



(12) PATENT

(19) NO

(11) 339846

(13) B1

NORGE

(51) Int Cl.

F16K 17/02 (2006.01)

F17D 1/20 (2006.01)

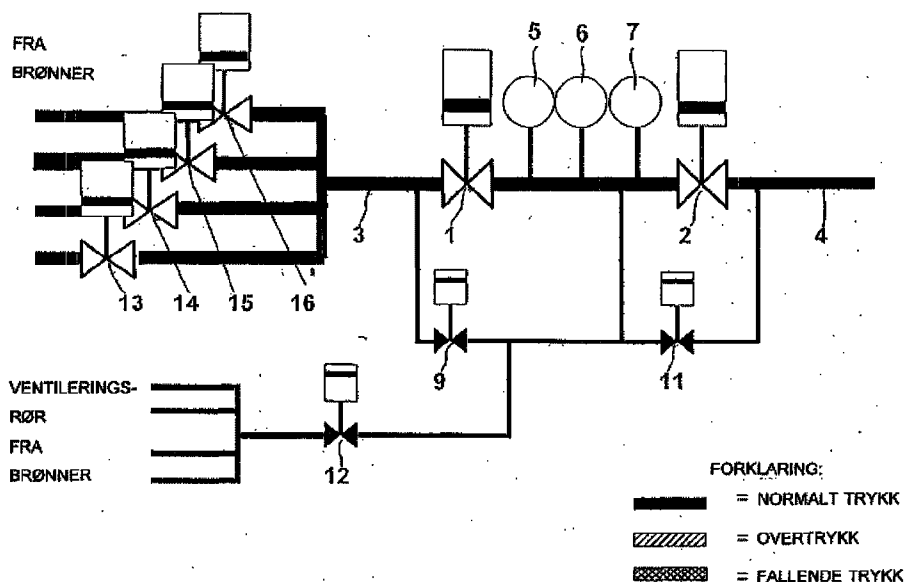
F17D 3/00 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20072530	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	
(22)	Inng.dag	2007.05.18	(85)	Videreføringsdag	
(24)	Løpedag	2007.05.18	(30)	Prioritet	2006.05.20, GB, 0610069.7
(41)	Alm.tilgj	2007.11.21			
(45)	Meddelt	2017.02.06			
(73)	Innehaver	GE Oil & Gas UK Limited, 2 High Street, Nailsea, GB-BS481BS BRISTOL, Storbritannia			
(72)	Oppfinner	Jeremy Paul Lawrence Edwards, 6 Airyhill View, GB-AD416DW NEWBURGH, ABERDEENSHIRE, Storbritannia			
(74)	Fullmektig	Bryn Aarflot AS, Postboks 449 Sentrum, 0104 OSLO, Norge			
(54)	Benevnelse	Beskyttelsessystem for rørledning			
(56)	Anførte publikasjoner	GB 2401164 A WO 03/106888 A1			
(57)	Sammendrag				

Det er beskrevet en beskyttelsesanordning for påvisning og senkning av overtrykk i en fluidrørledning som har en fluidinngangsende (3) og en fluidutgangsende (4), idet fluidinngangsenden under drift er forbundet med en fluidkilde. Anordningen omfatter:

- første og andre rørledningsventiler (1, 2) koblet i serie langs rørledningen, idet den første rørledningsventil er plassert nærmere inngangsenden (3) enn den andre, og hvor rørledningsventilene er uavhengig svitsjbare mellom åpne stillinger hvor fluidstrømning gjennom rørledningen er tillatt, og lukkede stillinger hvor denne fluidstrømning er blokkert,
- en trykktransduser (5, 6, 7) for å bestemme fluidtrykket i rørledningen på et sted mellom den første og andre rørledningsventil (1, 2),
- et omløpsrør som har en første ende forbundet med rørledningen mellom inngangsenden (3) og den første rørledningsventil (1), og en andre ende forbundet med rørledningen mellom den første og andre rørledningsventil (1, 2),
- en omløpsventil (9) plassert langs omløpsrøret, som kan svitsjes mellom en åpen posisjon hvor fluidstrømning gjennom omløpsrøret tillates og en lukket posisjon hvor denne fluidstrømning er blokkert,
- et ventilasjonsrør forbundet med omløpsrøret mellom omløpsventilen (9) og den andre ende av omløpsrøret, og som fører til et ventileringsutstyr, og
- en ventileringsventil (12) plassert langs ventileringsrøret, som kan svitsjes mellom en åpen posisjon hvor fluidstrømning gjennom ventileringsrøret tillates og en lukket posisjon hvor denne fluidstrømning er blokkert.



Denne oppfinnelse gjelder en beskyttelsesanordning for påvisning og senkning av overtrykk i en fluidrørledning og en fremgangsmåte ved tilbakestilling av et beskyttelsessystem for rørledninger etter utløsning.

5

Hydrokarbonbrønner, slik som undersjøiske oljebrønner, fordrer en rørledning som hydrokarbonfluidet transporteres igjennom. I tilfellet av undersjøiske brønner kan disse ha en betraktelig lengde, noen ganger flere titalls kilometer. Følgelig er rørledningen et hovedkostnadselement i et fluidutvinningssystem. Mange undersjøiske brønner må kjempe mot

10 meget høye fluidtrykk som f.eks. er så høye som 700 bar. For at en rørledning skal kunne tåle sådanne trykk vil det kreves at den har en betraktelig veggtykkelse og det er ikke kostnads-effektivt å realisere dette for lange rørledninger. For å redusere kostnadene foretrekkes det i stedet å senke rørledningens største arbeidstrykk til typisk omtrent 200 bar ved å bruke anordninger, slik som ventiler eller strupere, for å minske fluidtrykket fra brønnen. En svikt i det

15 trykksenkende utstyr kan imidlertid føre til overtrykk i rørledningen, med katastrofale følger. For å hindre at dette skjer er typisk et system for rørledningsbeskyttelse innlemmet i rørledningen i nærheten av brønnen. Et sådant system må ha meget høy integritet og nærmest garantere at mulig overtrykk fra brønnen hindres fra å nå rørledningen.

20 GB 2 401 164 vedrører et beskyttelsessystem for en rørledning som omfatter en hydraulisk aktivert ventil som er innrettet til svitsjbart å hindre en strøm av fluid fra en første seksjon av rørledningen til en andre seksjon av rørledningen. En hydraulisk fluidkilde er egnet for tilførsel av hydraulisk fluid til den hydraulisk aktiverte ventil for derved å muliggjøre aktivering av denne. En luftekanal brukes for å ventilere hydraulisk fluid fra den hydraulisk aktiverte ventil, idet den

25 hydraulisk aktiverte ventil er koblet til luftekanalen via en differansetrykkventil for å styre ventilering av den hydraulisk aktiverte ventil. En trykkoverføringsbarriere har en første åpning forbundet med den første seksjon av rørledningen og en andre åpning forbundet med differansetrykkventilen, idet differansetrykkventilen er egnet for tilførsel av hydraulisk fluid med et referansetrykk.

30

Fig. 1 på de vedføyde tegninger viser et typisk konvensjonelt system for rørledningsbeskyttelse, som har høy integritet (HIPPS - High Integrity Pipeline Protection System). To hydraulisk drevne HIPPS-sperreventiler 1 og 2 er satt inn i strømningsledningen 3 for fluidutvinning foran rørledningen 4 som har tynnere vegger. Disse ventiler åpnes når deres

35 hydrauliske driftssylindere mates med hydraulisk trykk og lukkes typisk under fjærtrykk når det hydrauliske trykk fjernes og slippes ut, dvs. at de er feilsikre. Trykktransduserne 5, 6 og 7 er satt inn mellom ventilene 1 og 2. Trykktransduserne 5, 6 og 7 er forbundet med en undersjøisk styringsmodul (SCM - Subsea Control Module) 8 som rommer et fastkablet, elektronisk,

sikkerhetskritisk styringskort som således har høy integritet. Dette kort gir en avgivelse som aktiviserer retningsbestemte styreventiler (DCV - Directional Control Valves) som i sin tur driver ventilene 1 og 2. DCV'ene er også feilsikre ved at de lukker den hydrauliske trykk-kilde og åpner de aktiverende sylindere for ventil 1 og 2 for å ventilere når de deaktiveres. Således får

5 tapet av elektrisk eller hydraulisk kraft ventilene 1 og 2 til å lukkes. Det sikkerhetskritiske styringskort i SCM'en 8 inneholder logikk som deaktiverer DCV'ene dersom to av de tre transdusere 5, 6 og 7 angir et trykknivå som overskrider en forhåndsinnstilt grense. Denne grense innstilles til et trykk som er mindre enn det trygge arbeidstrykk for rørledningen 4. Bruken av to feilsikre HIPPS-ventiler, tre trykktransdusere og feilsikre DCV'er sikrer systemet

10 høy integritet.

Anvendelse av et HIPPS-system minsker ikke bare installasjonsomkostningene, men åpner også for lavere klassifisering av utstyret nedstrøms, slik som stigerør, separatorer og prosess-anlegg, og tillater høytrykksfelt å bli kommersielt mulige, ved å tillate dem å bli knyttet til

15 eksisterende infrastrukturer.

Skjønt sådanne kjente HIPPS-systemer er effektive med hensyn til å beskytte rørledninger er de av forholdsvis grunnleggende art og de tar ikke for seg problemet ved å senke overtrykk i fluidsyste-
met, som kunne vært senket før HIPPS-ventilene gjenåpnes og normal drift gjen-

20 opptas. Det er selvsagt å foretrekke at overtrykket senkes på en styrt måte som gjør risikoen for skade på komponenter så liten som mulig.

Det er et mål for foreliggende oppfinnelse å fremskaffe et HIPPS-system som muliggjør styrt oppstart og stengning og som forbedrer systemets integritet.

25

I henhold til et første aspekt ved foreliggende oppfinnelse er det fremskaffet en beskyttelses-anordning for å påvise og senke overtrykk i en fluidrørledning som har en fluidinngangsende og en fluidutgangsende, idet fluidinngangsenden under bruk er forbundet med en fluidkilde, slik som angitt i de vedføyde patentkrav.

30

I henhold et andre aspekt ved foreliggende oppfinnelse er det fremskaffet en fremgangsmåte ved tilbakestilling av et system for beskyttelse av rørledninger etter utløsning, slik som angitt i de vedføyde patentkrav.

35 Oppfinnelsen skal nå beskrives med henvisning til de vedføyde tegninger, på hvilke:

Fig. 1 viser et kjent HIPPS-system,

Fig. 2 skjematisk viser en anordning i henhold til foreliggende oppfinnelse under normal drift, og

Fig. 3 - 9 skjematisk viser anordningen i fig. 2 under en driftssekvens med avstengning/-oppstart.

- Fig. 2 viser en utførelse av foreliggende oppfinnelse hvor systemet befinner seg i normal, dvs. feilfri, drift. Som vist kommer fluid inn i systemet fra fire brønner som via hver sin isoleringsventil 13, 14, 15 og 16 er forbundet med en forholdsvis tykkvegget inngangsstrømningledning 3 for fluidutvidning ved høyt trykk. Denne er i sin tur forbundet med en forholdsvis tynnvegget utgangsrørledning 4 for lavere trykk. Fluidstrømmen fra strømningssledningen 3 til rørledningen 4 reguleres ved hjelp av seriekoblede HIPPS-sperreventiler 1 og 2 på rørledningen. Mellom rørledningens HIPPSventiler 1 og 2 er det koblet tre trykktransdusere 5, 6 og 7. Et fluidomløpsrør er satt inn mellom strømningssledningen 3 og et sted mellom ventilene 1 og 2, idet omløpsrøret har en omløpsventil 9. En ytterligere omløpsgren som har en omløpsventil 11 er satt inn mellom omløpsrøret og rørledningen 4. Omløpsrøret og grenrørapplegget har forholdsvis liten rørdiameter på typisk omtrent 2 tommer (5,08 cm). Dette til sammenligning med diameteren for en typisk strømningssledning 3 på omtrent 9 tommer (22,86 cm) og diameteren for en rørledning 4 på omtrent 11 tommer (27,94 cm). Omløpsrøret er videre forbundet med et ventileringsutstyr via en ventileringsledning. Denne er satt inn mellom omløpsventilen 9 og omløpsgrenen, og fører til et ventileringsystem. Ventileringsledningen har en ventileringsventil 12. Alle ventilene kan svitsjes hver for seg for å åpne for eller blokkere fluidstrømning derigjennom. Svitsjingen aktiveres ved hjelp av respektive individuelle hydrauliske aktuatorer som mates med hydraulisk kraft via tilleggs-DCV'er i en SCM (ikke vist) som styres ved hjelp av ytterligere fastkoblet elektronikk på et sikkerhetskritisk styringskort. Ventilene 1 og 2 og trykktransduserene 5, 6 og 7 er lik dem beskrevet med henvisning til fig. 1.
- Som vist i fig. 2 befinner systemet seg i normal, feilfri drift, hvor alt fluidtrykk ligger under terskelgrensene for rørledningen 4. Ventilene 1, 2 og 13 - 16 er alle åpne, slik at fluid kan strømme fra alle brønnene gjennom rørledningen 4. De øvrige ventiler 9, 11 og 12 er alle lukket, slik at intet fluid avledes gjennom omløpsrøret.
- Systemets driftmodus for å gi en styrt systemoppstart etter en HIPPS-utløsning forårsaket av fluidovertrykk, skal nå beskrives med henvisning til fig. 3 - 9.

- Fig. 3 viser systemet etter en "HIPPS-utløsning". Her er det påvist overtrykk fra den aller øverste brønn vist på tegningen ved hjelp av transduserene 5, 6, 7, som får HIPPS-rørledningens sperreventiler 1 og 2 til å utløses, dvs. lukke for å hindre overtrykkfluid fra å nå rørledningen 4. Årsaken til overtrykket, dvs. den aller øverste brønn, bestemmes av en trykkfølende anordning på brønnsiden av ventilen 16 (ikke vist). De feilfrie brønnventiler 13, 14

og 15 bringes også til å lukkes for å hindre tilbakestrømning av fluid til deres respektive brønner.

- Etter en sådan utløsning som f.eks. kan ha blitt forårsaket ved svikt i den aller øverste brønns
 5 strupeventil for å regulere produksjonsflyten, og trykket ved denne brønns avgivelse senkes. Dette kan f.eks. oppnås ved å lukke en ventil (ikke vist) i strømningsledningen ved brønnventil-treet.

- Fig. 4 viser det første trinn ved tilbakestilling av systemet. Ventil 11 åpnes slik at overtrykket
 10 mellom ventilene 1 og 2 er i stand til å falle til normalen ved å la overtrykksfluid lekke gjennom omløpsrøret og omløpsgrenen til rørledningen 4. Røret mellom ventilen 11 og rørledningen 4 har en forholdsvis liten diameter. Således innskrenkes fluidstrømningsraten via ventil 11 av den mindre rørdiameter og den midlertidig økning i trykket fra lekkasjen av restovertrykket i røret mellom ventilene 1 og 2 blir gradvis, og på grunn av den forholdsvis enorme lengde av rør-
 15 ledningen 4 vil dette føre til en neglisjerbar økning i trykket i rørledningen 4. Skjønt det ut fra tegningen kan se ut til at overtrykket mellom ventilene 1 og 2 i stedet ganske enkelt kunne dempes ved å åpne ventilen 2, ville dette føre til et uakseptabelt overtrykk i rørledningen 4.

- Fig. 5 viser det andre tilbakestillingstrinn hvor ventilen 11 åpnes og ventilen 2 lukkes. Dette
 20 trinn gjør det mulig for trykkfølerene 5, 6, 7 å avføle trykket i rørledningen 4.

- Fig. 6 viser det tredje tilbakestillingstrinn, hvor ventilene 9 og 12 åpnes slik at området med
 overtrykk mellom ventilen 1 og brønnventilene forbindes med ventileringen. Dette får over-
 trykket til å falle.
 25

Fig. 7 viser det fjerde tilbakestillingstrinn, hvor ventilen 9 lukkes når trykktransduserene 5, 6 og
 7 avføler normalt trykk, dvs. innenfor operasjonsgrensene. Dette lukker brønnene mot ventile-
 ringen.

- Fig. 8 viser det femte tilbakestillingstrinn, hvor ventilen 12 lukkes for å lukke trykktransduserene
 30 5, 6 og 7 mot ventileringen.

- Fig. 9 viser det sjette tilbakestillingstrinn, hvor ventil 1 åpnes, hvilket får trykktransduserene 5, 6
 og 7 til å avføle trykket i innløpstrømningsledningen 3.
 35

Det endelige trinn går ut på å åpne ventilene 13, 14 og 15, hvilket gjenoppretter systemet til
 normal drift, slik som vist i fig. 2.

Ideelt bør den lukkede HIPPS-sperreventil 1 ikke forbipasseres når høyt trykk potensielt er tilgjengelig for lavtrykksrørledningen 4. I fig. 6 som viser det tredje tilbakestillingstrinn er ventil 9 vist åpnet, hvilket kan synes å gå imot denne regel. I praksis er det imidlertid intet problem at denne ventil er åpen siden rørdiameteren av omløpsrørøpplegget omkring ventilene 9, 11 og 12 typisk er mye mindre enn den for produksjonsrørledningen 4. Rørledningen 4 er typisk mange kilometer lang, slik at en heving av trykket til usikre grenser i rørledningen 4 vil ta betraktelig tid. En alternativ systemkonfigurasjon kan brukes for å la trykket lekke ut av en overtrykksbrønn via brønnens ventiltre og ventileringsrørene, noe som så ville tillate ventilen 9 å være lukket så lenge lekkasjen varer. I et sådant arrangement kan omløpsgrenen og ventilen 11 utelates.

10

Tegningene og beskrivelsen ovenfor angir bare en utførelse av oppfinnelsen og det vil være nærliggende for fagfolk på området at forskjellige alternativer er mulig innenfor omfanget av oppfinnelsen.

- 15 Som et eksempel er det ikke nødvendig å bruke tre transdusere, idet en eller flere vil være tilstrekkelig dersom den var av adekvat pålitelighet og integritet.

Skjønt det er vist tilførsel fra fire brønner kan oppfinnelsen anvendes på systemer med et hvilket som helst antall brønner.

20

I noen situasjoner vil det være fordelaktig å innlemme en ytterligere ventil i omløpsrøret mellom ventileringsforbindelsen og trykktransduserene. Dette arrangement vil være nyttig dersom det er nødvendig å la trykket på rørledningssiden 4 av HIPPS-ventilene 1, 2 lekke ut. Dette kan f.eks. være nødvendig i tilfellet av gassbrønner.

25

P A T E N T K R A V

1. Beskyttelsesanordning for påvisning og senkning av overtrykk i en fluidrørledning (3, 4) som har en fluidinngangsende (3) og en fluidutgangsende (4), idet fluidinngangsenden (3)
 - 5 under drift er forbundet med en fluidkilde, og som omfatter:
 - første og andre rørledningsventiler (1, 2) koblet i serie langs rørledningen, idet den første rørledningsventil (1) er plassert på et sted nærmere inngangsenden (3) enn plasseringsstedet for den andre rørledningsventil (2), og hvor de første og andre rørledningsventiler (1, 2) er uavhengig svitsjbare mellom: i) åpne stillinger, hvor fluidstrømning gjennom rørledning-
 - 10 en er tillatt, og ii) lukkede stillinger, hvor fluidstrømning gjennom rørledningen er blokkert,
 - en trykktransduser (5, 6, 7) for å bestemme fluidtrykket i rørledningen på et sted som ligger mellom de første og andre rørledningsventiler (1, 2),
 - et omløpsrør som har en første ende forbundet med rørledningen mellom inngangsenden (3) og den første rørledningsventil (1), og en andre ende forbundet med rørledningen mellom de
 - 15 første og andre rørledningsventiler (1, 2),
 - en omløpsventil (9) plassert langs omløpsrøret, idet omløpsventilen (9) kan svitsjes mellom: i) en åpen posisjon, hvor fluidstrømning gjennom omløpsrøret tillates, og ii) en lukket posisjon, hvor fluidstrømning gjennom omløpsrøret er blokkert,
 - et ventileringsrør forbundet med omløpsrøret mellom omløpsventilen (9) og den andre ende
 - 20 av omløpsrøret, idet ventileringsrøret fører til et ventileringsutstyr, og
 - en ventileringsventil (12) plassert langs ventileringsrøret, idet ventileringsventilen (12) kan svitsjes mellom: i) en åpen posisjon, hvor fluidstrømning gjennom ventileringsrøret tillates, og ii) en lukket posisjon, hvor fluidstrømning gjennom ventileringsrøret er blokkert.
- 25 2. Anordning som angitt i krav 1, hvor omløpsrøret har en mindre rørdiameter enn rørledningen.
3. Anordning som angitt i krav 1 eller 2, videre omfattende en omløpsgren plassert mellom omløpsrøret og utgangsenden (4), idet omløpsgrenen har en omløpsgrenventil (11).
- 30 4. Anordning som angitt i krav 3, hvor omløpsgrenen har en mindre rørdiameter enn rørledningen.
5. Anordning som angitt i ethvert av de foregående krav, hvor omløpsrøret har en andre
- 35 omløpsventil plassert mellom ventileringsrøret og en trykktransduser (5, 6, 7).
6. Anordning som angitt i ethvert av de foregående krav, hvor fluidkilden omfatter en hydrokarbonbrønn.

7. Anordning som angitt i krav 6, videre omfattende en brønnventil (13, 14, 15) plassert mellom inngangsenden (3) og brønnen.

5 8. Anordning som angitt i krav 7, hvor fluidkilden omfatter en mengde sådanne hydro-karbonbrønner, idet de respektive brønnventiler (13, 14, 15) er plassert mellom hver brønn og inngangsenden (3).

9. Hydrokarbonbrønn som omfatter anordningen i henhold til et hvilket som helst av de fore-
10 gående krav.

10. Fremgangsmåte ved tilbakestilling av et system for beskyttelse av rørledninger etter utløsning, idet systemet omfatter første og andre rørledningsventiler (1, 2) koblet i serie langs en rørledning som leder fra en fluidkilde til en utgangsende (4), idet den første rørledningsventil

15 (1) er plassert på et sted nærmere fluidkildeenden av rørledningen enn plasseringsstedet for den andre rørledningsventil (2), og hvor de første og andre rørledningsventiler (1, 2) er individuelt svitsjbare mellom: i) åpne posisjoner, hvor fluidstrømning gjennom rørledningen tillates, og ii) lukkede posisjoner, hvor fluidstrømning gjennom rørledningen er blokkert, idet
20 transduser (5, 6, 7) for å bestemme fluidtrykket i rørledningen på et sted som ligger imellom de første og andre rørledningsventiler (1, 2), og hvor fremgangsmåten omfatter trinn hvor:

- a) det anordnes et omløpsrør som har en første ende forbundet med rørledningen mellom inngangsenden (3) og den første rørledningsventil (1), og en andre ende forbundet med rørledningen mellom de første og andre rørledningsventiler (1, 2), idet en omløpsventil (9)
25 er plassert langs omløpsrøret, og et ventilasjonsrør er forbundet med omløpsrøret mellom omløpsventilen (9) og den andre ende av omløpsrøret, idet ventilasjonsrøret fører til ventileringsutstyr, og en ventileringsventil (12) er plassert langs ventileringsrøret, og hvor omløpsventilen (9) og ventileringsventilen (12) er lukket under normal drift,
- b) overtrykk i rørledningen mellom den første og andre rørledningsventil senkes,
- 30 c) den andre rørledningsventil (2) åpnes,
- d) overtrykk ved fluidkilden senkes ved å åpne forbindelsen mellom fluidkilden og ventileringsutstyret,
- e) forbindelsen mellom fluidkilden og ventileringsutstyret lukkes når trykket ved fluidkilden bestemmes av trykktransduseren (5, 6, 7) til å ligge innenfor operasjonsgrenser,
- 35 f) forbindelsen mellom trykktransduseren (5, 6, 7) og ventileringsutstyret lukkes, og
- g) den første rørledningsventil (1) åpnes.

11. Fremgangsmåte som angitt i krav 10, hvor trinn b) omfatter at overtrykk i rørledningen mellom de første og andre rørledningsventiler (1, 2) lekkes til utgangsenden (4) gjennom en omløpsgren, idet omløpsgrenen har en mindre rørdiameter enn rørledningen.

5 12. Fremgangsmåte som angitt i krav 11, hvor omløpsgrenen omfatter en omløpsgrenventil (11) for å regulere fluidstrømningen gjennom omløpsgrenen.

13. Fremgangsmåte som angitt i ethvert av kravene 10 - 12, hvor trinn d) omfatter at omløpsventilen (12) og ventileringsventilen (12) åpnes.

10

14. Fremgangsmåte som angitt i ethvert av kravene 10 - 12, hvor trinn d) omfatter at trykk i fluidkilden lekkes ut via ventileringsrøret.

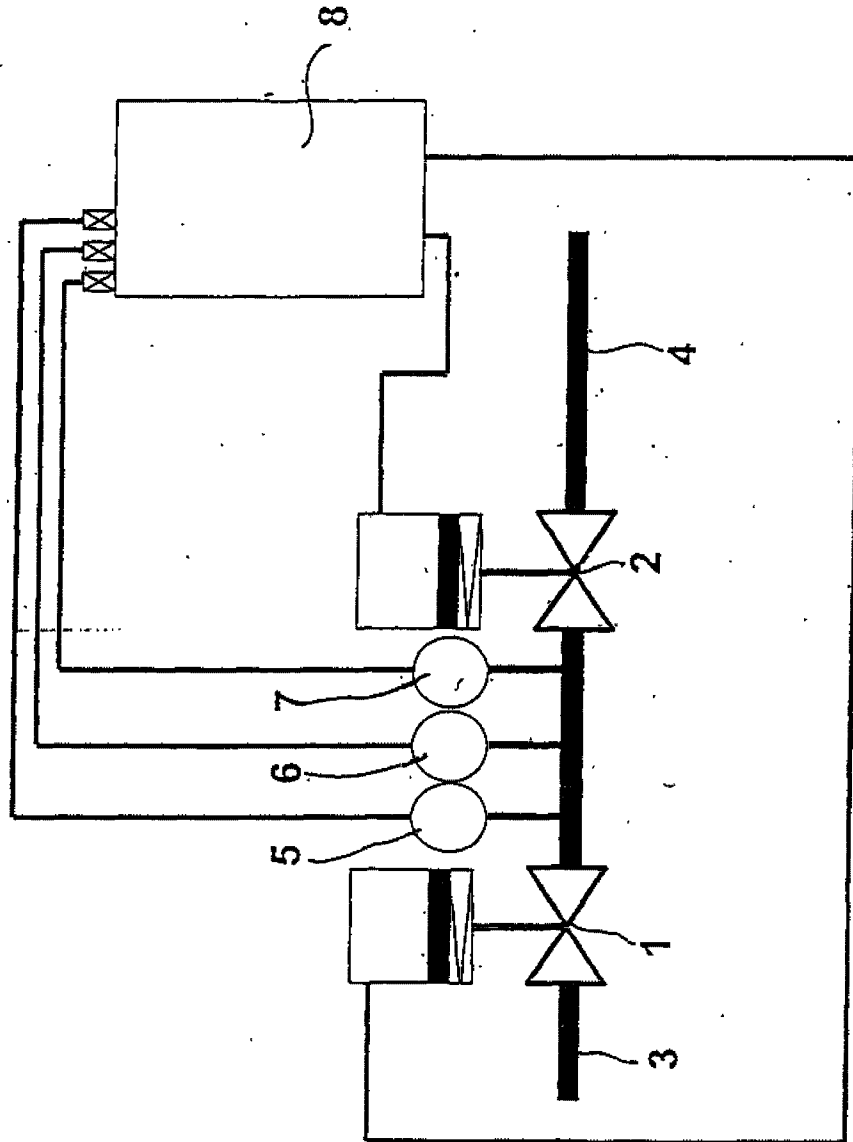


Fig 1.

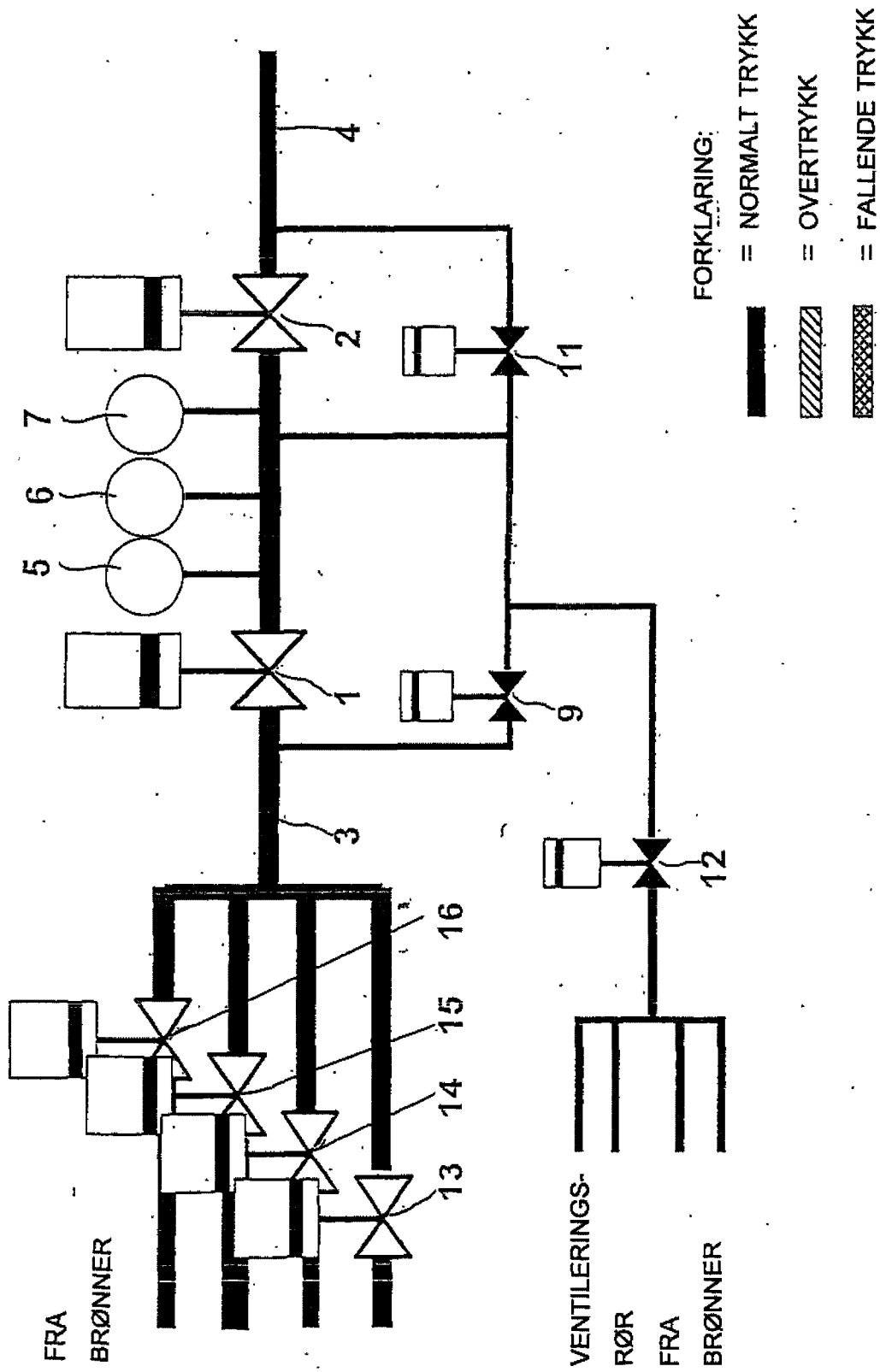


Fig 2

3/9

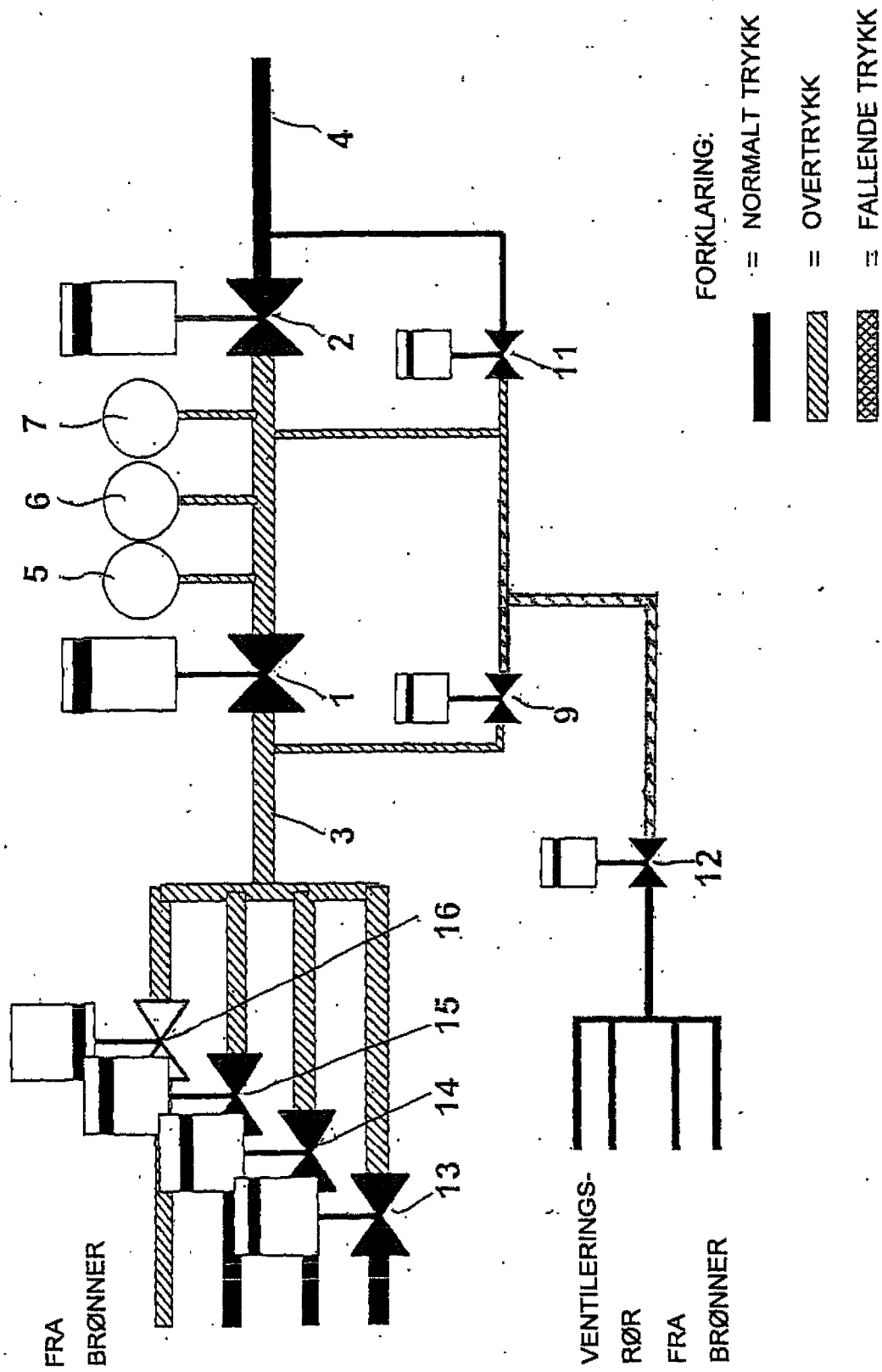


Fig 3

4/9

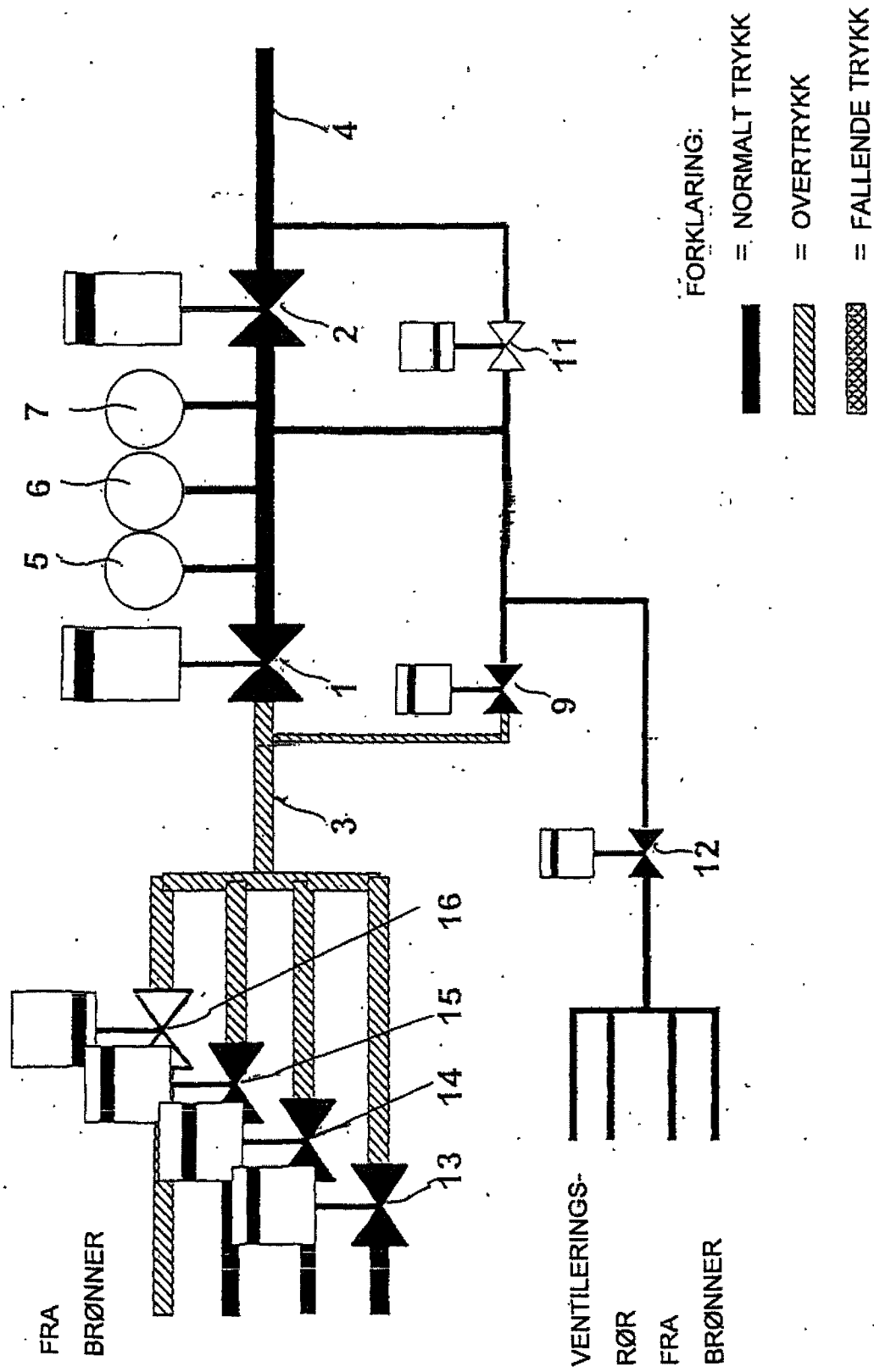


Fig 4

5/9

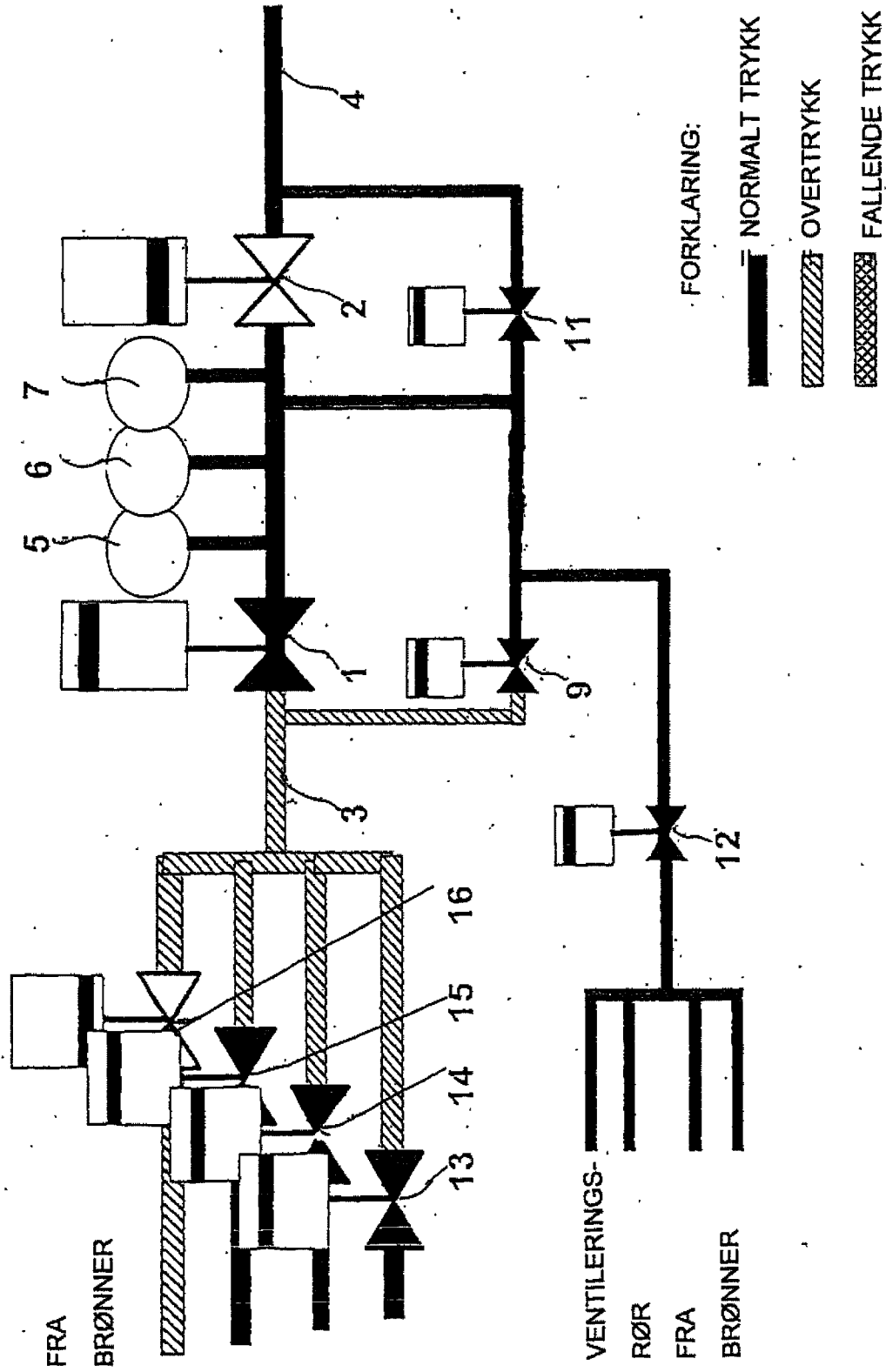


Fig 5

6/9

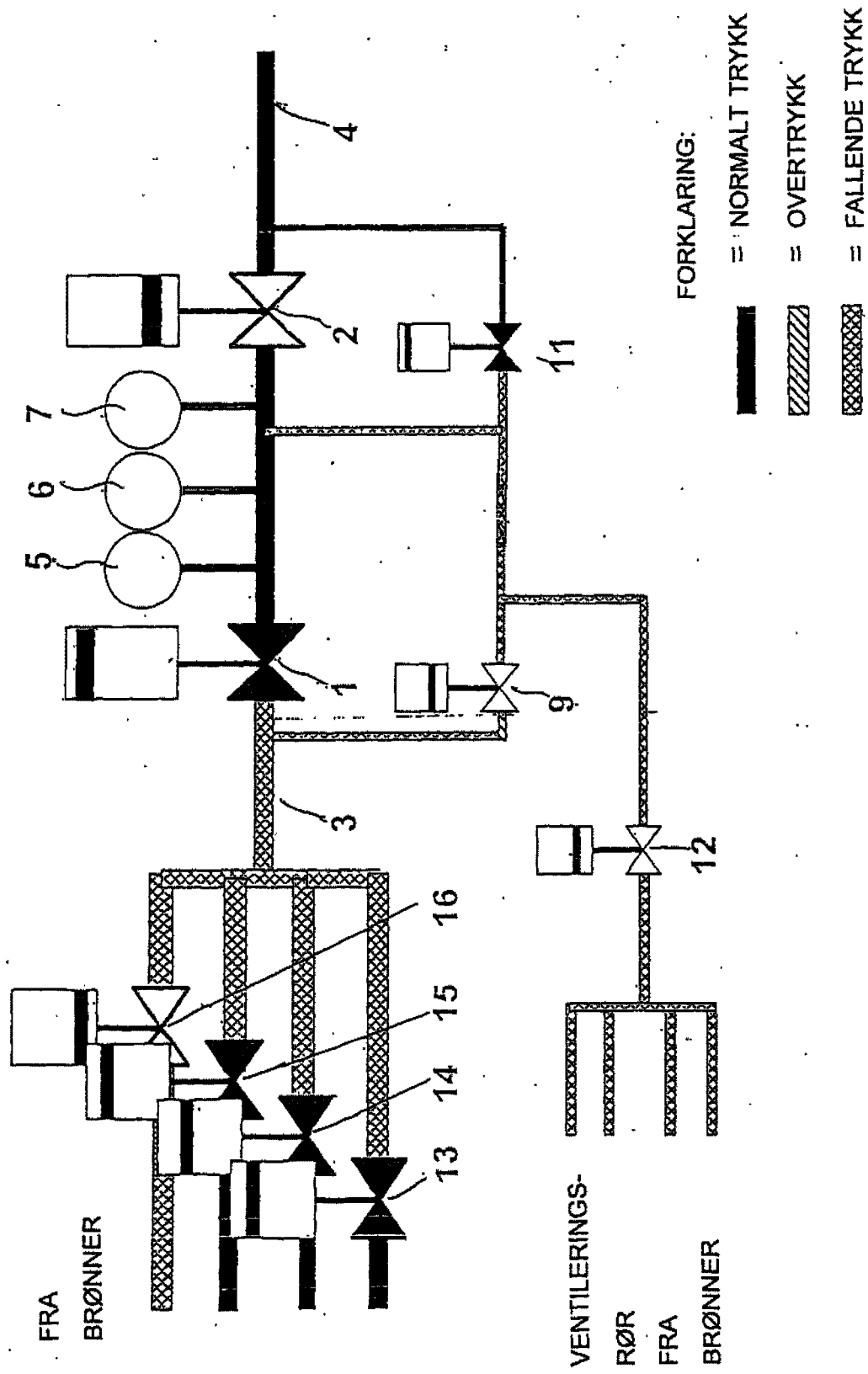


Fig 6

7/9

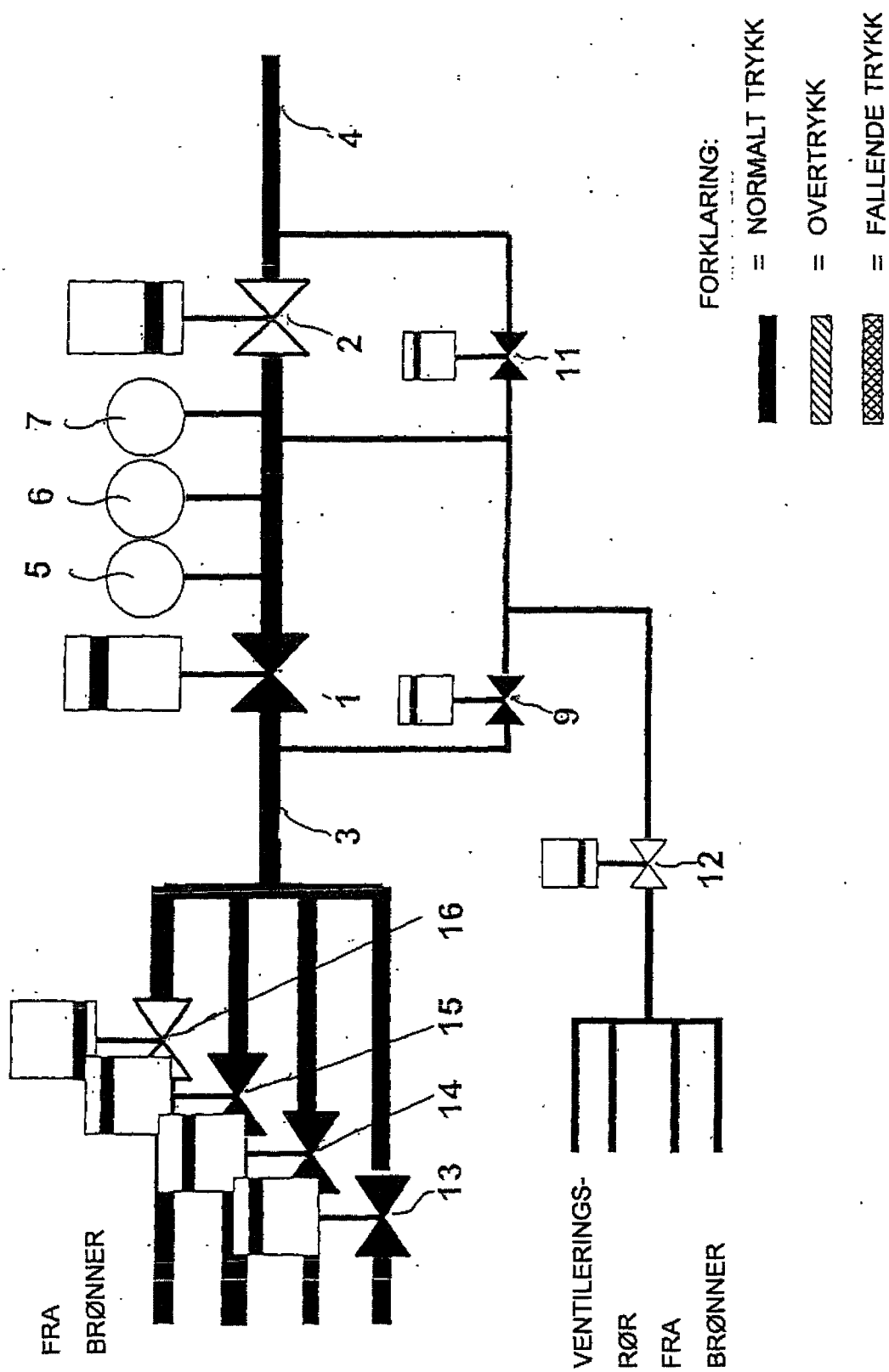


Fig 7

8/9

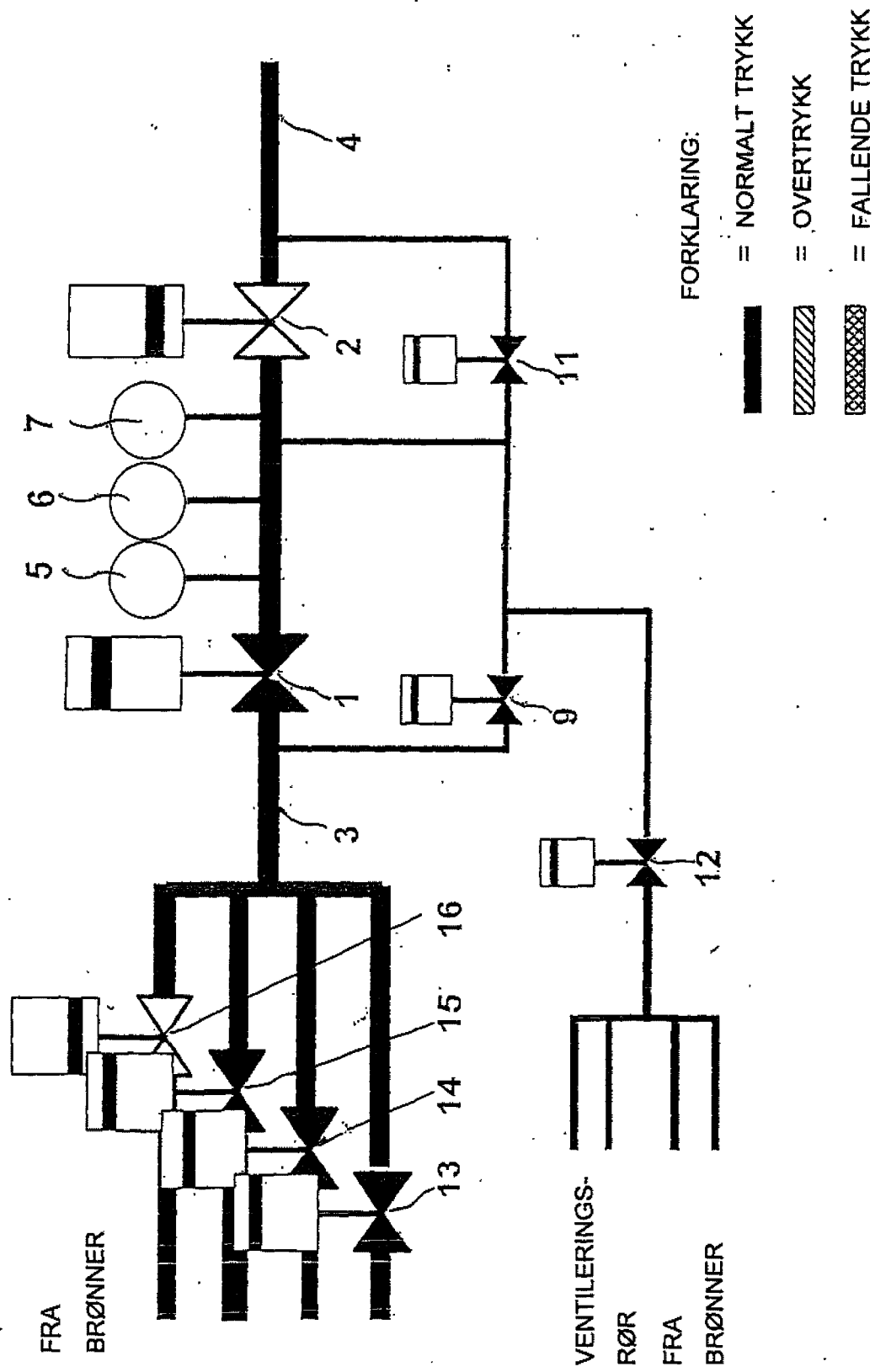


Fig 8

9/9

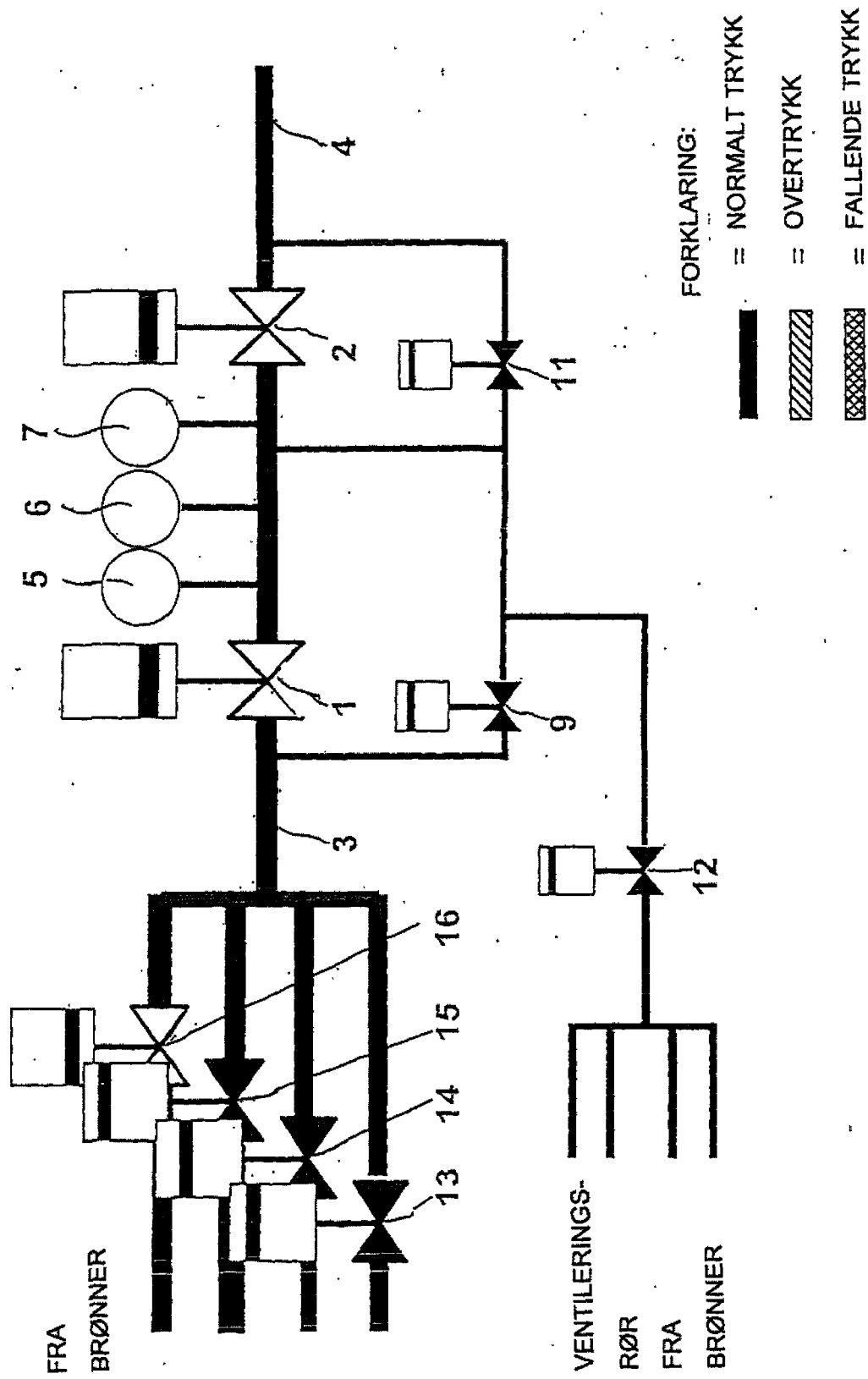


Fig 9