



Patent- og
Varemærkestyrelsen

(51) Int.Cl⁸: F 16 K 31/04 G 05 D 16/20

(21) Patentansøgning nr: PA 1987 03539

(22) Indleveringsdag: 1987-07-09

(24) Løbedag: 1987-07-09

(41) Alm. tilgængelig: 1988-01-16

(45) Patentets meddelelse bkg. den: 2000-03-06

(30) Prioritet: 1986-07-15 JP 61/167255

(73) Patenthaver: T L V Co. Ltd., 881 Nagasuna, Noguchi-cho, Kakogawa-shi, Hyogo 675, Japan

(72) Opfinder: Yoshihiko Hasegawa, 81 Takamatsu-cho, Nishiwaki-shi, Hyogo, Japan

(74) Fuldmægtig: Patentingeniør K. Skøtt-Jensen, Lemmingvej 225, 8361 Hasselager, Danmark

(54) Benævnelse: Selvregulerende trykstyringsventil.

(56) Fremdragne publikationer:

GB 1372070

GB 2049228

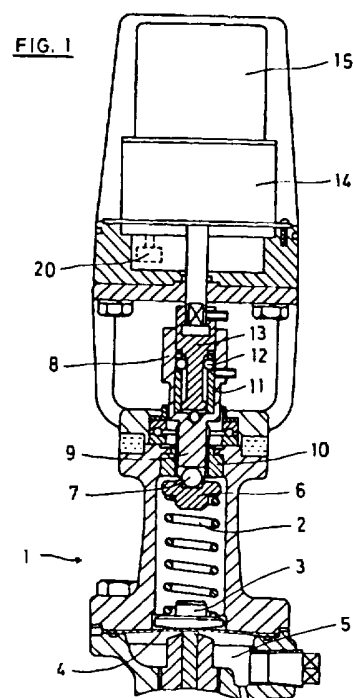
US 4059128

US 4550747

GB 2165372

(57) Sammendrag:

En selvregulerende trykstyringsventil omfattende som hovedkomponenter en trykstyringsventil (50) og en trykindstillingsenhed (58, 72) til indstilling af et indstillingstryk. Den trykregulerende stilling af det trykregulerende element (8) af den trykregulerende enhed (50) reguleres på basis af den forudbestemte funktionelle relation mellem den trykregulerende stilling af det trykregulerende element (8) og det styrede tryk, således at det trykregulerende element er rigtigt anbragt til indstilling af det styrede tryk til indstillingstrykket.



Den foreliggende opfindelse angår en selvregulerende trykstyringsventil, der er i stand til at styre det sekundære tryk, nemlig trykket i et tilhørende styret system ved et forud bestemt indstillet niveau ved hjælp af selv-
5 styring af den trykindstillende betingelse på basis af et styresignal, der svarer til det øjeblikkelige herskende tryk i styresystemet detekteret ved hjælp af trykdetekteringsorganer.

Ifølge japansk patentansøgning nr. 59-207779 har an-
10 søgeren til den foreliggende patentansøgning foreslået en automatisk trykreducerende membranventil. Denne automatiske trykreducerende membranventil omfatter en trykreducerende membranventilenhed, en trykindstillingsenhed inkluderende en trykindstillingsfjeder, en aktuator til styring
15 af trykindstillingsenheden og en styreenhed, som afgiver et styresignal til aktivering af aktuatoren, når trykafvigelsen ved et detekteret sekundærtryk, nemlig det styrede tryk, fra et ønsket tryk eller måltryk overstiger en forud bestemt referenceafvigelse, således at trykafvigelsen
20 reduceres til nul.

Denne automatiske trykreducerende membranventil er i stand til at gennemføre en stabil trykreduceringsoperation til stabilisering af sekundærtrykket ad mekanisk vej, medens trykafvigelsen for sekundærtrykket befinder sig under
25 referencetrykafvigelsen. Eftersom den automatiske trykreducerende membranventil regulerer sekundærtrykket på basis af resultatet af en sammenligning mellem den detekterede trykafvigelse og referencetrykafvigelsen, tager det imidlertid lang tid at stabilisere sekundærtrykket ved et
30 forud bestemt indstillingstryk.

Det er et formål ifølge den foreliggende opfindelse at tilvejebringe en selvregulerende trykreguleringsventil, der er i stand til hurtigt at indstille sekundærtrykket til en forud bestemt indstillingsværdi.

Den foreliggende opfindelse gør brug af det funktionelle forhold mellem positionen af trykregulerende organer og sekundærtrykket ved en selvregulerende trykreduceringsventil omfattende de nævnte trykreguleringsorganer og drivorganer til at drive de nævnte trykreguleringsorganer.

Til opnåelse af dette formål tilvejebringer den foreliggende opfindelse en selvregulerende trykstyringsventil omfattende: En trykstyringsventilenhed, en detekteringsenhed til detektering af sekundærtrykket, en trykreguleringsenhed til regulering af sekundærtrykket i trykstyringsventilenheden, en drivenhed til indvirkning på trykreguleringsenheden, en styreenhed til at styre drivenheden og en trykindstillingsenhed til indstilling af et indstillet tryk.

Styreenheden styrer drivenheden på basis af den funktionelle relation mellem positionen for trykreguleringsenheden og sekundærtrykket svarende til det styrede tryk til indstilling af sekundærtrykket til en ønsket værdi, nemlig den indstillede trykværdi.

I en udførelsesform for den foreliggende opfindelse omfatter styreenheden en datamat eller regneheden omfattende aritmetiske organer, korrektionsorganer og hukommelsesorganer.

Ifølge den foreliggende opfindelse gælder det, at når et vilkårligt valgt tryk er indstillet ved hjælp af trykindstillingsenheden, udregner styreenhedens operationsorgan en passende position for det trykregulerende organ i trykreguleringsenheden på basis af den funktionelle relation mellem sekundærtrykket og positionen for det trykregulerende element, hvorefter styreenheden afgiver et styresignal til drivenheden til indstilling af positionen for det trykregulerende element til en udregnet passende position, således at sekundærtrykket reguleres til det indstillede tryk.

Når sekundærtrykket således er indstillet til indstillingstrykket, påbegynder den selvregulerende ventilenhed en mekanisk trykstyreoperation på konventionel måde. Når yderligere finstyring af sekundærtrykket er nødvendig, er det ønskeligt at anvende et sekundærtryk-detekteringsorgan til detektering af sekundærtrykket kontinuerligt eller periodisk og styre drivenheden ved hjælp af et korrektionssignal, der udregnes af styreenhedens operationsorgan på basis af forskellen mellem det indstillede tryk og det detekterede sekundærtryk til styring af sekundærtrykket kontinuerligt eller periodisk.

På denne måde er den selvregulerende trykstyringsventil i stand til hurtigt at reagere på variationer i sekundærtrykket og hurtigt at regulere sekundærtrykket, nemlig det styrede tryk til et indstillet tryk, dvs. til et ønsket tryk eller måltryk.

Opfindelsen vil i det følgende blive nærmere forklaret i forbindelse med nogle foretrukne udførelsesformer og under henvisning til tegningen, hvor:

- Fig. 1 viser et delvist snit gennem en selvregulerende trykstyreventil, navnlig visende dennes trykreguleringsenhed;
- fig. 2 viser en kurve, der viser forholdet mellem en trykreguleringsenheds trykreguleringsorgan og det styrede tryk;
- fig. 3 viser et blokdiagram over en selvregulerende trykstyreventil ifølge en første udførelsesform ifølge opfindelsen;
- fig. 4 viser et blokdiagram over en selvregulerende trykstyreventil ifølge en anden udførelsesform ifølge den foreliggende opfindelse; og
- fig. 5 viser et blokdiagram over en selvregulerende trykstyreventil ifølge en tredje udførelsesform ifølge den foreliggende opfindelse.

Fig. 1 og 2 viser en første udførelsesform for anvendelsen af den foreliggende opfindelse ved en trykreduceringsventil 1. Idet der henvises til fig. 1, har trykreduceringsventilen 1 en trykindstillingsfjeder 2, hvis ene ende er lejret på et fjedersæde 3, og hvis anden ende er lejret på et fjedersæde 6. Fjedersæderne 3 og 6 presses mod henholdsvis en membran 4 og mod den nederste ende som vist i fig. 1 af en trykreguleringsskruespindel 8 via en kugle 7. Trykreduceringsventilen 1 's sekundærtryk hersker i et trykkammer 5, der er dækket af membranen 4. Membranen 4 's position afhænger af trykbalancen mellem det tryk, der tilføres denne via trykindstillingsfjederen 2 og sekundærtrykket, der hersker inde i trykkammeret 5. Eftersom sekundærtryk-styrefunktionen for membranen 4 er velkendt, vil denne ikke blive nærmere beskrevet.

Et ydre gevind 9 er udformet på den nederste del af trykreguleringsskruespindelen eller -stangen 8. Den gevindforsynede nederste ende af trykreguleringsstangen 8 er skruet ind i et stationært element forsynet med et indvendigt gevind 10 i elementets centrale del. En aksial boring er udformet i den øverste del som vist i fig. 1 af trykreguleringsstangen 8. Et element 11, der fastholder kugler 12, er indsat i den aksiale boring i trykreguleringsstangen 8. En notaksel 13 er indsat i den aksiale boring i trykreguleringsstangen 8 til indgreb med kuglerne 12. Notakslen 13 er forbundet ved hjælp af et reduktionsgear 14 til udgangsakslen på en motor 15.

Eftersom trykreguleringsstangen er i indgreb med det stationære elements indvendige gevind 10, roteres trykreguleringsstangen 8 ved hjælp af notakslen 13, således at den forskydes nedad, når motoren 15 's udgangsaksel roterer i den ene omdrejningsretning, og derved sammentrykkes trykindstillingsfjederen 2 via fjedersædet 6 af trykreguleringsstangen 8 til forøgelse af det indstillede tryk.

Når motoren 15 's udgangsaksel roterer i modsat omdrejningsretning, roteres trykreguleringsstangen 8 i modsat retning, således at den føres opad, og derved reduceres trykindstillingsfjederen 2 's sammentrykning til reduktion
5 af det indstillede tryk.

Den længde, som den nederste ende af trykreguleringsstangen 8 forskydes fra en forud bestemt referencestilling, dvs. en stilling, hvor trykreguleringsstangen 8 's nederste ende er i kontakt med fjedersædet 6 via kuglen 7
10 uden at sammentrykke trykreguleringsfjederen, og hvilken tilstand af stilling i det efterfølgende benævnes "stangpositionen", er proportional med trykindstillingsfjederen 2 's sammentrykning og således med det indstillede tryk som vist i fig. 2. Den foreliggende opfindelse anvender
15 effektivt et sådant forhold mellem trykreguleringsstangen 8 's nederste endes forskydningslængde og det indstillede tryk.

Idet der henvises til fig. 3, der viser en første udførelsesform for den foreliggende opfindelse, omfatter den
20 selvregulerende trykstyringsventil en trykreduceringsventil 1, en trykreguleringsenhed 50 inkluderende trykreguleringsstangen 8, en drivenhed 52 omfattende motoren 15, en trykdetekteringsenhed 54, en signalkonverteringsenhed 55, en styreenhed 56 omfattende en datamat, der lagrer stangpositionsdata, der repræsenterer den funktionelle relation
25 mellem stangposition og det styrede tryk, og en trykindstillingsenhed 58. I den første udførelsesform er motoren 15 en skridtmotor.

Trykdetekteringsenheden 54 's trykføler detekterer
30 sekundærtrykket i trykreduceringsventilen 1 og afgiver et tryksignal, der repræsenterer sekundærtrykket, til signalkonverteringsenheden 55. Derefter konverterer signalkonverteringsenheden 55 tryksignalet til et tilsvarende digitalt tryksignal og fører dette til kontrolenheden 56 's
35 datamat.

Efter modtagelse af et indstillingstryksignal, der repræsenterer et indstillet tryk, fra trykindstillingsenheden 58, udregner datamaten en stangposition, der svarer til det indstillede tryk for trykreguleringsstangen 8 på basis af stangpositionsdata, der tidligere er lagret i datamaten, og fører derefter et impulssignal svarende til den udregnede stangposition til drivenheden 52 til drivning af trykreguleringsenheden 50, således at trykreguleringsstangen 8 forskydes til den udregnede stangposition; følgelig indstilles trykreduceringsventilen 1 's sekundærtryk øjeblikkeligt til det indstillede tryk. Skridtmotoren 15 's udgangsaksels rotationsvinkel er proportional med antallet af impulser i impulssignalet, og således svarer positionen af trykreguleringsstangen 8 til antallet af impulser i impulssignalet.

Trykdetekteringsenheden 54 detekterer sekundærtrykket kontinuert eller periodisk, og signalkonverteringsenheden 55 tilføjer digitale signaler til styreenheden 56 på lignende måde. Styreenheden 56 's datamat sammenligner det detekterede sekundærtryk med det indstillede tryk. Når det detekterede sekundærtryks afvigelse fra det indstillede tryk ligger indenfor et forud bestemt afvigelsesinterval, tilvejebringer styreenheden ikke noget signal til aktivering af drivenheden 52. Når det detekterede sekundærtryks afvigelse fra det indstillede tryk er større end en grænseværdi for det forud bestemte afvigelsesinterval, udregner datamaten en korrektionslængde, ad hvilken trykreguleringsstangen 8 skal forskydes til korrektion for afvigelsen, hvilket finder sted på basis af forskellen mellem det detekterede sekundærtryk og det indstillede tryk og stangpositionsdata, der er lagret i datamaten, derefter tilvejebringer datamaten et styresignal, der repræsenterer den udregnede korrektionslængde for sekundærtrykkorrektionen til aktivering af drivenheden til forskydning af trykreguleringsstangen 8 til finjustering af sekundærtrykket.

Når det indstillede tryk f.eks. er 5 bar, er afvigelsesreferenceområdet $\pm 0,1$ bar, og det detekterede sekundærtryk er 4,5 bar, da udregner datamaten en korrektionslængde svarende til trykafvigelsen på 0,5 bar på basis af stangpositionsdata til forskydning af trykreguleringsstangen 8 i overensstemmelse dermed.

Til en mere avanceret trykstyring lagres digitale data, der repræsenterer den funktionelle relation mellem det indstillede tryk og stangpositionen, f.eks. en forud fastsat korrelation mellem det indstillede tryk og stangpositionen, repræsenteret ved det indstillede tryk i intervaller på 1 bar og de tilsvarende stangpositioner, som tabel i datamatens hukommelsesorgan, hvorved styreoperationen og korrektionsoperationen udføres på basis af de digitale data i overensstemmelse med den forud fastsatte korrelation. Når en korrektion foretages, erstattes de digitale data, der repræsenterer den tidligere stangposition, med de korrigerede data, der repræsenterer den nye stangposition, til opdatering som tabel i det nævnte hukommelsesorgan.

Antag f.eks., at 54 og 55 er stangpositioner, som er lagrede i datamatens hukommelsesorgan, og som svarer til indstillede tryk, mere specifikt til indstillede sekundærtryk, på henholdsvis 4 og 5 bar. Når ventilen indstilles for et indstillet tryk på 5 bar ved hjælp af de nævnte trykindstillingsorganer, driver motoren den trykregulerende stang til den tilsvarende stangposition 55. Eftersom referenceafvigelsesintervallet er $\pm 0,1$ bar, forbliver motoren standset, så længe som afvigelsen ved det virkelige sekundærtryk fra det indstillede tryk ligger inden for referenceafvigelsesintervallet.

Antag nu, at det indstillede tryk er 5 bar, at referenceafvigelsesintervallet er $\pm 0,1$ bar, og at det herskende sekundærtryk er på 4,5 bar. Datamaten vil da udregne en stangpositions-korrektionsforskydning ΔS svarende til afvigelsen: $5,0 - 4,5 = 0,5$ bar ved anvendelse af ligningen:

$$\Delta S = (S5 - S4) * 0,5 / (5 - 4) .$$

Motoren driver derefter trykreguleringsstangen for den udregnede stangpositionskorrektionsforskydning ΔS til forøgelse af sekundærtrykket fra 4,5 bar til 5,0 bar. Den oprindelige stangposition S5, der er lagret i det nævnte
5 hukommelsesorgan, erstattes derefter med S5 + ΔS .

Når det samme indstillingstryk gives til styreenheden til indstilling af det styrede tryk til det samme ønskede tryk eller måltryk, efter at den trykregulerende stang 8 er forskudt fra den tidligere stangposition til ændring af
10 det indstillede tryk, udregner datamaten den korrekte stangposition til øjeblikkelig indstilling af sekundærtrykket til det ønskede måltryk.

Når den selvregulerende trykstyreventils trykstyresystem er således opbygget, danner trykstyresystemet en
15 ideel styreinformation, selv når reduktionsventilens driftsbetingelser varieres, således at den selvregulerende trykstyreventil er i stand til at arbejde ved høj respons-hastighed.

Grundlæggende ligner den anden udførelsesform vist i
20 fig. 1 og 4 den første udførelsesform i opbygning og funktion. Den anden udførelsesform anvender et drejepotentiometer til detektering af den trykregulerende stang 8 's position, og en reversibel motor i stedet for skridtmotoren til drivning af den trykregulerende stang 8.

Idet der henvises til fig. 4, omfatter den anden udførelsesform en trykreduceringsventil 1, en trykreguleringsenhed 50, en drivenhed 52, en trykdetektor 54, en signalkonverter 55, en styreenhed 56, en trykindstillingsenhed 58, et reduktionsgear 14 og et drejepotentiometer
30 20.

Idet der henvises til fig. 1 er drejepotentiometeret
20 operativt sammenkoblet med et ikke vist tandhjul i reduktionsgearet 14. Potentiometeret 20 's udgangsspænding er proportionalt med forskydningslængden for den trykregulerende stang 8 fra referencepositionen, dvs. en position,
35 hvor den trykregulerende stang er i indgreb med den trykindstillende fjeder 2 uden at sammentrykke denne, nemlig

stangpositionen. Følgelig repræsenterer drejepotentiometeret 20 's udgangsspænding stangpositionen og således sekundærtrykket, dvs. det styrede tryk. I den anden udførelsesform er i datamaten lagret stangpositionsdataene, 5 der repræsenterer den funktionelle relation mellem stangpositionerne, repræsenteret af drejepotentiometerets udgangsspænding, og sekundærtrykket.

Drejepotentiometeret 20 kan erstattes af et lineært potentiometer eller en differentialtransformator. Når et 10 lineært potentiometer anvendes, er det lineære potentiometers arm anbragt således, at den forskydes lineært sammen med den trykregulerende stang 8. Når der anvendes en differentialtransformator, er differentialtransformatorens kerne anbragt således, at den forskydes lineært sammen med 15 den trykregulerende stang 8.

Styreenheden 56 afgiver kontinuert et signal til drivenheden 52, indtil udgangssignalet fra drejepotentiometeret 20, nemlig stangpositionssignalet, stemmer overens med et signal, der afgives til styreenheden 56 ved hjælp 20 af trykindstillingsenheden 58. Eftersom resten af funktionerne er de samme som ved den første udførelsesform, udelades en beskrivelse heraf til undgåelse af gentagelser.

Den tredje udførelsesform vist i fig. 5 omfatter en trykreduceringsventil 1, et reduktionsgear 14, et drejepotentiometer 20, en trykreguleringsenhed 50, en drivenhed 25 52, en styreenhed 70 og en trykindstillingsenhed 72, der inkluderer et potentiometer.

Styreenheden 72 omfatter ikke en datamat. Den tredje udførelsesform er i stand til på den enkleste måde at styre 30 sekundærtrykket på basis af relationen mellem stangpositionen og sekundærtrykket, dvs. det styrede tryk. Drejepotentiometeret 20, som er operativt forbundet med reduktionsgearet 14, afgiver et spændingssignal, der repræsenterer en stangposition svarende til sekundærtrykket til 35 styreenheden 70, medens potentiometeret på trykindstillingsenheden 72 afgiver et spændingssignal, der repræsenterer et indstillet tryk, til styreenheden 70. Styreen-

heden 70 sammenligner spændingssignalet, der repræsenterer stangpositionen og spændingssignalet, der repræsenterer det indstillede tryk, og afgiver derefter et styresignal til drivenheden 52 til forskydning af den trykregulerende stang, indtil spændingssignalet, der tilvejebringes af drejepotentiometeret 20, stemmer overens med spændingssignalet, der repræsenterer det indstillede tryk.

Drejepotentiometeret 20 kan erstattes af et lineært potentiometer eller af en differentialtransformator, som nævnt ovenfor i beskrivelsen i forbindelse med den anden udførelsesform.

Selvom opfindelsen er beskrevet med henvisning til foretrukne udførelsesformer udvisende en vis grad af særegenhed, vil det forstås, at mange ændringer og varianter heraf vil være mulige for en fagmand, uden at der herved afviges fra opfindelsens rammer.

P A T E N T K R A V

1. Selvregulerende trykstyringsventilanordning omfattende en trykstyreventil (1); trykreguleringsorganer (50) koblet til trykstyreventilen (1) til regulering af det af trykstyreventilen (1) styrede tryk ved hjælp af positionen for et trykregulerende element (8); trykindstillingsorganer (58, 72) til indstilling af et måltryk; samt drivorganer (52) til at drive det nævnte trykreguleringsorgan (50) til positionering af det trykregulerende element (8);
5 k e n d e t e g n e t v e d en styreenhed (56, 70) til styring af nævnte drivorganer (52) på basis af dels måltryk, som indstilles ved hjælp af nævnte trykindstillingsorganer (58, 72), dels en forud bestemt relation mellem positionen for det trykregulerende element (8) og det faktiske styrede tryk, i og til forskydning af det trykregulerende element (8) til justering af det faktiske tryk.
15

2. Ventilanordning ifølge krav 1 k e n d e t e g n e t v e d , at den nævnte styreenhed (56) omfatter hukommelsesorganer, som lagrer de styredata, der repræsenterer den forud bestemte relation mellem positionen for det trykregulerende element (8) og det faktisk styrede tryk, og dataorganer til at udregne en position, i hvilken det nævnte trykregulerende element (8) skal anbringes på basis af nævnte lagrede styredata og data refererende til det måltryk, der er blevet indstillet ved hjælp af nævnte trykindstillingsorgan (58, 72); at der er anordnet positionsdetekteringsorganer til detektering af det trykregulerende elements (8) position; og at nævnte styreenhed (56) styrer nævnte drivorganer (52) til drivning af nævnte trykreguleringsorganer (50), til at nævnte positionsdetekteringsorganers (20) detekteringssignal stemmer overens med et signal, der repræsenterer den udregnede position for det trykregulerende element (8).
20
25
30

3. Ventilanordning ifølge krav 1 k e n d e t e g n e t v e d ,

n e t v e d , at nævnte styreenhed (56) inkluderer datamatorganer, som lagrer styredata, der repræsenterer den forud bestemte funktionelle relation mellem positionen for det trykregulerende element (8) i nævnte trykreguleringsorgan (50) og det faktisk styrede tryk, hvorved nævnte drivorganer (52) inkluderer en skridtmotor (15) og nævnte datamatorganer er anordnet til på basis af et signal refererende til indstillet tryk opnået fra nævnte trykindstillingsorganer (58) at udregne et impulssignal, hvis antal impulser stemmer overens med en position, i hvilken det trykregulerende element (8) skal anbringes, og tilføre impulssignalet til skridtmotoren (15) til indregulering af det styrede tryk til det indstillede tryk.

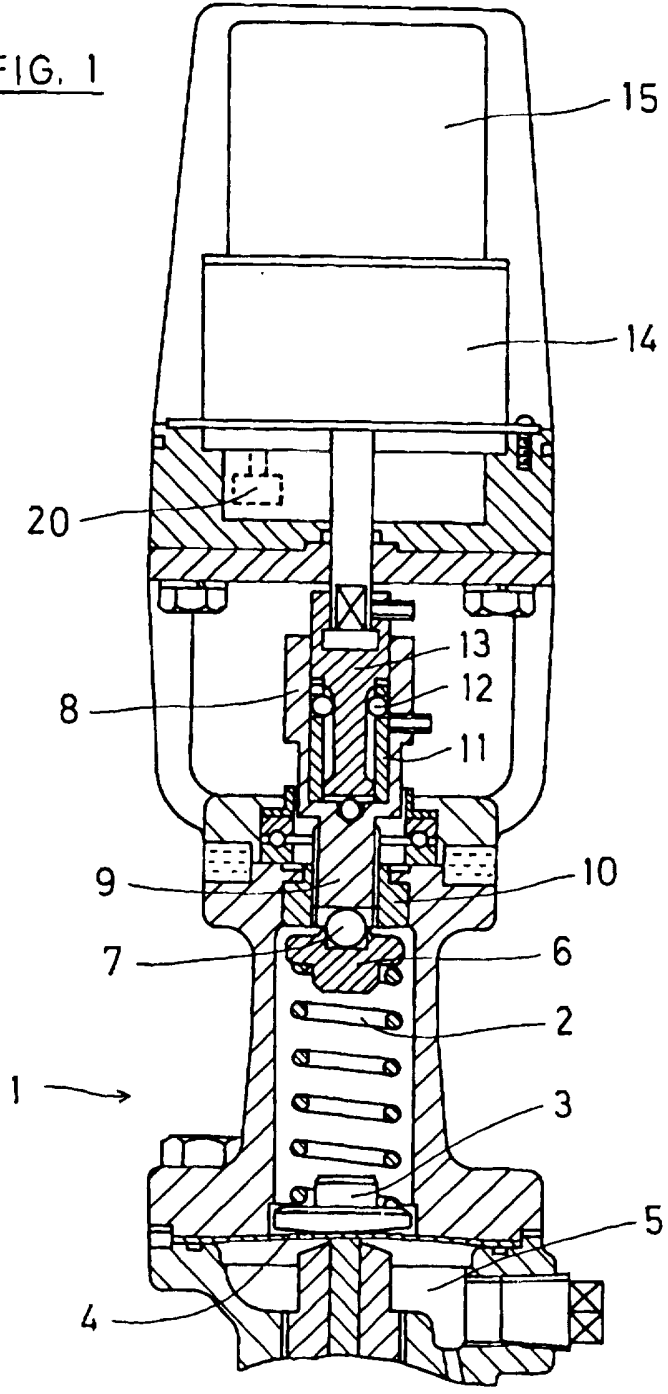
4. Ventilanordning ifølge krav 2 eller 3 k e n - d e t e g n e t v e d organer (54) til detektering af det faktiske styrede tryk, hvorved styreenheden (56) er anordnet til kontinuert eller periodisk at sammenligne de af nævnte detekteringsorganer (54) afgivne detekterings-signaler og signaler refererende til indstillet tryk, hvilke afgives af nævnte trykindstillingsorganer (58) til bestemmelse af det styrede tryks afvigelse fra det indstillede tryk, hvorved nævnte datamatorganer er anordnet til ved foreliggende af en signifikant afvigelse ved det styrede tryk fra det indstillede tryk at udregne en korrektionslængde, ad hvilken det trykregulerende element (8) i nævnte trykreguleringsorgan (50) skal flyttes fra den position elementet indtager, på basis af afvigelsen og i styreenheden (56) lagrede styredata i og for korrektion af det styrede tryk til opnåelse af, at det styrede tryk stemmer overens med det indstillede tryk.

5. Ventilanordning ifølge krav 4 k e n d e t e g - n e t v e d , at styreenheden (56) er anordnet til lagring af positionen for det trykregulerende element (8) i nævnte trykreguleringsorgan (50), bestemt af styreenheden (56) på basis af forskellen mellem signaler repræ-

senterende det detekterede styrede tryk og signalerne repræsenterende det indstillede tryk, som en ny korrekt position for det trykregulerende element (8) i nævnte trykreguleringsorgan (50).

- 5 6. Ventilanordning ifølge krav 1 k e n d e t e g -
n e t v e d , at nævnte styreenhed (70) er anordnet
til styring af nævnte drivorganer (52) til disses driv-
ning, til opnåelse af, at et detekteringssignal, der
10 svarer til positionen for det trykregulerende element (8)
i nævnte trykreguleringsorgan (50), detekteres af et
potentiometer eller lignende positionsdetekteringsorgan,
stemmer overens med et signal repræsenterende et ind-
stillet tryk, hvilket signal afgives af et potentiometer
eller lignende i nævnte trykindstillingsorgan (72).

FIG. 1



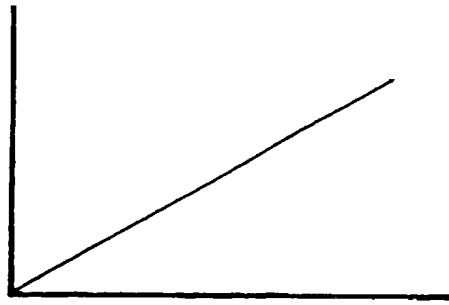


FIG. 2

FIG. 3

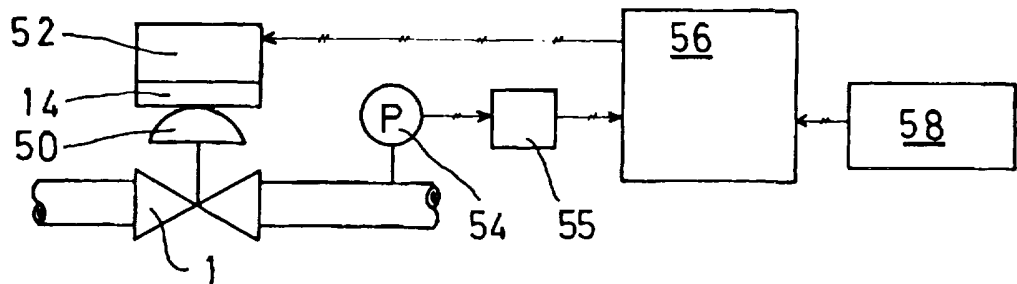


FIG. 4

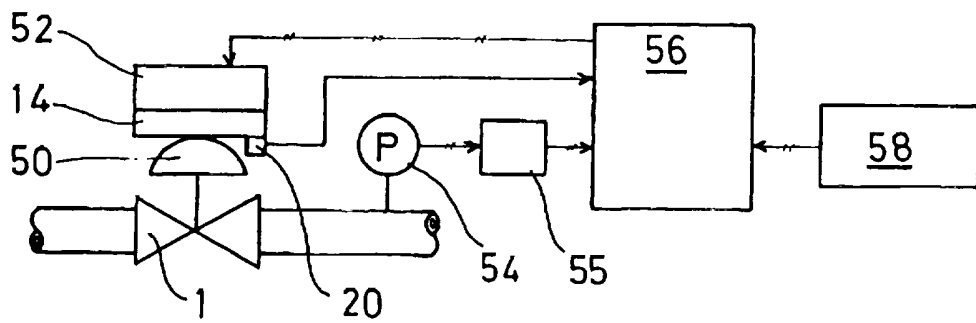


FIG. 5

