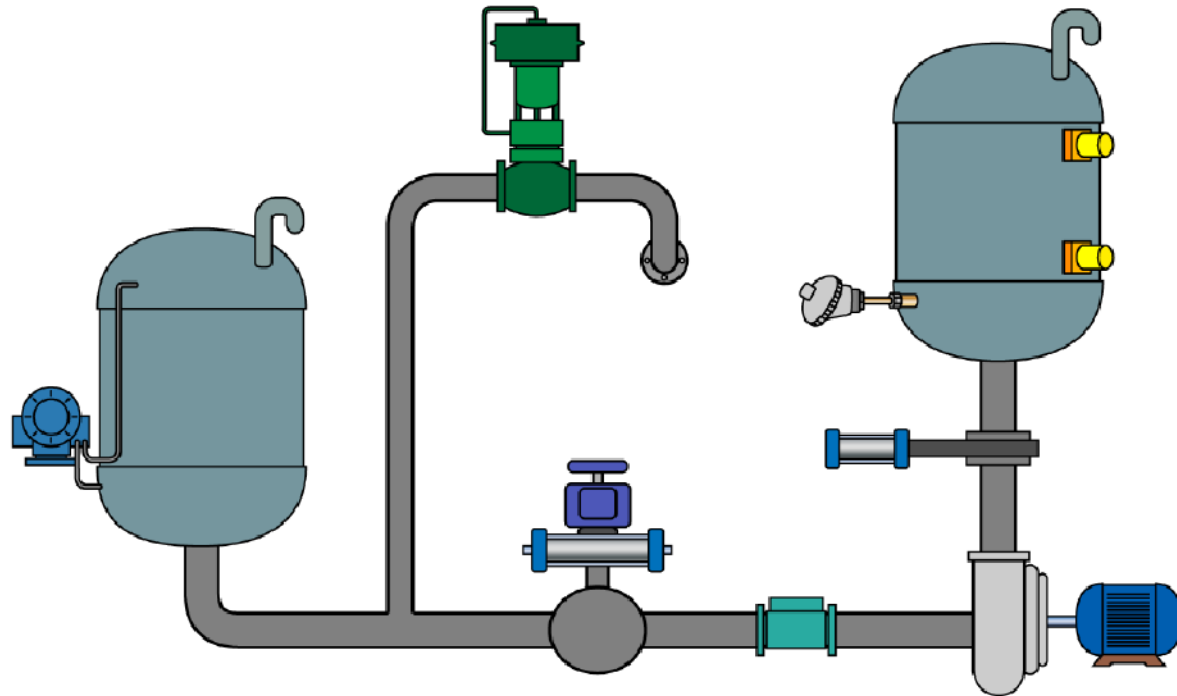
- kolvpumpar
- kuggpumpar
- membranpumpar
- skruvpumpar



Reglerteknik

Slutligen när alla komponenter gör som det är tänkt, måste man också reglera. Och det är regulatorns uppgift att göra det.

I de kommande stegen ska vi titta kort på hur man reglerar.



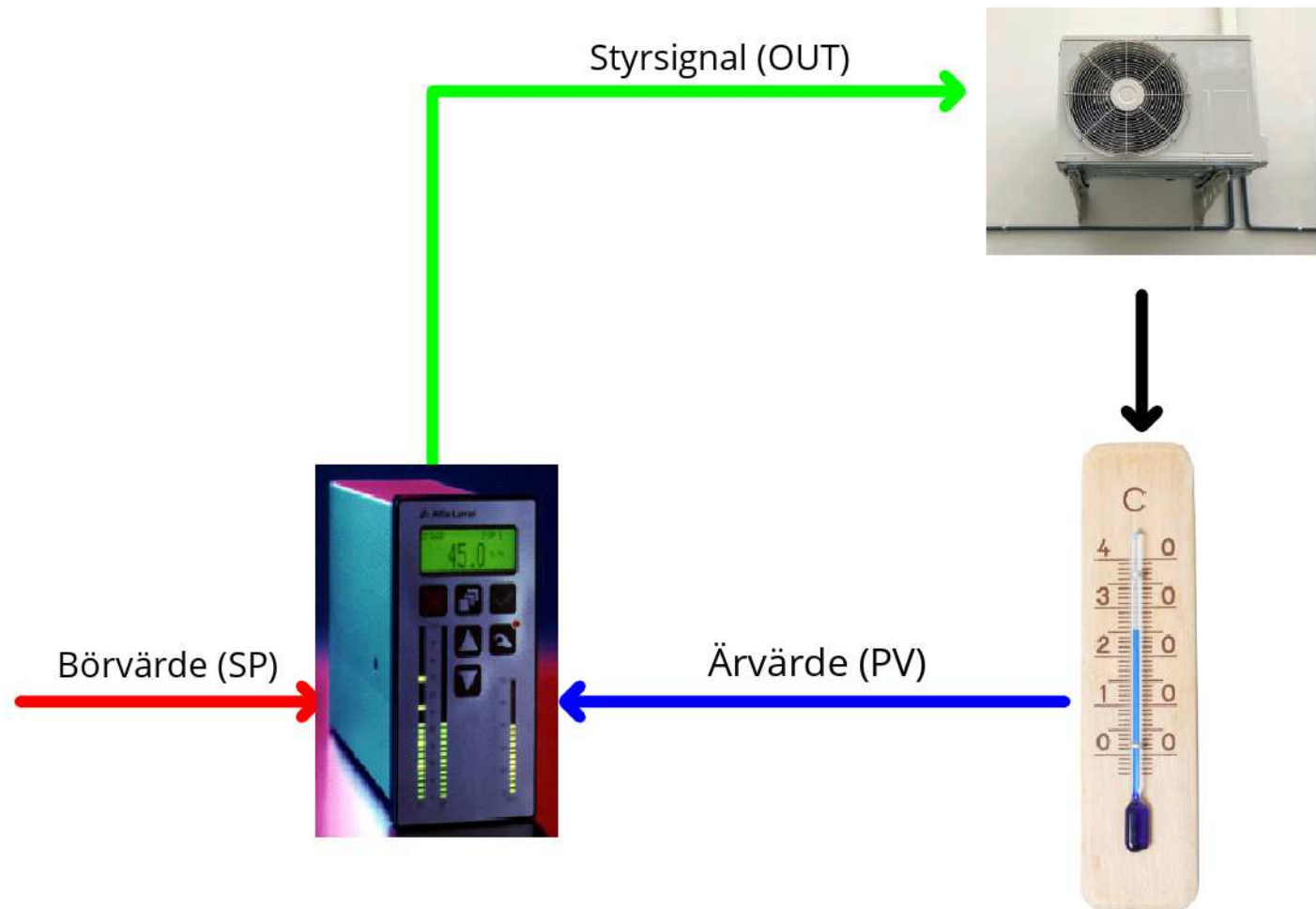
Reglerkrets

En reglerkrets är alla de delar som krävs för att vi ska kunna reglera. Vi har tidigare tittat på komponenterna, nu ska vi titta på själva regleringen.

Det värde man vill ha kallas börvärde. Det är med andra ord det värde man ställer in, t ex önskad temperatur i rummet eller hastigheten på farthållaren.

Regulatorn får ett värde från givaren, detta kallas ärvärde och är det värde som processen har just nu.

Regulatorns uppgift är sedan att jämföra ärvärdet med börvärdet, och bestämma om processen behöver öka eller minska. Regulatorn påverkar processen genom styrsignalen, som i sin tur påverkar styrdonet.



Till/från och PID

I huvudsak talar man om två olika regulatorer, Till/från och PID.

En till/från-regulator arbetar med styrsignal som är till eller från (0 eller 100%). Är ärvärdet större än börvärde så är styrsignalen från, och är ärvärdet mindre än börvärdet så är styrsignalen till.

PID-regulatorn arbetar med en styrsignal som varierar mellan 0 till 100%. Vi ska titta på vad PID betyder i kommande steg.

Exempel på till/från-regulator:

- temperatur i kylskåp
- temperatur i ett strykjärn

Exempel på PID-regulator:

- farthållaren i bilen (hastighet)



Testa att ändra mellan till/från och PID-regulator. Prova även att ändra den önskade nivån.



PID

Benämningen PID kommer från de tre inställningarna som man kan göra i en PID-regulator.

P - proportionell reglerverkan, "grovarbetaren"

I - integrerande reglerverkan, "finliraren"

D - deriverande reglerverkan, "spå gumman"

Man måste inte använda alla delarna (P, I och D) i regulatorn. Absolut vanligast är att man endast använder P- och I-delen, en s k PI-regulator. Den löser de allra flesta reglerproblem.

P-delen måste man dock alltid ha med.

P-delen

- lämnar alltid ett kvarstående reglerfel, dvs en skillnad mellan ärvärde och börvärde.
- för stor P-del ger en svängig process, i värsta fall självsvängning

I-delen

- tar hand om det reglerfel som P-delen lämnar.
- för kort I-tid ger en svängig process.

D-delen

- väldigt känslig för störningar på signalerna, kan därför inte användas på snabba processer.
- gör processen stabilare, vilket ger att man kan optimera P- och I-delen snabbare utan att processen svänger (om man har D-delen rätt inställd och processen passar att använda D-delen i). Dvs inga störningar på ärvärdet.



P

P-delen tittar på skillnaden mellan bör- och ärvärde och multiplicerar sedan detta med förstärkningen. Detta blir styrsignalen från P-delen.

$$Ut = BV - PV * F$$

Börvärde	Ärvärde	Förstärkning (P-delen)	Styrsignal
50.0%	45.0%	2.0	10.0%



Testa att öka förstärkningen, och se vad som händer.



P

Här har vi en nivåreglering med P-regulator.

Som du kan se kommer aldrig ärvärde upp till börvärdet.
Med en förstärkning (inställningen på P-delen) på 2, så stannar ärvärdet på knappt 30%.



Testa att öka förstärkningen, och se vad som händer.

Testa även hur högt du kan gå med förstärkningen innan du får självsvängning.



I

Nu ska vi titta på hur I-delen arbetar.

Precis som P-delen så tittar I-delen på skillnad mellan börvärde och ärvärde. Men istället för att lägga på hela förändringen direkt (som P-delen gör) så görs förändringen av styrsignalen under en viss tid. Och det är denna tid som man ställer in i I-delen.

Börvärde	Ärvärde	I-tid (I-delen)	Förändrings- hastighet på Styrsignal
50.0%	45.0%	10.0s	0.50%/s



Testa att ändra värdena och se hur förändringshastigheten varierar.

Prova också om den kan bli negativ.



I

Nu har vi kopplat en PI-regulator mot hastighetsreglering i en bil.



P-delen är inställd till 3, den behöver du inte ändra (om du inte vill).

När ärvärdet har stabiliserat sig, ändra I-tiden till 20s och studera hur regulatorn reagerar. Skriv ut kurvorna om du har möjlighet.

Ta sedan bort I-tiden igen och låt den stabilisera sig. Därefter kan du ändra I-tiden till 5s och se hur den reagerar på den I-tiden. Jämför kurvorna.

Fundera på vilken av dessa regleringar du tycker är bäst.



D

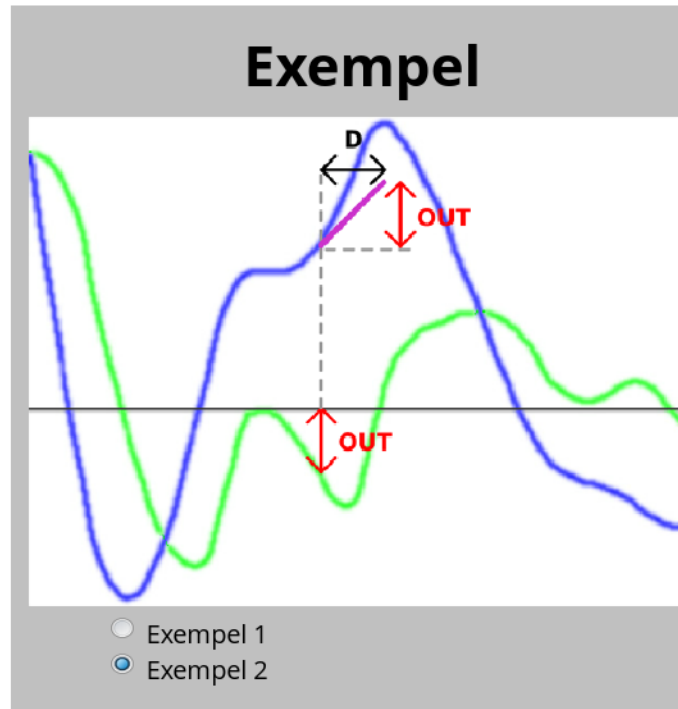
D-delen arbetar inte alls som P- och I-delen.

D-delen struntar i börvärdet. Den tittar bara på förändringshastighet på ärvärdet (eller förändringshastigheten på reglerfelet (SP - PV)).

Vid en viss förändringshastighet på ärvärdet räknar D-delen ut vilket förändringen skulle bli (framåt i tiden) om förändringshastigheten är konstant.

Ett exempel, om ärvärdet ändrar sig med $+0,5\%/s$ och D-tiden är inställd till 3 sekunder. För att motverka den "kommande" förändringen, minskar D-delen styrsignalen med $(3 \cdot 0,5)$ 1,5%-enheter.

Det innebär också att när ärvärdet ligger stabilt (oavsett hur långt från börvärdet det ligger) så är utsignalen från D-delen 0%.



■ Ärvärde

■ Styrsignalen från D-regulatorn



Optimering (inställning av P, I och D)

För att få regulatorn att bete sig som man vill måste man optimera den. Dvs välja vilken typ av regulatorn man vill ha (PI eller PID) samt ställa in parametrarna.

Det finns flera olika metoder för att optimera en regulator. De flesta metoder bygger på att man antingen sätter process i självsvängning eller att man gör en stegförändring på styrsignalen. Sedan studerar man hur processen reagerar på svängningen eller steget. Efter det kan man beräkna lämpliga parametrar.

Har man inte tillgång eller möjlighet att använda någon sådan metod kan man göra en optimering manuellt ofta med acceptabelt resultat.

Några tankeregler för att lyckas med detta:

- De allra flest reglerproblem löser man med en PI-regulator, så testa alltid med den först.
- Slå av I-delen (ställ I-tiden till noll), och testa sedan fram en förstärkning som gör att ärvärdet följer efter börvärdet (med en viss avvikelse) utan att styrsignalen svänger för mycket. Börja med en låg förstärkning.
- Ställ sedan in I-tiden, börja med en väldigt hög I-tid (1 000 s). Studera hur regulatorn reagerar på detta, händer inget så kan man minska den ganska drastiskt (till 100s). Fortsätt sedan tills du får en optimering som känns bra.

Om man har problem med en reglerkrets som är optimerad men som svänger. Så ska man först kontrollera att det inte är något fel på komponenterna i reglerkretsen, glappande ventil eller beläggning på givaren.

Svängningar kan komma från både P-delen och I-delen. Men det är enkelt att testa varifrån svängningarna kommer. Öka den inställda I-tiden till 10 gånger så stor. Om svängningarna slutar var det I-delen som var problemet, kvarstår svängningarna är problemet P-delen.

Svängningarna kan även komma utifrån, t ex tryckvariationer i ångledningar.



Optimering

Här har du möjlighet att prova att optimera regulatorn till några olika processer.



Klicka på ikonerna nedan för att testa de olika processerna. Optimera sedan genom att ändra parametrarna P, I och D i regulatorn.



Oskar Persson
P&L Nordic AB

Aktivitetspoäng
0 av 33

Energiutrustning



Sidnummer
4:11



Sammanfattning

Analog givare (mätDon) har som uppgift att mäta en storhet. Digitala givare ska kontrollera om något finns där.

Analoga givare kan t ex mäta:

- temperatur
- tryck
- flöde
- koncentration

De vanligaste digitala givarna är:

- Kapacitiv - känner av allt utom gas
- Induktiv - känner av metaller
- Optiska - någon typ av ljusstråle som bryts

StyrDon har som uppgift att påverka processen.

De vanligaste styrDonen är:

- ventil
- motor

Även styrDon kan styras digitalt eller analogt.

Ventiler kan styras pneumatiskt (tryckluft) eller via en motor. Det finns flera olika typer av ventiler som är bra på olika saker.

Bra reglerventil är:

- sätesventil
- kalottventil
- vridspjäll

Medan avstängningsventil kan vara:

- kulventil
- skjutspjäll



Sammanfattning

För att sedan få det värde man vill ha i processen använder man en regulator.

De vanligaste regulatorerna är:

- Till/från-regulator
- PID-regulator

Till/från-regulatorns styrsignal är endast 0 eller 100%, från eller till. Vanligt användningsområde är t ex en termostat.

PID-regulatorn styr analogt, styrsignal som varierar mellan 0 till 100%.

En PID-regulator har tre parametrar, P, I och D.

Dessa kan man kombinera för att få olika regleringar. P-delen måste alltid finnas med, och absolut vanligast är att man kombinerar P- och I-delen. En s k PI-regulator.

- P - proportionell reglerverkan
- I - integrerande reglerverkan
- D - deriverande reglerverkan

P

- lämnar alltid ett kvarstående reglerfel, dvs en skillnad mellan ärvärde och börvärde
- för stor P-del ger en svängig process

I

- tar hand om det reglerfel som P-delen lämnar
- för kort I-tid ger en svängig process

D

- väldigt känslig för störningar på signalerna
- gör processen stabilare, vilket ger att man kan optimera P- och I-delen snabbare utan att processen svänger

