

(19) **DANMARK**

(11)

DK 174242 B1



(12) **PATENTSKRIFT**

Patent- og
Varemærkestyrelsen

(51) Int.Cl.: **F 02 D 19/10 F 02 B 7/06 F 02 M 43/04**

(21) Patentansøgning nr: **PA 1996 00035**

(22) Indleveringsdag: **1996-01-15**

(24) Løbedag: **1996-01-15**

(41) Alm. tilgængelig: **1997-07-16**

(45) Patentets meddelelse bkg. den: **2002-10-14**

(73) Patenthaver: **MAN B&W Diesel A/S, Teglholmsgade 41, 2450 København SV, Danmark**

(72) Opfinder: **Peter Sunn Pedersen, Ravnevænget 1, 4622 Havdrup, Danmark**

(74) Fuldmægtig: **Internationalt Patent-Bureau A/S, Høje Taastrup Boulevard 23, 2630 Taastrup, Danmark**

(54) Benævnelse: **Fremgangsmåde til styring af brændselstilførslen til en dieselmotor, der ved højtryksindsprøjtning både kan tilføres brændselolie og brændselgas, og en højtryks gasindsprøjtningmotor af dieseltypen**

(56) Fremdragne publikationer:
Ingen

(57) Sammendrag:

En dieselmotor kan ved højtryksindsprøjtning både tilføres brændselolie og brændselgas. Hver forbrænding i motorens cylindre (29) igangsættes ved indsprøjtning af brændselolie, og gas kan indsprøjtes efter forbrændingens igangsætning. Gasandelen af den samlede brændselsmængde per forbrænding er indstillelig, og gasindsprøjtningen hindres af en sikkerhedsindretning (6) i tilfælde af svigtende indsprøjtning af brændselolie. Ved ændring af gassens andel af den samlede brændselsmængde ved en bestemt motorbelastning varieres starttidspunktet for indsprøjtning af brændselgas således i forhold til starttidspunktet for indsprøjtningen af brændselolie, at gasindsprøjtningen forsinkes, når gasandelen af den samlede brændselsmængde er mindre, og vice versa.

Opfindelsen angår en fremgangsmåde til styring af brændselstilførslen til en dieselmotor, der ved højtryksindsprøjtning både kan tilføres brændselsolie og brændselsgas, idet hver forbrænding i motorens cylindre
5 igangsættes ved indsprøjtning af brændselsolie, og gas kan indsprøjtes efter forbrændingens igangsætning, hvor gasandelen af den samlede brændselsmængde per forbrænding er indstillelig, og hvor gasindsprøjtningen hindres af en sikkerhedsindretning i tilfælde af
10 svigtende indsprøjtning af brændselsolie.

En sådan fremgangsmåde kendes fra den tekniske artikel "Development of the World's First Large-Bore Gas-Injection Engine" af T. Fukuda, P. Sunn Pedersen et al, paper D51, CIMAC 1995 i Interlaken, CH. Det nævnes,
15 at de kamakseldrevne brændselsoliepumper og olieindsprøjtningssystemer højest kan indsprøjte en oliemængde, der ved ren oliedrift svarer til en motorbelastning på 30% af fuld belastning. Det nævnes også, at der i tilfælde af ønske om ren oliedrift ved fuld belastning
20 kan monteres standard størrelse pumper og ventiler, som de kendes fra rent oliedrevne dieselmotorer.

I gasmotorerne af dieseltypen anvendes olieindsprøjtningen til, på det ønskede tidspunkt af motorcyklussen, at sikre forbrændingen af den indsprøjtede
25 gas, der er mindre tændvillig end olien. For sikkerheden i gasmotoranlægget er det afgørende, at gassen afbrændes i cylinderen og ikke eksploderer i udstødssystemet, og for driftsøkonomien og motorstyringen er et præcist, forudbestemt antændelsestidspunkt af
30 brændslet vigtigt. Som tændhjælp for gassen indsprøjtes derfor i de kendte motorer en bestemt brændselsolie-mængde, der typisk kan svare til ca. 8% af brændselsolie-mængden ved ren oliedrift ved fuld motorbelastning.

I DK-B 154448 anvises en gasmotor med en sikker-
35 hedsindretning til hindring af gasindsprøjtningen i en

motorcyklus, hvor indsprøjtningen af brændselsolie er svigtet. Hvis denne motor udføres med variabel indstilling af tændingstidspunktet (VIT) ved variabel indstilling af starttidspunktet for brændselsoliepumpens effektive pumpeslag, anviser patentet, at gasventilens åbning skal ske med uændret tidsmæssige afstand til åbningen af brændselsolieventilen.

I gasmotoren kendt fra EP-B1 520659 nævnes med hensyn til ren oliedrift, at denne driftstilstand kan forekomme ved lav motorbelastning, eksempelvis ved start og stop af motoren.

For brændselsventilen kendt fra EP-A1 546985 beskrives, at der ved starten af gasindsprøjtningen også sker en kortvarig indsprøjtning af en lille mængde dieselolie, hvis mængde kan svare til ca. 5% af rent olieforbrug ved fuldlast. Motoren med denne ventil kan enten drives i gasdrift med indsprøjtning af den nævnte lille oliemængde, eller i ren oliedrift uden gasindsprøjtning.

Ved stationære, elproducerende motoranlæg med gasmotorer af ovennævnte art kan der opstå det problem, at ledningsgastrykket falder i en periode, så gaskompressoren ikke kan nå at højtrykskomprimere tilstrækkeligt gas til at dække motorens behov, og det vil i så fald være nødvendigt at reducere belastningen på motoren i overensstemmelse med den tilgængelige brændselsmængde.

I gastankskibe kan der også være variationer i energiindholdet i den gasmængde, der står til rådighed for en gasfremdrivningsmotor. Ved eksempelvis LNG-carriers (Liquified Natural Gas) vil gasafkogningen i tankene være mindre umiddelbart efter lastningen, hvor tankene er underafkølede, ligesom også brændværdien af den afdampede gas vil være mindre som følge af et højere kvælstofindhold i gassen. Det er også klart, at

gasafkogningen er større ved sejlads under tropiske forhold end ved tempererede eller arktiske forhold.

Det er ønskeligt at kunne opretholde fuld motorbelastning, selv om gastilførslen mindskes eller svigter.
5 Det har været foreslået, at en højtryks gasindsprøjtningssmotor af dieseltypen valgfrit og afhængende af de ydre omstændigheder burde kunne drives i en af tre driftstilstande, nemlig

- ren oliedrift op til fuld belastning (alene-brænd-
10 selsolie tilstand),
- dual fuel tilstand, hvor der op til en forudbestemt, lav belastning køres i ren oliedrift og derover køres med den minimale brændselsolie mængde krævet som tændhøj-
hjælp og effektilpasning til belastningen af motoren
15 ved variation af gas mængden, og
- låst-gas tilstand, hvor der op til en af den valgte gas mængde bestemt belastning køres i ren oliedrift og derover køres med en fastlåst gas mængde, der er indstillelig efter den forhåndenværende gas mængde, men er
20 uafhængig af motorbelastningen, samt effektilpasning til belastningen af motoren ved variation af oliemængden.

Med henblik på at muliggøre dette og samtidig opretholde høje virkningsgrader og størst mulig motoreffekt er fremgangsmåden ifølge opfindelsen ejendommelig ved, at når gassens andel af den samlede brændsels mængde ved en bestemt motorbelastning ændres, så varieres starttidspunktet for indsprøjtning af brændselsgas således i forhold til starttidspunktet for
30 indsprøjtningen af brændselsolie, at gasindsprøjtningen forsinkes, når gasandelen af den samlede brændsels mængde er mindre, og vice versa.

Den forsinkede gasindsprøjtning ved mindre gasandele medfører, at en større mængde af brændselsolie er
35 afbrændt på det tidspunkt, hvor gassen tændes og

bidrager til varmeudviklingen og dermed også til trykstigningen i cylinderen. Den samlede forbrænding i cylinderen frembringer et mere jævnt trykstigningsforløb med et kontrolleret maksimaltryk i cylinderen, som
5 svarer til motorens designtryk, hvilket bidrager til opnåelse af en god virkningsgrad og ikke alt for høje belastninger på motorelementerne.

Gasmotoren kan hensigtsmæssigt styres således, at starttidspunktet for indsprøjtning af brændselsgas
10 ændres således ved variationer i gassens andel af den samlede brændselsmængde, at den begyndende åbning af gasindsprøjtningensventilen normalt højst varierer inden for en krumtapdrejningsvinkel på 6° i forhold til den begyndende lukning af olieindsprøjtningensventilen, når
15 motoren ved fastholdt, fortrinsvis fuld motorbelastning skiftes mellem 100% oliedrift og maksimal gasdrift. Ved maksimal gasdrift indsprøjtes kun den oliemængde, der er krævet som tændhjælp, og olien kan være afbrændt efter få graders krumtapdrejning. Gassen skal derfor
20 indsprøjtes hurtigst muligt efter at sikkerhedsindretningen detekterer olieindsprøjtningen, hvilket i praksis betyder, at gasventilen begynder at åbne umiddelbart inden begyndende lukning af olieventilen. Hvis gasandelen er mindre, og olien indsprøjtes i løbet
25 af en krumtapdrejning på eksempelvis 8° , vil oliens afbrænding fortsætte lidt endnu, og temperaturniveauet i cylinderen vil være så højt, at gasventilens åbnebevægelse kan indledes $1-3^\circ$ efter begyndende lukning af olieventilen, hvis varmeudviklingen ønskes spredt
30 over et større drejningsinterval for derved at styre forbrændingstrykket. Det er også muligt at fremme varmeudviklingen i det tidsrum, hvor leveringstrykket fra oliepumpen er faldende, idet gasventilens åbnebevægelse kan indledes op til 3° før begyndende lukning af
35 olieventilen. Hvorvidt og i hvilken grad dette er

hensigtsmæssigt afhænger af den aktuelle udformning af brændelspumperne og -ventilerne.

I en styringsmæssigt særlig enkel videreudvikling af fremgangsmåden forskydes den begyndende åbning af 5 gasindsprøjtningsventilen i takt med den begyndende lukning af olieindsprøjtningsventilen, når gasandelen varieres. Den synkrone forskydning af ventilernes lukning og åbning muliggør en enkel sammenkobling af mekanisk eller anden styreteknisk art mellem styrin- 10 gerne af olieventilens lukning og gasventilens åbning.

Opfindelsen angår også en højtryks-gasindsprøjtningsmotor af dieseltypen med et indsprøjtningsystem for brændelsolie og brændelsgas omfattende en ved hver forbrænding i den tilhørende cylinder aktiveret 15 brændelsoliekilde, der kan levere olien til mindst en brændelsolieindsprøjtningsventil ved et tryk, der overstiger dennes åbningstryk, og en højtryksgaskilde tilsluttet mindst en brændelsgasindsprøjtningsventil, hvis åbning og lukning er styret med kontrololie, samt 20 mindst en sikkerhedsindretning, der ved hver forbrænding kun tillader kontrololien at åbne gasindsprøjtningsventilen, hvis brændelsolietrykket ved den pågældende forbrænding har oversteget nævnte åbnings- tryk, hvilken motor har mindst en regulator, der styrer 25 de indsprøjtede mængder af olie og gas og kan variere gasandelen af den samlede brændelsmængde per forbrænding. Denne gasmotor er ifølge opfindelsen ejendommelig ved, at for hver cylinder omfatter indsprøjtningssystemet en elektronisk aktiveret styreventil, der 30 er forbundet med et dræn og med en kontrololie-højtryksskilde samt med gasindsprøjtningsventilens tilgangsledning for kontrololie, og at en elektronisk styreenhed afgiver aktiveringssignaler til styreventilens åbning af gasindsprøjtningsventilen ved krumtap- 35 vinkelstillinger, der afhænger således af gasandelens

størrelse af den samlede brændselsmængde, at ved mindre gasandel sker gasindsprøjtningen senere i motorcyklusen.

Udover de ovennævnte fordele ved at kunne styre
5 tidspunktet for indledning af gasindsprøjtningen i afhængighed af gasandelen ved hjælp af den elektronisk aktiverede styreventil og den elektroniske styreenhed, giver disse to elektroniske komponenter i gasindsprøjtningssystemet den yderligere fordel, at motoren kan
10 leveres som en rent tungolieforbrændende dieselmotor, der senere nemt kan konverteres til en gasdrevet motor ifølge opfindelsen. Ved konverteringen kan brændsels-systemet suppleres med gaskomponenterne uden at der skal foretages ændringer i kamakselsystemet. Det er
15 også muligt at eftermontere gassystemet på en eksisterende motor. Da der kun er behov for én kamakseldrevet oliepumpe per cylinder, er der med en konventionel kamaksel plads til, at oliepumpen kan laves i en størrelse, der tillader, at motoren drives ved 100%
20 belastning i alene-brændselsolie tilstanden, hvis der ikke ønskes noget gasforbrug, eller gassystemet midlertidigt er taget ud af drift.

Når der kun skal indsprøjtes en minimal mængde brændselsolie som tændhjælp, og gasindsprøjtningen skal
25 starte hurtigst muligt efter konstateret brændselsolietryk, kan motoren i en udførelsesform være indrettet således, at styreenheden aktiverer styreventilen til at påføre kontrololietryk på gasindsprøjtningssystemets ventilens tilgangsledning, inden denne ventil skal
30 aktiveres til gasindsprøjtning, og at sikkerhedsindretningen bortdræner eller afspærrer kontrololietrykket, indtil den detekterer det krævede brændselsolietryk og afslutter bortdræningen eller afspærringen. I denne udførelsesform kan forholdsvis langsomtvirkende
35 elektroniske styreventiler, såsom traditionelle magnet-

ventiler eller solenoidestyrede ventiler, anvendes til at slutte kontrololiehøjtrykskilden til nævnte tilgangsledning, idet den hurtigtvirkende aktivering af gasindsprøjtningen foretages af sikkerhedsindretningen.

- 5 Ved højere motorbelastninger, når gasandelen ikke er så stor, og gassen skal indsprøjtes senere, kan styreenheden aktivere gasindsprøjtningen ved hjælp af den elektroniske styreventil. Olieindsprøjtningen fortsætter her i såpas langt et tidsrum efter sikkerhedsindretningens muliggørelse af gasindsprøjtningen, at der er
10 passende tid til omskiftning af den elektroniske styreventil.

I en foretrukken udførelsesform er den elektronisk aktiverede styreventil hurtigtvirkende med en omstillingstid på højst 2 ms, fortrinsvis højst 1 ms. Den
15 korte omstillingstid tillader, at styreenheden ved alle driftsforhold anvender den elektroniske styreventil til aktivering af gasindsprøjtningen. Den hurtigtvirkende styreventil giver den for motorens sikkerhed væsentlige
20 virkning, at aktiveringen af gasindsprøjtningen altid afhænger af indstillingen af to forskellige komponenter, nemlig den aktivt virkende styreventil og sikkerhedsindretningen. Dette er navnlig væsentligt ved dual-fuel drift ved fuld motorbelastning, hvor oliemængden
25 er minimal og gasmængden maksimal per indsprøjtning. Den korte indstillingstid på højst 1 ms stiller også mere tid til rådighed for signalindsamling og beregning i den elektroniske styreenhed.

I et gastankskib er det kendt, at mindst en måler
30 registrerer trykket i gastankene og trykændringerne heri. I en udførelsesform er motoren fremdrivningsmotor i et sådant skib, og motorens regulator er indrettet til på basis af de målte tanktryk at styre gasandelen af brændselsmængden således, at motorens gasforbrug
35 holder tanktrykket inden for et forudbestemt trykinter-

val. Denne udførelsesform er specielt egnet til LNG-skibe, i hvilke gassen holdes flydende ved hjælp af afkøling fra gasfordampningen, ikke ved tryksætning. Gastankene er ikke egentlige trykbeholdere, men er
5 isolerede tanke med gas, hvor den afkogte gas skal fjernes for at hindre for store trykstigninger i tankene. I de tidligere kendte LNG-skibe afbrændes den afkogte gas i kedler for dampfremstilling til turbiner. Ved ifølge opfindelsen at anvende en højtryks-gasind-
10 sprøjtningsmotor af dieseltypen som fremdrivningsmotor kan denne motors overlegne brændselsudnyttelse i forhold til turbiner delvis kompensere for det forhold, at bedre tankisolering i LNG-skibene vil nedbringe den afkogende gasmængde fra omtrent 0,25% til omtrent 0,1%
15 af tankindholdet per døgn. Ifølge opfindelsen tilpasser regulatoren motorens gasforbrug efter den afkogende gasmængde, dvs. gasforbruget reguleres af hensyn til skibets gastanke. Hvis motoren ikke er i stand til af bruge tilstrækkeligt meget gas, kan overskudsgas af-
20 brændes i en kedel.

Det foretrækkes, at regulatoren tilfører motoren mere brændselsolie, hvis mængden og/eller brændværdien af den fra gastankene afkogende gas er utilstrækkelig til dækning af motorens brændselsgasbehov. Denne
25 udførelsesform udmærker sig ved, at skibets drift automatisk er gjort uafhængig af gasafkogningen fra tankene.

I en yderligere udførelsesform, der blandt andet muliggør gasmotorer uden kamaksel, afgiver den elektro-
30 niske styreenhed også aktiveringssignaler til en elektronisk aktiveret anden styreventil, der er forbundet med et dræn og med brændselsoliehøjtrykskilden samt med brændselstilgangen på olieindsprøjtningsventilen og kan omskifte brændselstilgangen mellem
35 tilslutning til drænet og højtrykskilden. Brændsels-

oliehøjtrykskilden kan være en af en pumpe tryksat højtrykstank, der med tilnærmelsesvis jævnt leverings- tryk forsyner motorens cylindre med brændselsolie. Ved at styreenheden styrer både olie- og gasindsprøjtningen
5 ved hjælp af elektronisk aktiverede styreventiler opnås der frihed til ikke alene at justere gasandelens størrelse per forbrænding, men også samtidig at variere indstillingen af indsprøjtningstidspunktet for forbrændingen som helhed, uden at der skal anvendes meget
10 komplicerede mekaniske styringssystemer. Det er klart, at regulatoren i denne udførelsesform uden videre kan udgøres af en integreret del af den elektroniske styreenhed, eksempelvis en styrekreds heri.

Eksempler på opfindelsen forklares herefter
15 nærmere med henvisning til den meget skitseagtige tegning, hvor

fig. 1-3 viser diagrammer over tre forskellige eksempler på styringstilstande for brændselsleveringen,

fig. 4 og 5 diagrammer til anskueliggørelse af
20 ventilaktiveringerne ifølge opfindelsen i løbet af en forbrænding, vist for samme motorbelastning med henholdsvis stor og lille gasandel,

fig. 6 et forenklet eksempel på en udførelsesform for brændselssystemet i motoren ifølge opfindelsen, og

25 fig. 7 gassystemet for en fremdrivningsmotor i et LNG-skib, vist mere detaljeret.

Højtryks-gasindsprøjtningsmotorer af dieseltypen kan være firtakts motorer af mediumspeed-typen eller være store totakts krydshovedmotorer, der med dagens
30 motorer af ansøgerens type MC-GI kan have en effekt per cylinder i intervallet 250-5710 kW ved omdrejnings- hastigheder i intervallet 75-250 omdr./min med slag- længde-til-boringsforhold i intervallet 2,45-4,20.

De tre i indledningen nævnte styringstilstande for
35 brændselsleveringen til motoren, alene-brændselsolie,

dual fuel og låst-gas tilstandene er vist i fig. 1-3. Disse styringstilstande udmærker sig ved at være enkle at styre med en mekanisk virkende regulator for mængderegulering af olie og gas, idet styringstilstandene er baseret på låsning af den ene af mængdereguleringerne i et forudbestemt interval for motorbelastningen. Ved meget lav belastning under start og stop er gastilførslen låst til nul i alle tre tilstande. I fig. 1 opretholdes afbrydelsen af gastilførslen over hele belastningsintervallet. For samtlige driftstilstande gælder, at der indsprøjtes en vis mindstemængde olie, der eksempelvis kan være på 5% eller 8% af den maksimale oliemængde ved 100% belastning. I dual fuel tilstanden i fig. 2 omskiftes ved en forudbestemt belastning på eksempelvis 40% til fastlåsning af oliemængden til nævnte mindstemængde, mens gasmængdereguleringen frigives. I fig. 3 er gasmængdereguleringen låst til en bestemt, indstillelig gasmængde, der afhænger af det ønskede gasforbrug. De i figuren markerede områder med både gas og olie betyder, at der her kan køres med enten gas eller olie alt efter den indstillede gasmængde. Andre styringstilstande end de på tegningen viste er mulige, navnlig hvis regulatoren udgør en del af en elektronisk styreenhed, der uden komplicerede mekaniske systemer kan foretage gradvise ændringer i mængdereguleringerne.

Når der omtales mængder og brændselsandele er dette relateret til et enkelt forbrændingsforløb i en cylinder, og mængderne er udtrykt i %, dvs. normeret med den pågældende cylinders forbrug ved 100% belastning. Mængdeangivelserne skal i øvrigt forstås som energimængder, idet ren brændselsgas kan have fx 10% større brændværdi per kg end brændselsolie.

Et eksempel på styringen af gasindsprøjtningen med fremgangsmåden ifølge opfindelsen er vist i fig. 4 og

5. Den nederste del af diagrammerne viser løftekurverne for ventilgliderne, idet fuldstregskurven a angiver brændselsolieventilen, den punkterede kurve b en som drænventil udformet sikkerhedsindretning og den stiplede kurve c gasventilen. I den øverste del illustrerer fuldstregskurven d brændselsolietrykket, den stiplede kurve e kontrololietrykket og den øvre fuldstregskurve f trykket i forbrændingskammeret.

I begge figurerne ses, at forbrændingen indledes med, at brændselsolietrykket d stiger op over olieindsprøjtningsventilens åbningstryk, så denne åbner (kurve a). Såsnart dette åbningstryk opnås, aktiveres sikkerhedsindretning, som vist ved kurve b, til at muliggøre gasindsprøjtning. I fig. 4 ses, at kontrololietrykket e begynder at stige kraftigt, såsnart sikkerhedsindretningen aktiveres, og lidt senere åbnes for gasindsprøjtningen (kurve c) på det tidlige tidspunkt, der er optimalt ved den største gasandel (dual fuel tilstand). I fig. 5 opretholdes brændselsolietrykket over en længere krumtapdrejningsvinkel, hvilket giver en større indsprøjtet oliemængde og dermed kræver mindre gasandel. Det ses, at opbygningen af kontrololietrykket og dermed også åbningen af gasventilen er forsinket og forekommer omtrent 7° senere i motorcyklussen. Gasindsprøjtningen kan passende forsinkes såpas meget, at forløbet af varmeudviklingen i cylinderen hovedsageligt svarer til den varmeudvikling, som frembringes ved ren oliedrift ved den tilsvarende motorbelastning.

Brændselssystemet 1 i fig. 6 omfatter en gasindsprøjtningsventil 2 og en olieindsprøjtningsventil 3. De to ventiler kan være separat monteret i hver sin injektor i det tilhørende cylinderdæksel, eller kan være sammenbygget i en kombineret brændselsinjektor til en såkaldt dual-fuel injektor. Der kan være flere indsprøjtningsventiler af hver type monteret på samme

cylinder for blandt andet at opnå bedre fordeling af brændslet i cylinderen.

Brændselsolien leveres periodevis på det ønskede tidspunkt i motorcyklussen til cylinderens olieventil 3 fra en brændselsoliekilde 4, der kan have forskellige udformninger. Brændselsoliekilden kan være en sædvanlig brændselspumpe, der forsynes med olie fra en for pumperne fælles lavtryksfødeledning, og som har et pumpestempel drevet af en kam på en kamaksel. En ikke 10 vist regulator kan på sædvanlig vis dreje pumpestemplet for mængderegulering af olien leveret fra pumpen ved højt tryk på op til eksempelvis 800 bar. Alternativt kan brændselsoliekilden være en elektronisk aktiveret brændselspumpe, der forsynes med olie fra en fælles 15 lavtryksfødeledning og mængdereguleres og tidsstyres ved hjælp af indstillingssignaler fra en elektronisk styreenhed. En anden mulighed er, at brændselsoliekilden omfatter et højtryksreservoir for olie, der er sluttet til en tilgangsport på en elektronisk aktiveret 20 styreventil, der yderligere har mindst to porte, nemlig en afgangsport til en ledning 5 førende til ventilen 3's olietilgang og en port forbundet med et dræn. Styreventilen kan ud fra styresignaler modtaget fra en elektronisk styreenhed slutte ledningen 5 til enten 25 olietilgangsporten eller drænporten.

Når brændselsoliekilden 4 på det for forbrændingens timing ønskede tidspunkt af motorcyklussen starter levereringen af højtryksolie til ledningen 5, vil trykket hurtigt stige op over olieventilens 3's åbningstryk, hvorefter olien indsprøjtes. Samtidig 30 aktiverer olietrykket en sikkerhedsindretning 6 til at muliggøre påsætning af kontrololietryk på gasventilen 2. Sikkerhedsindretningen 6 kan være af velkendt mekanisk type med et stempel, der holder en drænport i 35 en kontrololieledning 7 åben, indtil brændselsolietryk-

ket ved overskridelse af nævnte åbningstryk forskyder stemplet til lukning af drænporten. Drænporten er gennem en ledning 8 forbundet til et reservoir 9 for kontrololie. Sikkerhedsindretningen kan alternativt
5 være af elektronisk art, der i en elektronisk styreenhed afgør, om brændselsolien indsprøjtes og anvender denne information som betingelse for aktivering af gasventilen 2. I dette tilfælde kan styreenheden detektere olieindsprøjtningen på basis af en trykføler
10 i ledningen 5 eller af en positionsføler i ventilen 3 til aftastning af den faktiske ventilåbning.

I den viste udførelsesform kan gasventilen 2 påvirkes til åben stilling ved påførsel af kontrololietryk ved gasventilens tilslutning til ledningen 7.
15 Ventilen 2 har endvidere en tilslutning 10 for spærreolie og en tilslutning 11, der fører til et højtryks gasreservoir. Spærreolietrykket er eksempelvis 40 bar højere end gastrykket i tilslutningen 11. Gasventilen kan alternativt holdes lukket af kontrololietrykket og
20 åbnes ved fjernelse af dette, hvorved behovet for spærreolie bortfalder. Dette er nærmere beskrevet i WO95/24551.

En elektronisk aktiveret styreventil 12 har en tilgangsport, der er tilsluttet en ledning 13 med
25 højtryksolie leveret fra en pumpe 14, der gennem en ledning 15 fødes fra reservoiret 9. Styreventilen 12 har yderligere mindst to porte, nemlig en afgangsport til ledningen 7 til gasventilen 2 og en drænport forbundet med reservoiret 9. Styreventilen kan ud fra
30 styresignaler modtaget fra en elektronisk styreenhed 16 slutte ledningen 7 til enten olietrykledningen 13 eller drænporten. Styreventilen kan eksempelvis være en magnetventil, en elektronisk styret hydraulisk ventil eller en magnetventil med såkaldt magnetisk låsning,
35 hvilket kan give særdeles korte omskiftningstider.

Den elektroniske styreenhed 16 tilføres på velkendt vis oplysning om den øjeblikkelige drejestilling for motorens krumtapaksel. Hvis brændselsoliekilden styres af en mekanisk virkende regulator, aftaster en føler den for indsprøjtningen af olie gældende indstilling af regulatoren og afleverer signaler herom til styreenheden 16. Hvis regulatoren er elektronisk og eventuelt indbygget i i styreenheden 16, står aktiveringssignalerne for brændselsoliekilden allerede til rådighed på elektronisk form. Styreenheden kan endvidere indeholde data for omstillingstiden for styreventilen 12 samt for det krævede tidsrum, der forløber fra styreventilens aktivering indtil trykændringen i ledningen 7 medfører åbning af gasventilen 2, således at styreenheden kan kompensere for disse tidsforsinkelser. På basis af oplysningerne om den aktuelle olieindsprøjtning kan styreenheden 16 aktivere styreventilen 12 på netop det tidspunkt, der starter gasindsprøjtningen på det ønskede tidspunkt i forhold til afslutningen af olieindsprøjtningen.

Et eksempel på gassystemet i et LNG-skib med en fremdrivningsmotor ifølge opfindelsen beskrives herefter nærmere med henvisning til fig. 7. Fra gastanke 115 kan den afkogte gas via en ledning 116 føres ind i et gasbehandlingsrum 17, der er helt adskilt fra skibets maskinrum. En lavtrykskompressor 18 komprimerer gassen til omtrent 25 bar og er gennem en ledning 19 tilsluttet både en højtrykskompressor 20 og en grenledning 21, hvorigennem overskudsgas kan bortledes til en ikke vist kedel efter forvarmning i en enhed 22. Højtrykskompressoren afleverer gassen ved et tryk på eksempelvis 250 bar til en fødeledning 23, der er ført ind i maskinrummet 24. Drivmotorerne 25 for kompressorerne er placeret i et gastæt aflukke 26, og både dette og rummet 17 er ventileret af hver sin ventilator.

I maskinrummet er fødeledningen 23 ved hver motor-cylinder sluttet til et højtryks gasreservoir 27, hvis volumen kan indeholde gas til eksempelvis 20 indsprøjtningensforløb, hvilket giver mulighed for at måle en 5 begrænset gastrykssænkning ved hver indsprøjtning, og at afbryde gastilførslen til gasventilen 2 ved hjælp af en afspærringsventil 28, hvis tryksænkningen er større end en forudbestemt værdi.

På tegningen er kun vist to cylindre 29, men 10 motoren har naturligvis flere. En afblæsningsventil 30 kan tømme cylinderens gassystem for gas ud gennem en drænledning 31, hvis dette er nødvendigt. En udluftningsventil 32 kan tømme gasreservoiret 27, hvis motoren i en periode ikke skal drives på gas, fx fordi 15 skibet sejler i ballast. Hvis hele fødeledningen 23 skal tømmes for gas, kan en hovedventil 33 lukkes, og en afspærringsventil 34 i en drænledning 35 åbnes, ligesom afblæsningsventilerne 30 også åbnes, hvilket leder gassen via drænledningerne 31 og 35 til en 20 ventilationsenhed 36, der leder gassen ud i den fri atmosfære. Derefter kan en afspærringsventil 37 åbne for en inertgaskilde 38, der blæser systemet helt rent for gas.

De gasførende elementer i maskinrummet er omgivet 25 af en kappe 39, der ved drænledningen 31's afgang tilføres ventilationsluft som vist ved pilen 40, idet mindst en ventilator 41 suger luft ud fra kappen 39 ved fødeledningens passage ind i maskinrummet. Gasdetektorer 42 er placeret på passende steder i systemet for 30 overvågning af eventuelle gaslækager. Der kan eksempelvis være en gasdetektor 42 i hver cylinders udstødskanal 43 til udstødsreceiveren 44 samt en gasdetektor i udstødsrøret på afstrømsgsiden af turboladeren 45.

Gastanken 115 er forsynet med en tryksensor 46, og 35 i en ikke vist styreenhed registreres over længere tid

trykændringerne i gastanken, så styreenheden ud fra tendensen i trykændringerne kan give motorens regulator besked om det ønskede gasforbrug, der opretholder tanktrykket i det foreskrevne trykinterval. Da tank-
5 trykket varierer langsomt ved korrekt drift af anlægget, justerer motorens regulator gasforbruget med forholdsvis lange tidsintervaller, eksempelvis for hver 1000 eller 10.000 motoromdrejninger.

P A T E N T K R A V

1. Fremgangsmåde til styring af brændselstilførslen til en dieselmotor, der ved højtryksindsprøjtning både kan tilføres brændselsolie og brændselsgas, 5 idet hver forbrænding i motorens cylindre (29) igangsættes ved indsprøjtning af brændselsolie, og gas kan indsprøjtes efter forbrændingens igangsætning, hvor gasandelen af den samlede brændselsmængde per forbrænding er indstillelig, og hvor gasindsprøjtningen 10 hindres af en sikkerhedsindretning (6) i tilfælde af svigtende indsprøjtning af brændselsolie, k e n d e t e g n e t ved, at når gassens andel af den samlede brændselsmængde ved en bestemt motorbelastning ændres, så varieres starttidspunktet for indsprøjtning af 15 brændselsgas således i forhold til starttidspunktet for indsprøjtningen af brændselsolie, at gasindsprøjtningen forsinkes, når gasandelen af den samlede brændselsmængde er mindre, og vice versa.

2. Fremgangsmåde ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at starttidspunktet for indsprøjtning af brændselsgas ændres således ved variationer i gassens andel af den samlede brændselsmængde, at den begyndende åbning af gasindsprøjtningensventilen (2) normalt højst varierer inden for en krumtapdrejningsvinkel på 6° i 25 forhold til den begyndende lukning af olieindsprøjtningensventilen (3), når motoren ved fastholdt, fortrinsvis fuld motorbelastning skiftes mellem 100% oledrift og maksimal gasdrift.

3. Fremgangsmåde ifølge krav 2, k e n d e t e g n e t ved, at den begyndende åbning af gasindsprøjtningensventilen (2) forskydes i takt med den begyndende lukning af olieindsprøjtningensventilen (3), når gasandelen varieres.

4. Højtryks-gasindsprøjtningssystem af dieseltypen 35 med et indsprøjtningssystem (1) for brændselsolie og

brændselsgas omfattende en ved hver forbrænding i den tilhørende cylinder (29) aktiveret brændselsoliekilde (4), der kan levere olien til mindst en brændselsolieindsprøjtningsventil (3) ved et tryk, der overstiger dennes åbningstryk, og en højtryksgaskilde tilsluttet mindst en brændselsgasindsprøjtningsventil (2), hvis åbning og lukning er styret med kontrololie, samt mindst en sikkerhedsindretning (6), der ved hver forbrænding kun tillader kontrololien at åbne gasindsprøjtningsventilen (2), hvis brændselsolietrykket (d) ved den pågældende forbrænding har oversteget nævnte åbningstryk, hvilken motor har mindst en regulator, der styrer de indsprøjtede mængder af olie og gas og kan variere gasandelen af den samlede brændselsmængde per forbrænding, k e n d e t e g n e t ved, at for hver cylinder (29) omfatter indsprøjtningssystemet en elektronisk aktiveret styreventil (12), der er forbundet med et dræn og med en kontrololie-højtryksskilde samt med gasindsprøjtningsventilens tilgangsledning (7) for kontrololie, og at en elektronisk styreenhed (16) afgiver aktiveringssignaler til styreventilens åbning af gasindsprøjtningsventilen (2) ved krumtapvinkelstillinger, der afhænger således af gasandelens størrelse af den samlede brændselsmængde, at ved mindre gasandel sker gasindsprøjtningen senere i motorcyklussen.

5. Højtryks-gasindsprøjtningsmotor ifølge krav 4, k e n d e t e g n e t ved, at styreenheden (16) aktiverer styreventilen (12) til at påføre kontrololietryk på gasindsprøjtningsventilens (2) tilgangsledning (7), inden denne ventil skal aktiveres til gasindsprøjtning, og at sikkerhedsindretningen (6) bortdræner eller afspærrer kontrololietrykket, indtil den detekterer det krævede brændselsolietryk og afslutter bortdræningen eller afspærringen.

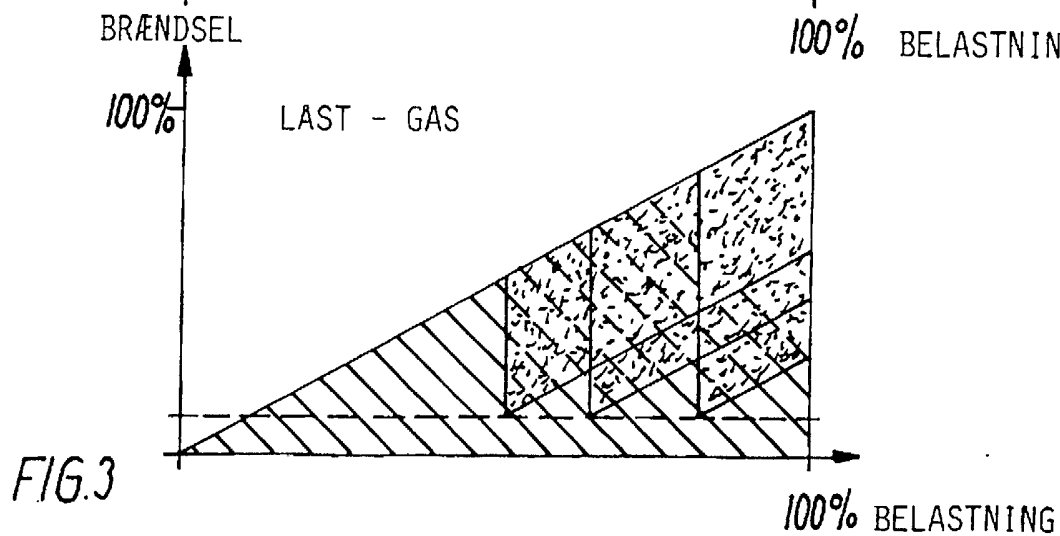
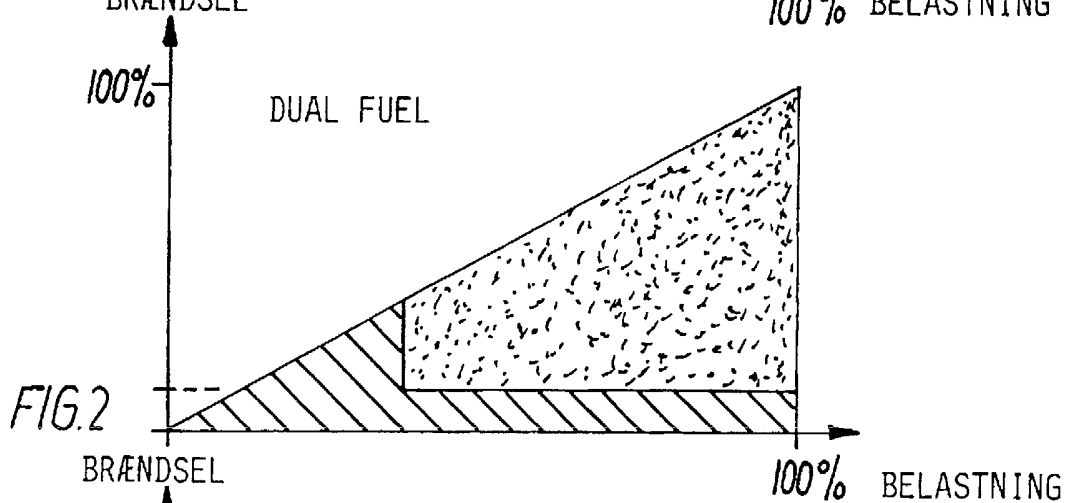
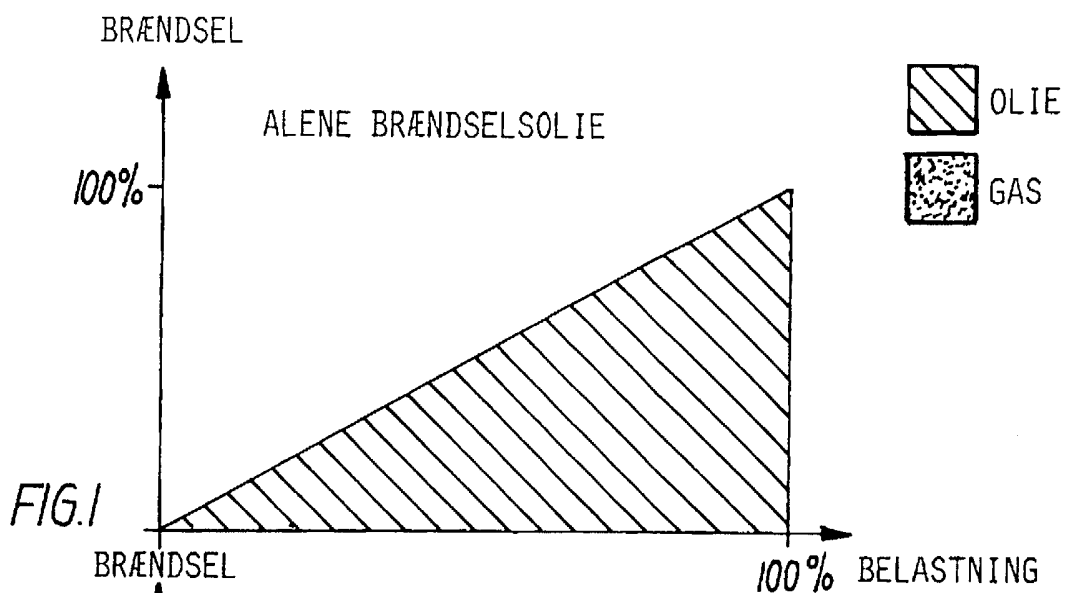
35 6. Højtryks-gasindsprøjtningsmotor ifølge krav 4

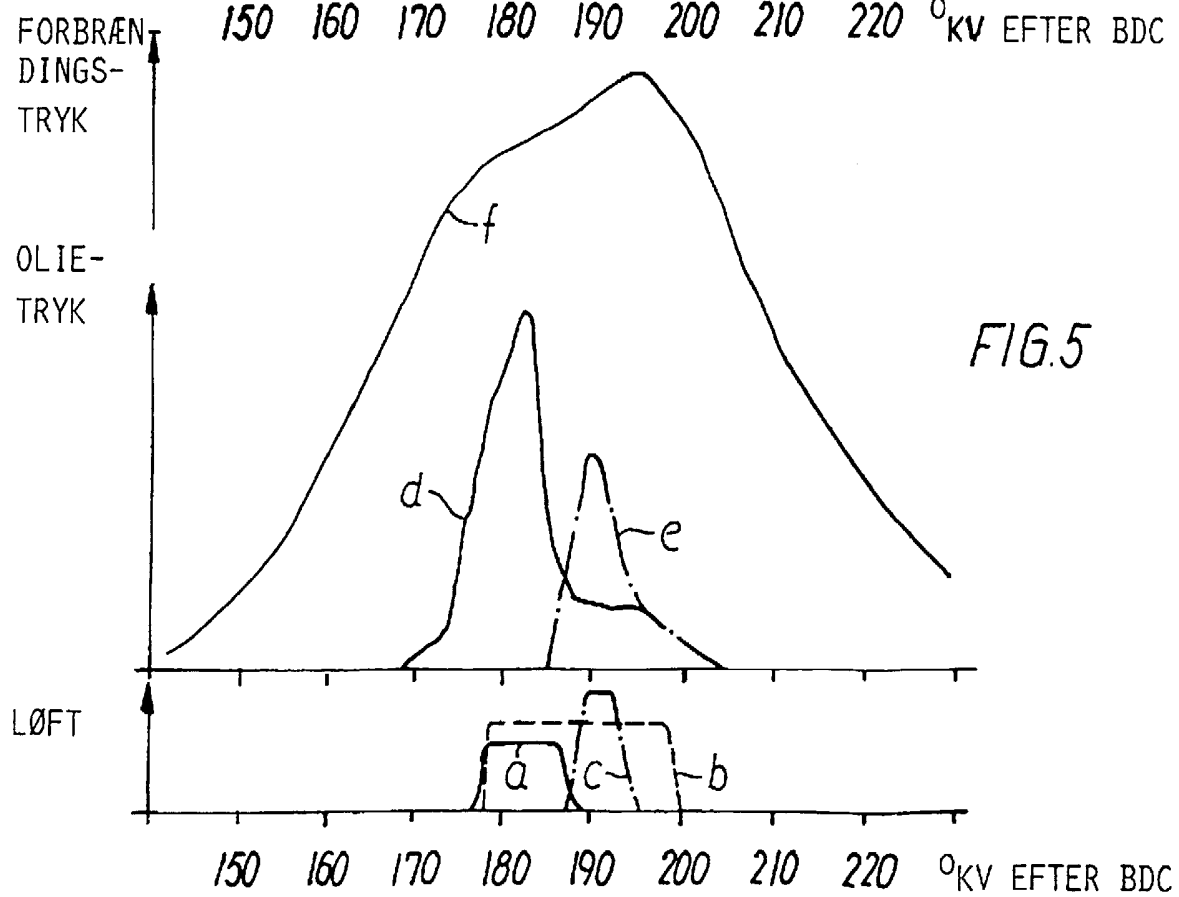
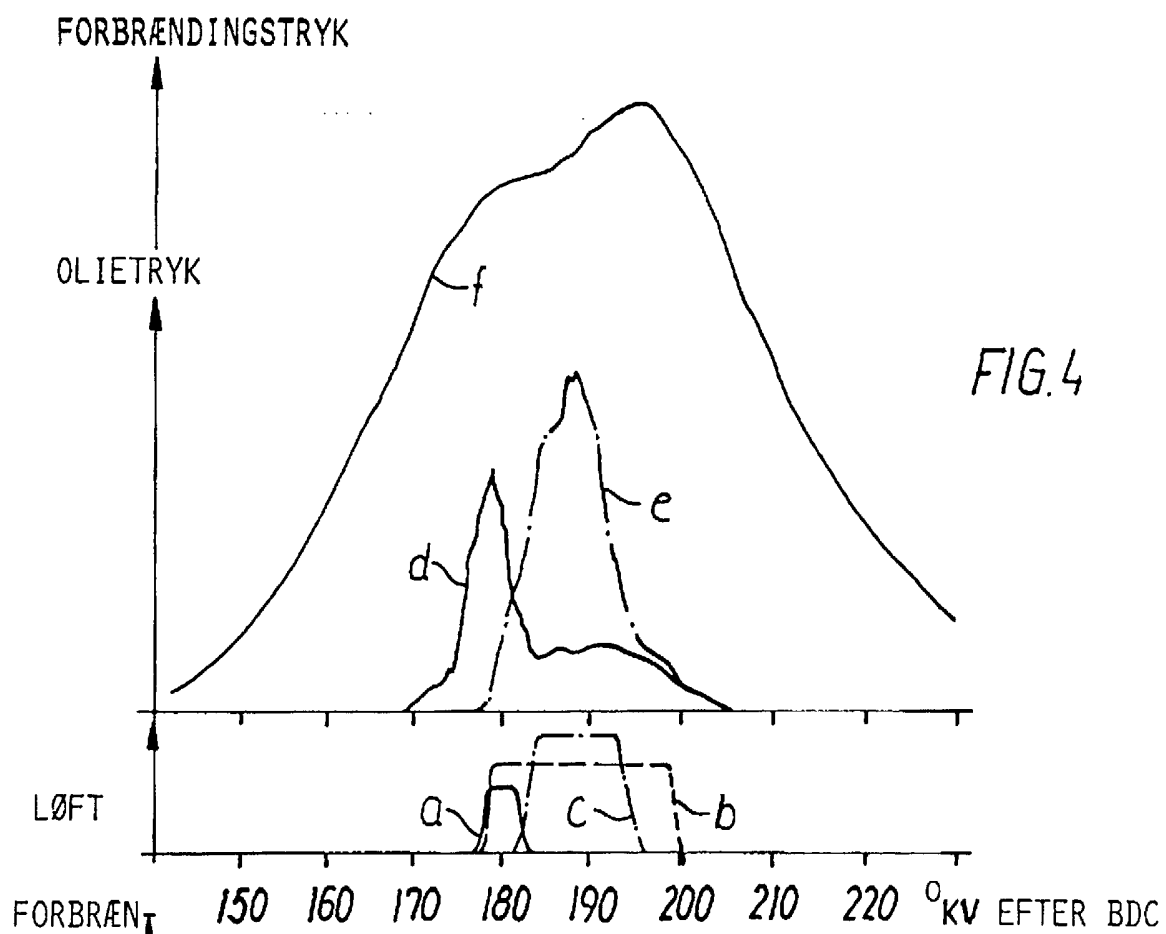
eller 5, k e n d e t e g n e t ved, at den elektronisk aktiverede styreventil (12) er hurtigtvirkende med en omstillingstid på højst 2 ms, fortrinsvis højst 1 ms.

7. Højtryks-gasindsprøjtningsmotor ifølge et af 5 kravene 4-6, k e n d e t e g n e t ved, at motoren er fremdrivningsmotor i et gastankskib, i hvilket mindst en måler (46) registrerer trykket i gastankene (115) og trykændringerne heri, og at motorens regulator er indrettet til på basis af de målte tanktryk at styre 10 gasandelen af brændselsmængden således, at motorens gasforbrug holder tanktrykket inden for et forudbestemt trykinterval.

8. Højtryks-gasindsprøjtningsmotor ifølge krav 7, k e n d e t e g n e t ved, at regulatoren tilfører 15 motoren mere brændselsolie, hvis mængden og/eller brændværdien af den fra gastankene (115) afkogende gas er utilstrækkelig til dækning af motorens brændsels-gasbehov.

9. Højtryks-gasindsprøjtningsmotor ifølge et af 20 kravene 4-8, k e n d e t e g n e t ved, at den elektroniske styreenhed (16) også afgiver aktiverings-signaler til en elektronisk aktiveret anden styreventil, der er forbundet med et dræn og med brændselsoliehøjtrykskilden (4) samt med brændselstilgangen på 25 olieindsprøjtningsventilen (3) og kan omskifte brændselstilgangen mellem tilslutning til drænet og højtrykskilden.





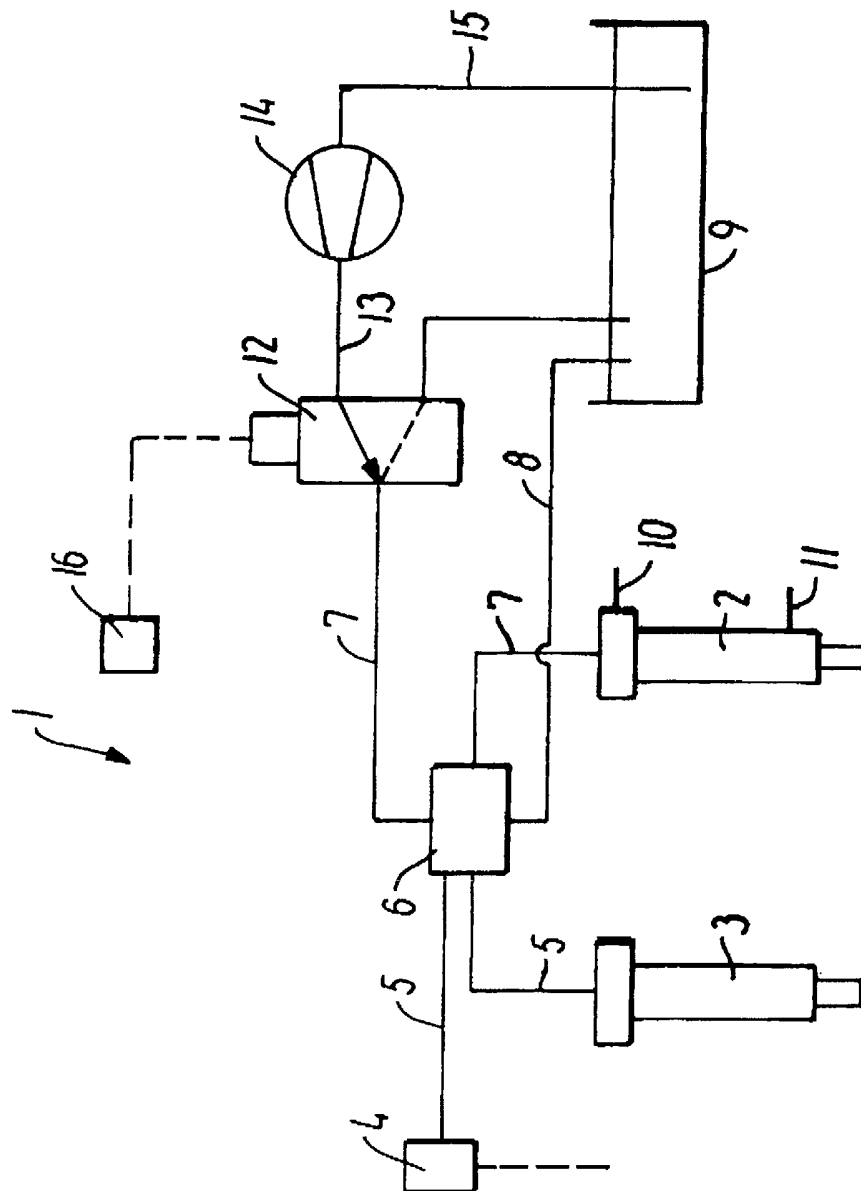


FIG. 6

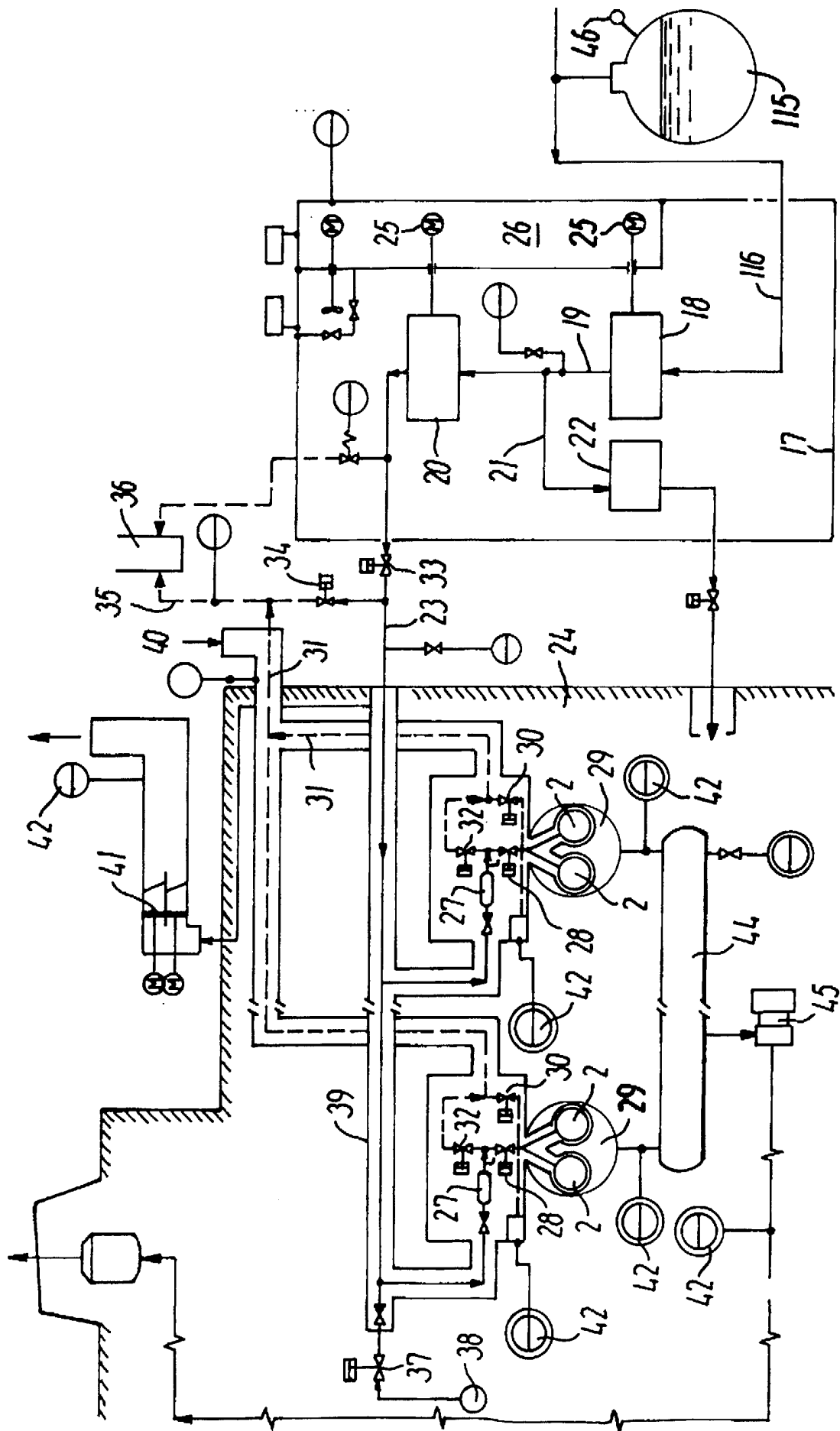


FIG. 7