(19) DANMARK

PATENTDIREKTORATET
KØBENHAVN

(12) **FREMLÆGGELSESSKRIFT** (11) **151864 B**

P. B.

(21) Patentansøgning nr.: **0961/82**

(51) Int.Cl.[4] **B 63 B 25/14**
F 17 C 5/00

(22) Indleveringsdag: **05 mar 1982**

(24) Løbedag: **08 jul 1981**

(41) Alm. tilgængelig: **05 mar 1982**

(44) Fremlagt: **11 jan 1988**

(86) International ansøgning nr.: **PCT/NO81/00031**

(86) International indleveringsdag: **08 jul 1981**

(85) Videreførelsesdag: **05 mar 1982**

(30) Prioritet: **08 jul 1980 NO 802054**

(71) Ansøger: ***Moss Rosenberg Verft A/S; Jeløy; 1500 Moss, NO, *Saga Petroleum A/S & CO.; Rådmann Halmrasts v. 7; 1300 Sandvika, NO**

(72) Opfinder: **Bo *Braennstrøm; NO, Olaf *Kristiansen; NO**

(74) Fuldmægtig: **Patentingeniør K. Skøtt-Jensen**

(54) Fremgangsmåde ved transport af olie og gas under højt tryk i tanke ombord på et skib

961-82

(56) Fremdragne publikationer

DE freml. skrift nr. 2165388
NO pat. nr. 132442

(57) Sammendrag:

SAMMENDRAG : 961-82

Transport af olie og gas under højt tryk i tanke ombord i et skib foretages ved lastning og losning af olie/gas under anvendelse af en egnet trykvæske, eksempelvis vand, i de enkelte tanke (4), idet under lastning en med trykvæske fyldt tank (4) eller tankgruppe fyldes med olie og gas med samtidig fortrængning af trykvæsken til næste tank (4) eller tankgruppe, som skal fyldes, hvorefter den nævnte næste tank/tankgruppe fyldes og trykvæsken fortrænges til en tredie tank/tankgruppe, etc., og at under losning, lasten i en tank (4) eller tankgruppe fjernes ved indføring af en trykvæske i tanken eller tankgruppen, og losningen af lasten i den næste tank/tankgruppe sker ved overføring af trykvæsken fra den første tank/tankgruppe til den næste.

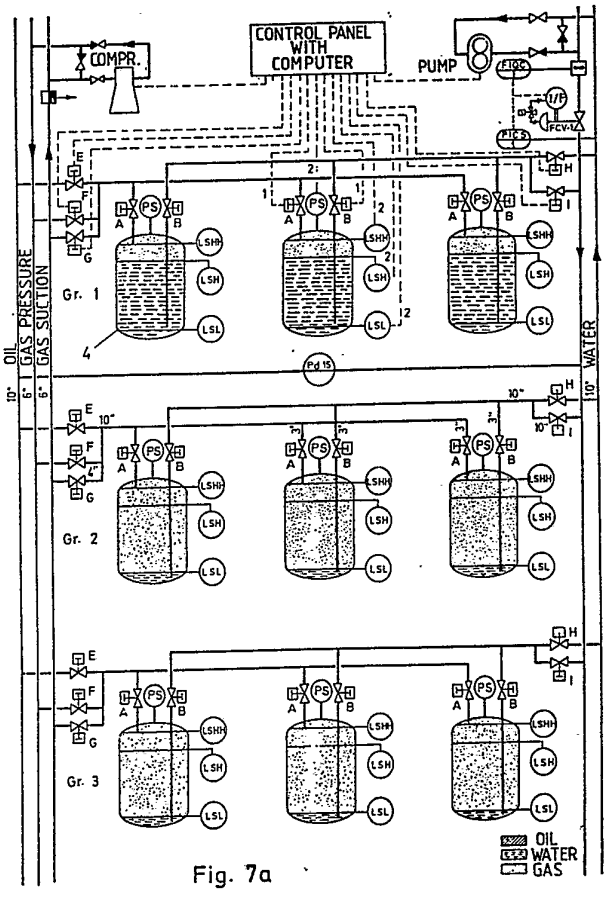


Fig. 7a

DK 151864 B

Opfindelsen angår en fremgangsmåde til transport af olie og gas under højt tryk i tanke ombord på et skib, hvor der ved tømning frembringes overtryk i tankene ved indføring af et trykmedium. Opfindelsen er specielt udviklet i forbindelse med udnyttelse af såkaldte marginalfelter i Nordsøen. En økonomisk udnyttelse af gas fra findesteder i Nordsøen kræver, at gassen må kunne udvindes og transporteres til forbrugeren ved hjælp af et system, som ikke driver prisen for højt op. Denumiddelbare løsning, som falder én ind, er transport i rørledninger, men fysiske begrænsninger, såsom Norskerenden, utilstrækkelig mængde etc., udgør hindringer i så henseende. Man må derfor have andre alternativer for øje, især sådanne, som kan anvendes i forbindelse med mindre fund.

Den udstrækning, i hvilken et offshore gas- og/eller oliefelt kan anvendes, er bl.a. afhængig af økonomien for det udvindings- og transportsystem, der vælges, og størrelsen af feltet, dvs. den mængde olie og gas, som kan udvindes, repræsenterer en vigtig parameter. For mindre felter kan situationen være den, at dersom der ikke findes et særligt enkelt og billigt transportsystem, kan det blive umuligt at udnytte feltet. Visse overvejelser viser, at lagring og transport af olie/gas under højt tryk ville repræsentere en gunstig løsning. En sådan løsning går i korthed ud på, at hele strømmen fra en eller flere oliebrønde tages ombord på et skib i højtrykstanke og bringes til land, hvor den nødvendige behandling, trykaflastning og separering sker. Landanlægget kan betjene flere felter. Offshore kan feltudstyret begrænses til det, som er nødvendig til forbindelse med henblik på overføring af olie/gas til et tankskib. Udstyret ombord i skibet må imidlertid være relativt avanceret, især navigationsudstyret, hvis systemet involverer lokalisering af oliebrønden fra tankskibet. Alternativt kan der naturligvis anvendes en lastebøje.

Opfindelsen angår en fremgangsmåde, som skal anvendes i forbindelse med transporten af olie og gas under højt tryk og

giver en løsning på de problemer, der optræder ved lastning og losning.

Ifølge opfindelsen foreslås det, at lastning og losning sker under anvendelse af en egnet trykvæske, eksempelvis vand, i de enkelte tanke ombord på skibet, hvorved under lastning en tank eller gruppe af tanke indeholdende trykvæske fyldes med olie og gas, medens trykvæsken samtidigt fortrænges ind i den næste tank eller gruppe af tanke, der skal fyldes, hvorefter nævnte næste tank/tankgruppe fyldes med last, medens trykvæsken fortrænges ind i en tredie tank/tankgruppe etc., og at ved losning lasten fra en tank eller tankgruppe tages ud ved indføring af en trykvæske i tanken/tankgruppen, idet losning af lasten i den næste tank/tankgruppe sker ved overføring af trykvæsken fra den første tank/tankgruppe til den næste tank/tankgruppe etc.

Fremgangsmåden ifølge opfindelsen kan anvendes både i forbindelse med olie og tilhørende gas og til gas alene. Trykket i en olie/gasbrønd vil sædvanligvis i det mindste i et vist tidsrum være langt højere end 100 bar. Det antages imidlertid, at den mest økonomiske løsning vil blive opnået, hvis trykket, ved aflastning af trykket ved volumenudvidelse, kan reduceres til omkring 100 bar.

Med opfindelsen elimineres de ulemper, der knytter sig til trykfyldning af tomme tanke, og endvidere tillades losning på enkel vis.

Hvis lasten ledes ind i en trykløs tank, vil dette til at begynde med resultere i et trykfald på omkring 100 bar over reguleringsventilen, og dette har følgende ugunstige konsekvenser:

For det første vil meget af væsken fordampe under dannelse af såkaldt flash gas, og tankens rumfang vil blive ringe udnyttet; for det andet forbruger fordampningen varme, som forårsager et temperaturfald og frysning af vandet, der ledsager

væsken; og for det tredie vil der ved det store trykfald optræde høje strømningshastigheder ved lydhastigheden gennem reguleringsventilerne, og sandpartikler med olien vil derved forårsage stor slitage på fittings og rør. Den høje strømningshastighed vil også frembringe kavitation og støjproblemer.

For at hindre ovennævnte kunne der anvendes gas som trykmedium, dvs. opbygning af gastryk i tanken til omkring 100 bar ved hjælp af kompressorer før lastning og ilanddrivning af lasten ved tryk ved hjælp af de samme kompressorer. Dette ville imidlertid kræve store mængder energi og er ugunstigt set fra en sikkerhedsmæssig synsvinkel sammenlignet med pumpning af vand. Der kræves relativt lille energi til forøgelse af trykket i en vandfyldt tank fra 0-100 bar.

Laste- og lossehastigheden styres ved regulering og kontrol af vandmængden, som udtages fra henholdsvis ledes ind i tankene. Ovennævnte strømningsstyreproblemer vil ikke være til stede endog ved store trykfald.

Under lastning tilføres drivtrykket "gratis" fra olie/gasbrøndene, og ved losning opretholdes drivtrykket ved hjælp af vandpumper.

Opfindelsen vil i det følgende blive nærmere forklaret under henvisning til tegningen, hvor

fig. 1-3 viser et tankskib, som egner sig til højtrykstransport af olie og gas, set henholdsvis fra siden, i tværsnit og fra oven,

fig. 4 et tankskib forbundet med et offshore anlæg på havbunden,

fig. 5 et tankskib forbundet med en tårnbøje,

fig. 6 tankskibet ved landanlægget,

fig. 7a-g strømningsdiagrammer for tankinstallationen ombord på tankskibet visende de respektive tilstande under ballast, lastning og losning, og

fig. 8 skematisk faseinddelingen eller den trinvise synkrone iværksættelse af losning af gas, således at olie/gasblandingsforholdet holdes så konstant som muligt under hele losseoperationen.

Det i fig. 1, 2 og 3 viste tankskib er forsynet med et stort antal separate tanke anbragt i grupper med et bestemt antal tanke i hver gruppe. Tankene 1 er udformet som stående, relativt slanke cylindertanke. Eksempelvis kan tankdiameteren være 2 m, medens tankens højde er 22,5 m. Rumfanget i en sådan tank vil være omkring 70 m^3. Arbejdstrykket er beregnet til 100 bar.

Alle tankene i en gruppe lastes/losses parallelt. Der er to sæt ikke viste hovedledninger, således at en gruppe på styrbords side og en gruppe på bagbords side kan lastes/losses samtidig. I stedet for som vist kan tankene også være anbragt vandret og da være af en længde, som omtrent svarer til længden mellem forreste og agterste kofferdamme.

Fig. 4 viser hvorledes tankskibet kan kobles til et udvindingsanlæg beliggende på havbunden, og fig. 5 viser, hvorledes tankskibet kan forankres til og forbindes med henblik på lastning af olie/gas ved en tårnbøje.

I fig. 6 ses tankskibet ved et landanlæg.

Af det nødvendige udstyr offshore bør her nævnes et samlesystem i en lastebøje eller lignende og også vandindpumpningsudstyr. Landinstallationer er af konventionel art og rummer et behandlingsanlæg 2 og et lageranlæg 3.

Fordelene ved højtrykslastning /losning er åbenbare. Olie/gas kan tages direkte fra brønden eller brøndene, og når tankskibet ikke befinder sig på lastestedet, kan udvindings-

anlægget sættes i hviletilstand. Det kan eventuelt være helt ubemandet i disse perioder eller eksempelvis kun have et minimalt vedligeholdelsesmandskab. Vandindpumpningsudstyret kan f.eks. være anbragt ombord på tankskibet. Totaløkonomien for en sådan udvinding af olie/gas er derfor meget gunstig.

Under henvisning til fig. 7a vil det vigtigste udstyr og de vigtigste komponenter i strømningsdiagrammet blive defineret. Anlægget er for et højtryksskib med eksempelvis 280 tanke, hvor tankdiameteren er 2 m og tankhøjden er 22,5 m. Hver tank har således et rumfang på 70 m^3. Det totale rumfang vil være 19.600 m^3. Det beregnede arbejdstryk er 100 bar. Laste/lossetiden er beregnet til ca. 16 timer og pr. tank/tankgruppe regnes med en laste/lossetid på 1 time og 10 minutter. Tankene er arrangeret i grupper med 10 tanke i hver gruppe, dvs. 28 tankgrupper. I strømningsdiagrammet ses kun 3 af de 10 tanke i hver gruppe. Samtlige tanke i en gruppe lastes/losses parallelt. Der er indrettet to sæt hovedledninger, således at en gruppe på styrbords side og en gruppe på bagbords side kan lastes/losses samtidig. Strømningsdiagrammet viser kun en side, f.eks. styrbordsside. Den samlede laste/lossekapacitet er omkring 1.200 m^3 pr. time.

Der er følgende hovedledninger med afgreninger til hver gruppe:

- Laste/losseledning
- Gastryksledning
- Gassugeledning
- Vandtilførselsledning
- Vandudløbsledning
- Sikkerhedsventilledning

dvs. 12 hovedledninger langs skibet ekskl. forskellige hjælpesystemer.

Hver tank 4 er forsynet med tre niveaudetektorer LSL, LSH og LSHH. Disse detektorer kan registrere olie, vand og gas. De vigtigste ventiler er betegnet med henholdsvis A, B, E, F, G, H og I. Nødvendigt kontrolapparatur er indrettet for ventilerne og er velkendt for fagmanden.

Hver tank har to sikkerhedsventiler med et indstillingspunkt på 105 bar og en trykafbryder RS med et noget lavere indstillingspunkt til alarm og automatisk afspærring.

En strømningsreguleringsventil er betegnet FCV-1. Denne ventil styrer lastning og losning og er dimensioneret til 700 m^3 pr. time. Afspærringstrykket er 110 bar. Ventilen er forsynet med et stillingsrelæ, også benævnt en positioner, og styres i splitrange af flow-instrumentet FIQC-1 og trykregulatoren PIC-1.

Fig. 7a viser tilstandene på en ballastrejse. Alle tankene er trykløse og gasfyldte med undtagelse af tankene i gruppe 1, som er fyldt med vand op til et niveau, som detekteres af niveaudetektoren LSH.

Før lastning påbegyndes, øges trykket jfr. fig. 7b i tankgruppe 1 ved åbning af ventiler A-B og I for denne gruppe, og vandpumpen 5 startes. Pumpen suger vand fra en ikke vist vandtank, betegnet øverst i højre hjørne i fig. 7b med "fra vandtank", og niveauet i tankene 4 stiger, medens gaspuden deri komprimeres. Dette kan ske samtidig med, at olietrykket opbygges i hovedledningen 6.

Når vandtrykket i gruppe 1 er lig trykket i hovedledningen 6 for olie, dvs. omkring 100 bar, og en vælgeromskifter på styrepanelet er blevet stillet på "lastning auto", vil følgende ske, fortrinsvis automatisk ved hjælp af instrumenter og dataanlæg, fig. 7c. Dataanlægget, i princippet en mikro-

processor, har mulighed for hurtig omprogrammering til forskellige laste/losseprocedurer, afpasset varierede parametre m.h.t. tid, sammensætning, tryk etc. Pumpen 5 standser, og ventilerne E og H for gruppe 1 åbnes. Ventilerne A-B-G og I i gruppe 2 åbnes også. Ventil I for gruppe 1 afspærres. Tankene i gruppe 1 er nu under tryk fra hovedledningen 6 og trykket når frem til strømningsreguleringsventilen FCV-1.

Reguleringsventilen FCV-1 styres primært af flow-instrumentet eller mængdemåleren FIQC-1, og indstillingspunktet for sidstnævnte reguleres nu gradvis fra 0 til den ønskede lastekapacitet, eksempelvis 600 m^3 pr. time, og lastningen er i gang. Hvis trykket faldet således, at der er en risiko for, at olien kan afgive gas, eksempelvis ved 95 bar, overtager trykregulatoren PIC-1 styringen af strømningsreguleringsventilen FCV-1, således at der opretholdes et konstant modtryk.

Når lastningen af tankgruppe 1 på styrbords side har været i gang i ca. en halv time, påbegyndes lastningen af tankgruppe 1 på bagbords side.

Når vandniveauet i tankgruppe 2 når det af detektoren LSH detekterede niveau, vil denne detektor sende signal til afspærring af ventilerne A. Når alle er blevet afspærret, lukker ventil G, og ventil A går pany til åben stilling. Trykket i tankgruppe 2 begynder at vokse, vandniveauet stiger og gassen komprimeres. Trykfaldet over reguleringsventilen FCV-1 formindskes og reguleringsventilen indtager gradvis en helt åben stilling.

Når detektoren LSL i tankgruppe 1 signalerer "olie", lukkes ventilerne A og B, og når alle er lukket, lukkes også ventilerne E og H. Tankgruppe 1 er færdiglastet, og trykket i tankgruppe 2 vil nu være omkring 100 bar.

Lastningen fortsætter som vist i fig. 7d. Samtidigt med at ventil E og H for tankgruppe 1 afspærres, åbnes tilsvarende ventilerne for tankgruppe 2, samt ventil A-B-G og I for tankgruppe 3; fyldning af tankgruppe 2 påbegyndes, og vandet presses af tryk over i tankgruppe 3, medens gassen presses ud og afblæses ved masten eller komprimeres og oplagres i gastanke.

Hvis trykforskellen mellem hovedledningen 6 og en tankgruppe er for stor, eksempelvis mere end 5 bar, vil fyldning ikke påbegyndes, førend vandpumpen 5 har opbygget trykket i tankene. Vandet i den sidste gruppe tanke trykkes over i en separat ikke vist vandtank.

Fig. 7e viser situationen under losning. Før losningen påbegyndes, åbnes alle ventilerne E og I og et modtryk fra land lig tanktrykket er derved etableret i hovedledningen 6. Når dette er sket, og en vælgeromskifter på kontrolpanelet er blevet stillet på "losning auto", vil følgende ske: Pumpen 5 opstartes og suger vand fra den ikke viste vandtank. Når trykket i vandledningen er lig trykket i tankene, åbnes ventilerne A og B i tankgruppe 1 og losning er igangsat. Indstillingspunktet for mængdemåleren FIQC-1 forøges gradvis til den ønskede losningskapacitet, f.eks. 700 m^3 pr. time for 10 tanke.

Det nødvendige modtryk til at undgå flashing i systemet kontrolleres i land.

Når losningen af tankgruppe 1 på styrbords side har været i gang i ca. en halv time, påbegyndes losning af tankgruppe 1 på bagbords side. På denne måde losses altid gassen fra en tankgruppe samtidig med olien fra en anden, hvilket medfører den fordel, at gas/oliestrømmen til landanlægget får en tilnærmelsesvis konstant sammensætning over tiden med undtagelse af start/stop af losningen, fig. 8.

Når niveaudetektoren LSHH signalerer "vand", afspærres ven-

tilerne A, og når alle disse er lukket, afspærres også ventilerne E og I for tankgruppe 1.

Den fortsatte situation under losningen er vist i fig. 7f. Ventilen H i tankgruppe 1 og ventil A og B i tankgruppe 2 åbner. Pumpen 5 vil nu suge vand fra tankgruppe 1 og trykke olie ud af tankgruppe 2, og losningen styres fremdeles af reguleringsventilen FCV-1.

Når trykket i tankgruppe 1 er faldet til under 4 bar, åbnes ventilerne A og F og gas fra de ikke viste gastanke gives adgang for at presse vandet op til pumpens sugeside samtidig med, at olieledningen for gruppe 1 blæses tom.

Når niveaudetektoren LSL i tankgruppe 1 signalerer "gas", afspærres ventilerne B, og når alle er afspærret, spærres også ventilerne H og F. Eftersom tankene i tankgruppe 2 gradvis bliver tomme for olie, dvs. når niveaudetektoren LSHH signalerer "vand", afspærres ventilerne A, og når alle er lukket,afspærres også ventilerne E og I.

Den afsluttende losning ses i fig. 7f. Når al vandet er pumpet fra tankgruppe 1 over i tankgruppe 2, pumpes vandet automatisk videre til tankgruppe 2 og olien drives under tryk i land.

Når trykket i tankgruppe 2 er faldet til under 4 bar, åbnes ventilerne A og G i tankgruppe 1 samt ventilerne A og F i tankgruppe 2 og kompressoren 7 starter. Trykket sænkes derved i tankgruppe 1 og opretholdes i tankgruppe 2 for derved at løfte vandet op til pumpen 5. Samtidigt blæses olieledningen til tankgruppe 2 tom for olie. Når trykket i tankgruppe 1 er faldet til 0, afspærres ventilerne A og G. På denne måde vil der være atmosfæretryk i tankene 4, når losningen afsluttes.

"Ekstra gas" til genfyldning af tankene 4 under losningen tages fra land eller fra specielle tryktanke ombord på transportskibet.

P a t e n t k r a v .

1. Fremgangsmåde til transport af olie og gas under højt tryk i tanke ombord på et skib, hvor der ved tømning frembringes overtryk i tankene ved indføring af et trykmedium, k e n d e t e g n e t ved, at lastning og losning foretages under anvendelse af en egnet væske under tryk, såsom vand, i de enkelte tanke (4), hvorved under lastning en tank (4) eller tankgruppe indeholdende trykvæske fyldes med olie og gas, medens trykvæsken samtidig fortrænges ind i den næste tank (4) eller gruppe af tanke, som skal fyldes, hvorefter nævnte næste tank/tankgruppe fyldes med last, medens trykvæsken fortrænges ind i en tredie tank/tankgruppe etc., og at under losning lasten fra en tank (4) eller tankgruppe tages ud ved indføring af en trykvæske i tanken/tankgruppen, idet losningen af lasten i den næste tank/tankgruppe sker ved overføring af trykvæsken fra den første tank/tankgruppe til den næste tank/tankgruppe.

2. Fremgangsmåde ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at olie/gasblandingsforholdet holdes så konstant som muligt under hele losseoperationen ved faseinddeling eller trinvis synkron iværksættelse af losningen af gas fra de forskellige tanke eller tankgrupper.

Fig. 2

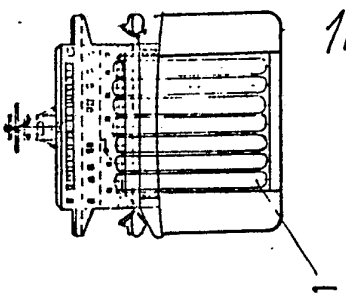


Fig. 1

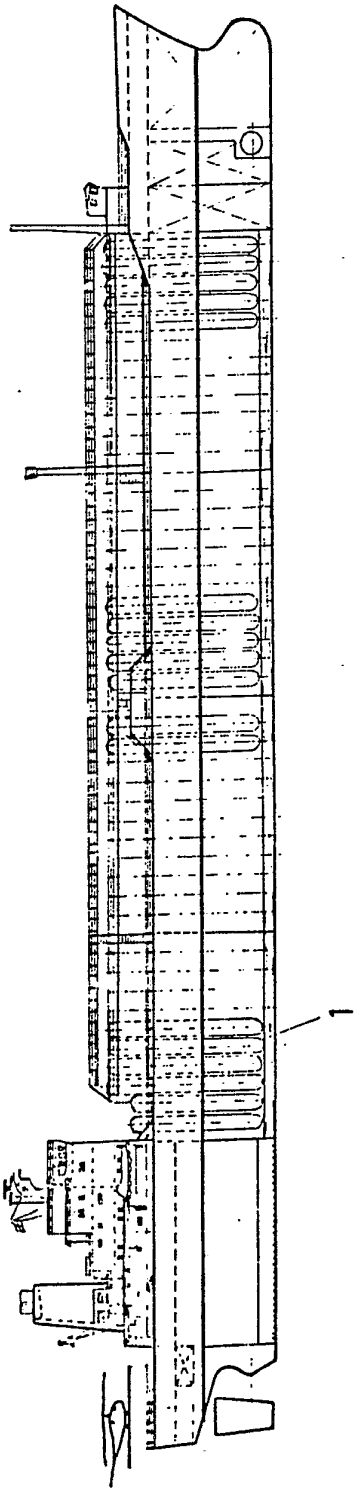
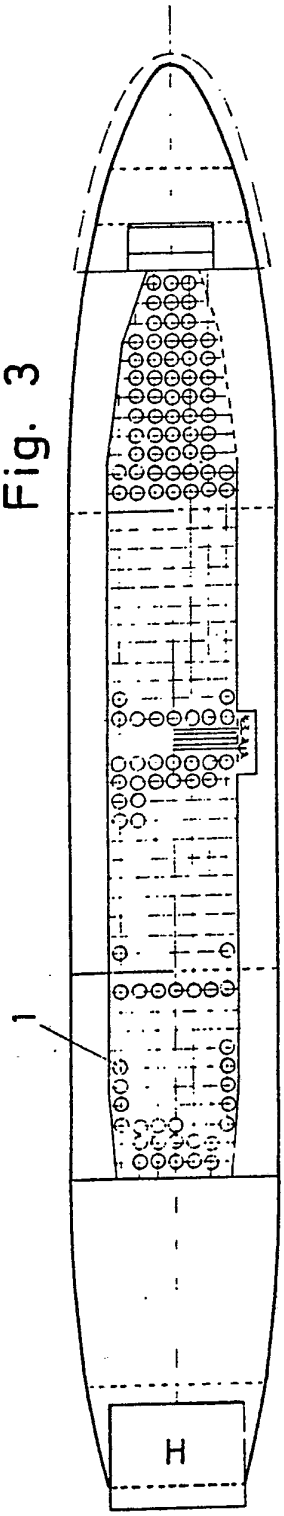


Fig. 3



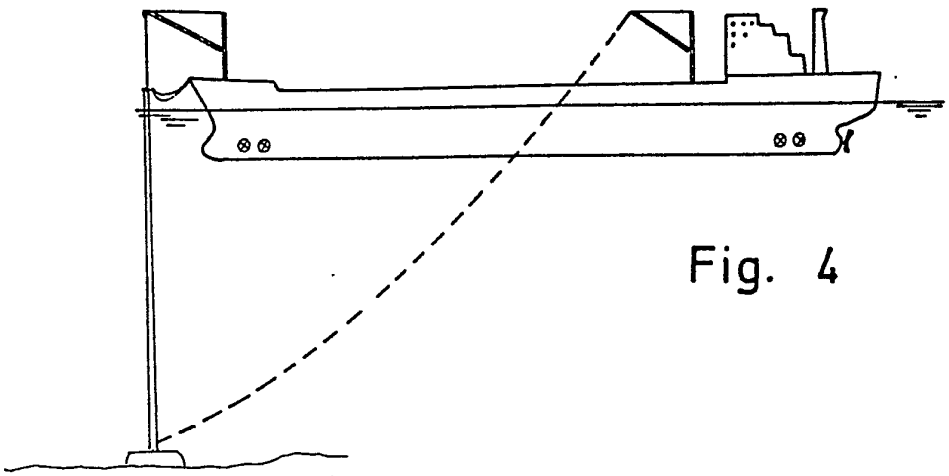


Fig. 4

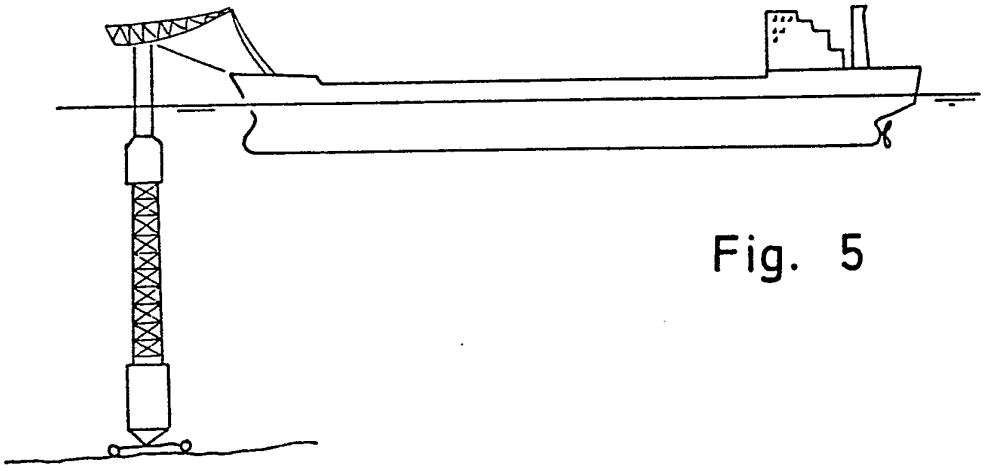


Fig. 5

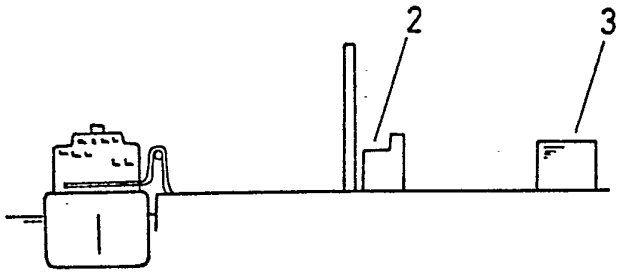


Fig. 6

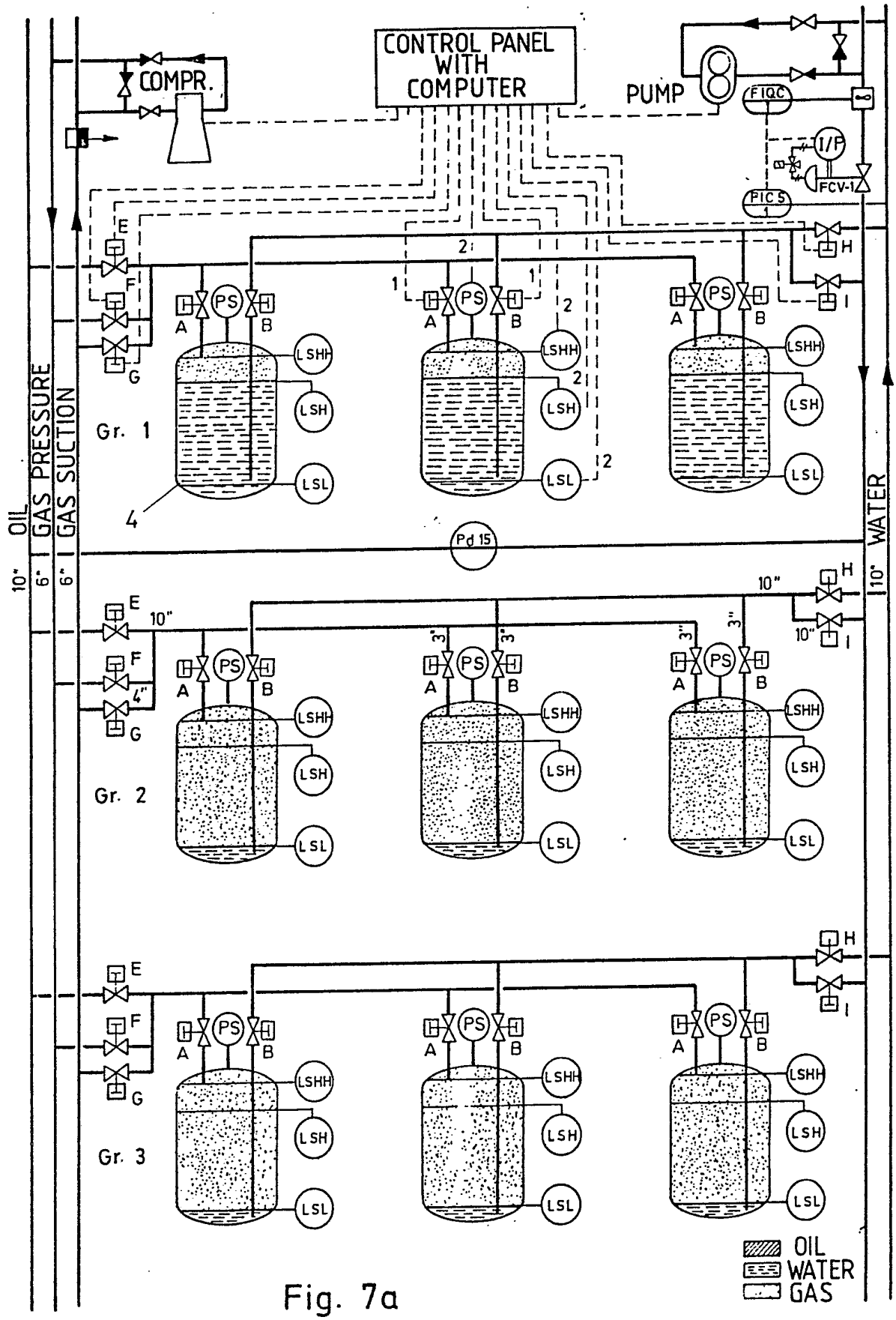

CONTROL PANEL WITH COMPUTER
COMPR.
PUMP
FIQC
I/P
FCV-1
PIC 5
OIL
GAS PRESSURE
GAS SUCTION
WATER
10"
6"
6"
10"
Gr. 1
Gr. 2
Gr. 3
PS
LSHH
LSH
LSL
Pd 15
A
B
E
F
G
H
I
OIL
WATER
GAS

Fig. 7a

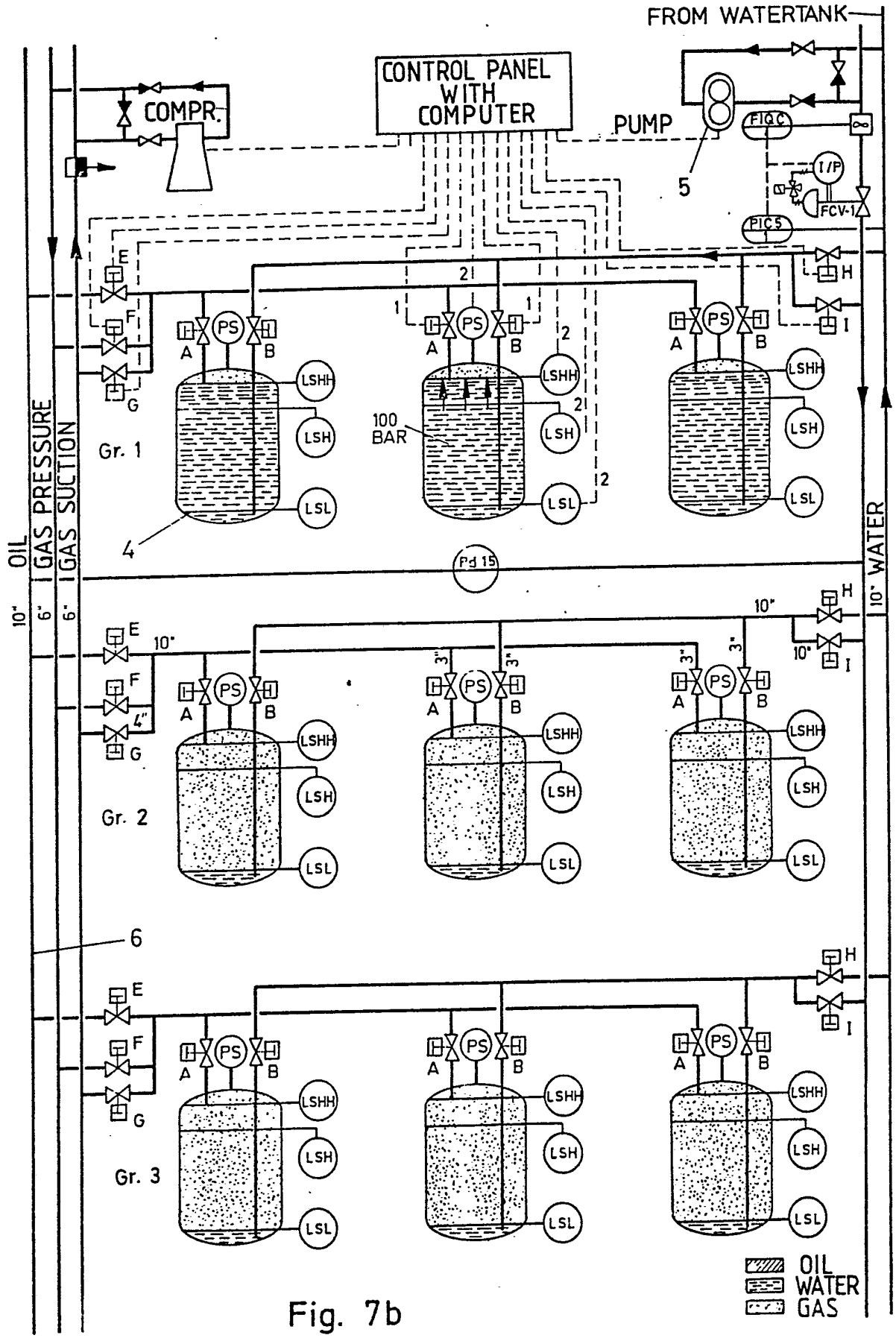

FROM WATERTANK
CONTROL PANEL WITH COMPUTER
COMPR.
PUMP
5
FIQC
I/P
FCV-1
PIC 5
OIL
GAS PRESSURE
GAS SUCTION
10"
6"
6"
10" WATER
E
F
G
H
I
A
B
PS
LSHH
LSH
LSL
Gr. 1
Gr. 2
Gr. 3
100 BAR
4
6
Pd 15
10"
4"
3"
OIL
WATER
GAS

Fig. 7b

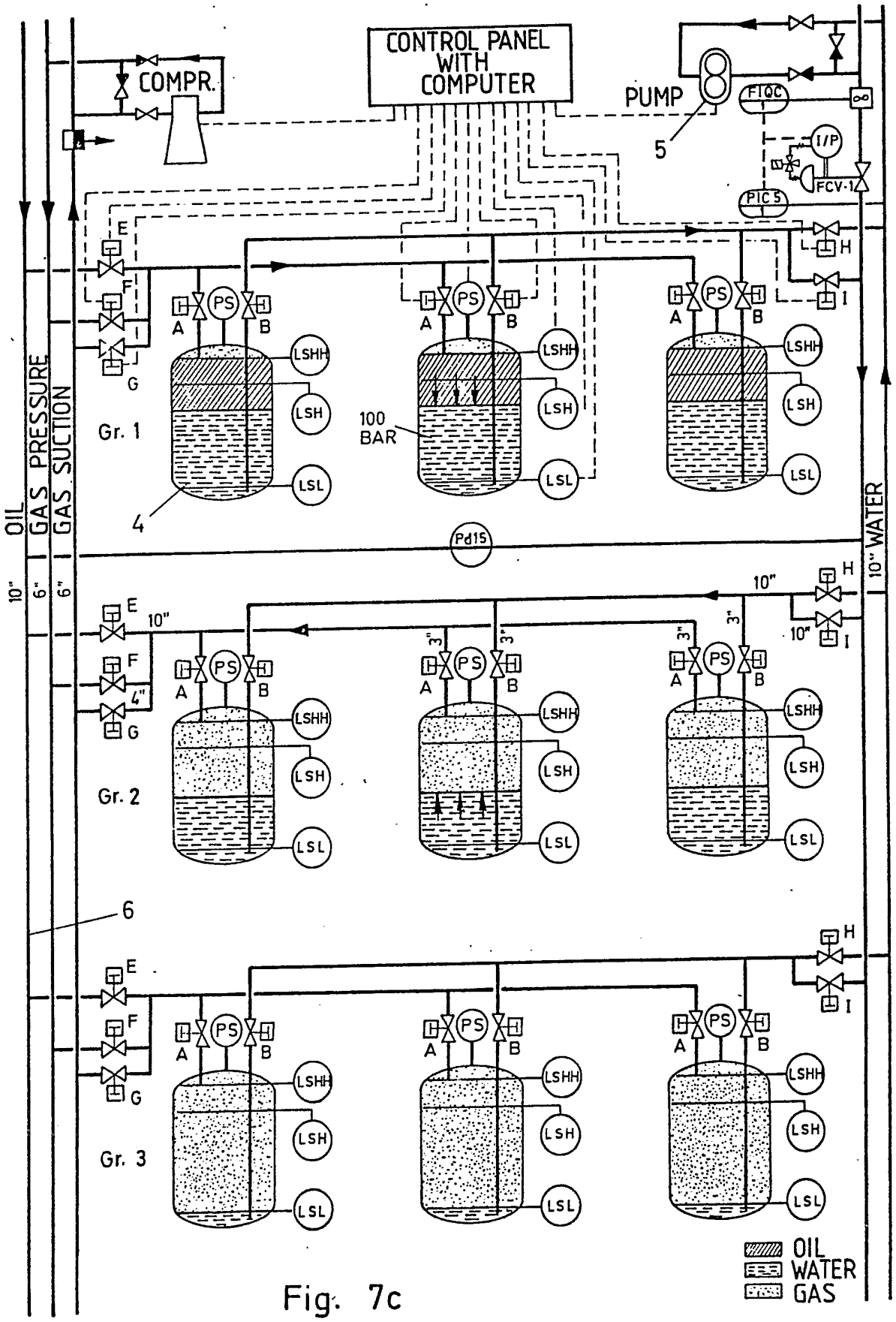

CONTROL PANEL WITH COMPUTER
COMPR.
PUMP
5
FIQC
I/P
FCV-1
PIC 5
E
F
G
H
I
A
B
PS
LSHH
LSH
LSL
Gr. 1
100 BAR
4
Pd15
OIL
GAS PRESSURE
GAS SUCTION
10" WATER
10"
6"
6"
4"
3"
Gr. 2
6
Gr. 3
OIL
WATER
GAS

Fig. 7c

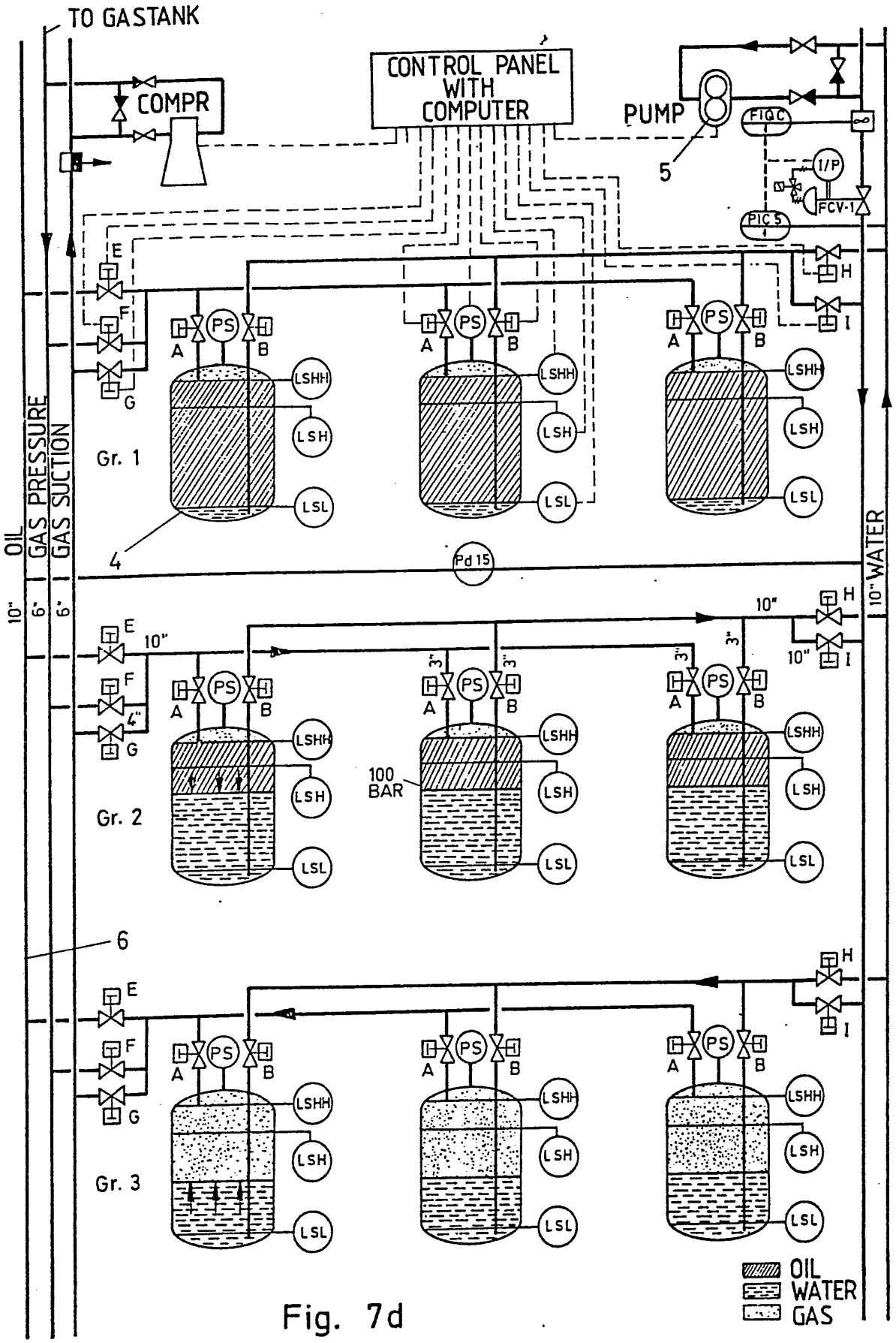

TO GASTANK
COMPR
CONTROL PANEL WITH COMPUTER
PUMP
FIQC
I/P
FCV-1
PIC 5
5
E
F
G
H
I
A
B
PS
LSHH
LSH
LSL
Gr. 1
Gr. 2
Gr. 3
4
6
Pd 15
OIL
GAS PRESSURE
GAS SUCTION
WATER
10"
6"
4"
3"
100 BAR
OIL
WATER
GAS

Fig. 7d

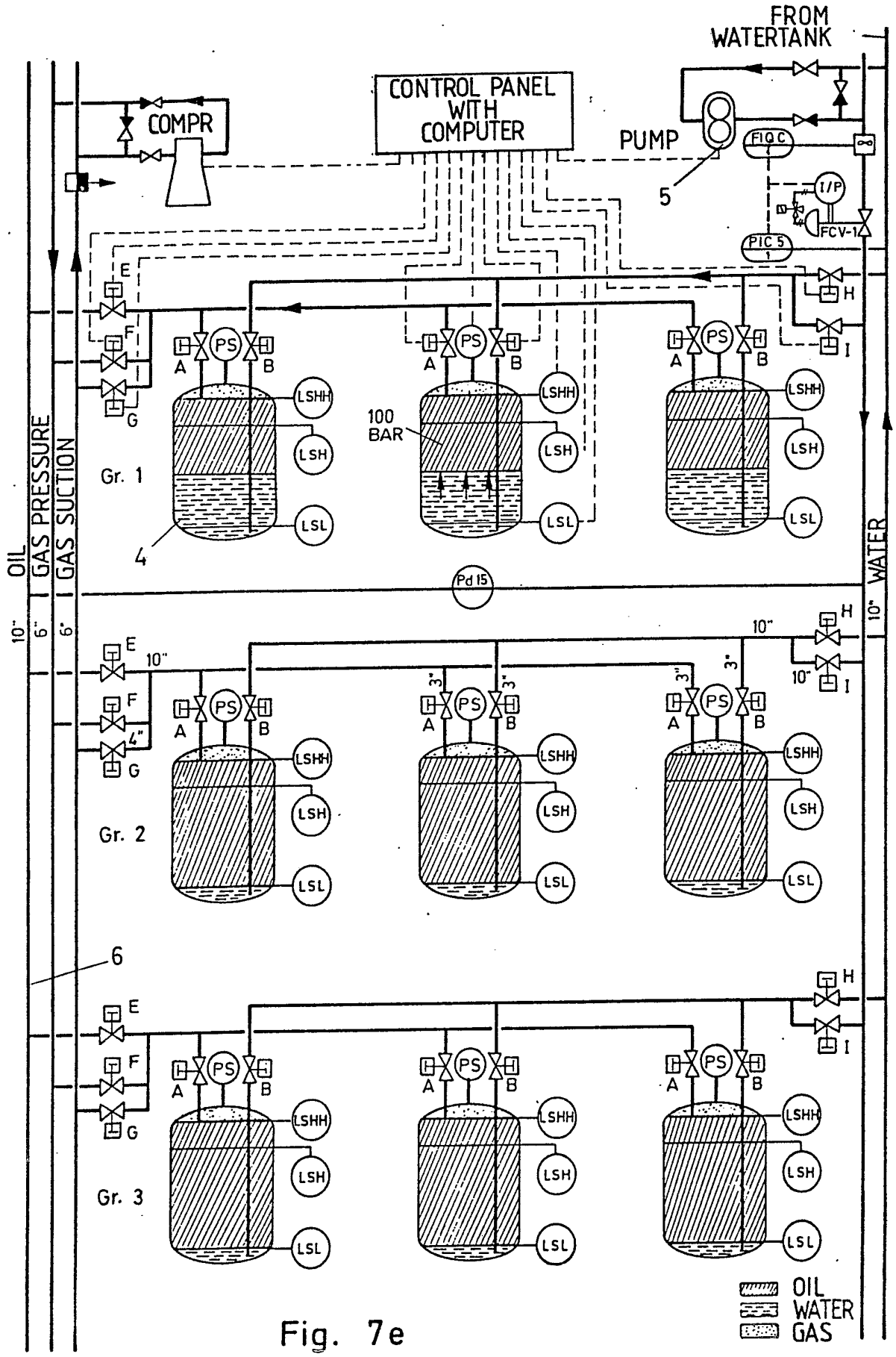

FROM WATERTANK
CONTROL PANEL WITH COMPUTER
COMPR
PUMP
5
FIQC
I/P
FCV-1
PIC 5
E
F
G
H
I
A
B
PS
LSHH
LSH
LSL
100 BAR
Gr. 1
4
Pd 15
OIL
GAS PRESSURE
GAS SUCTION
WATER
10"
6"
6"
10"
10"
3"
3"
4"
Gr. 2
6
Gr. 3
OIL
WATER
GAS

Fig. 7e

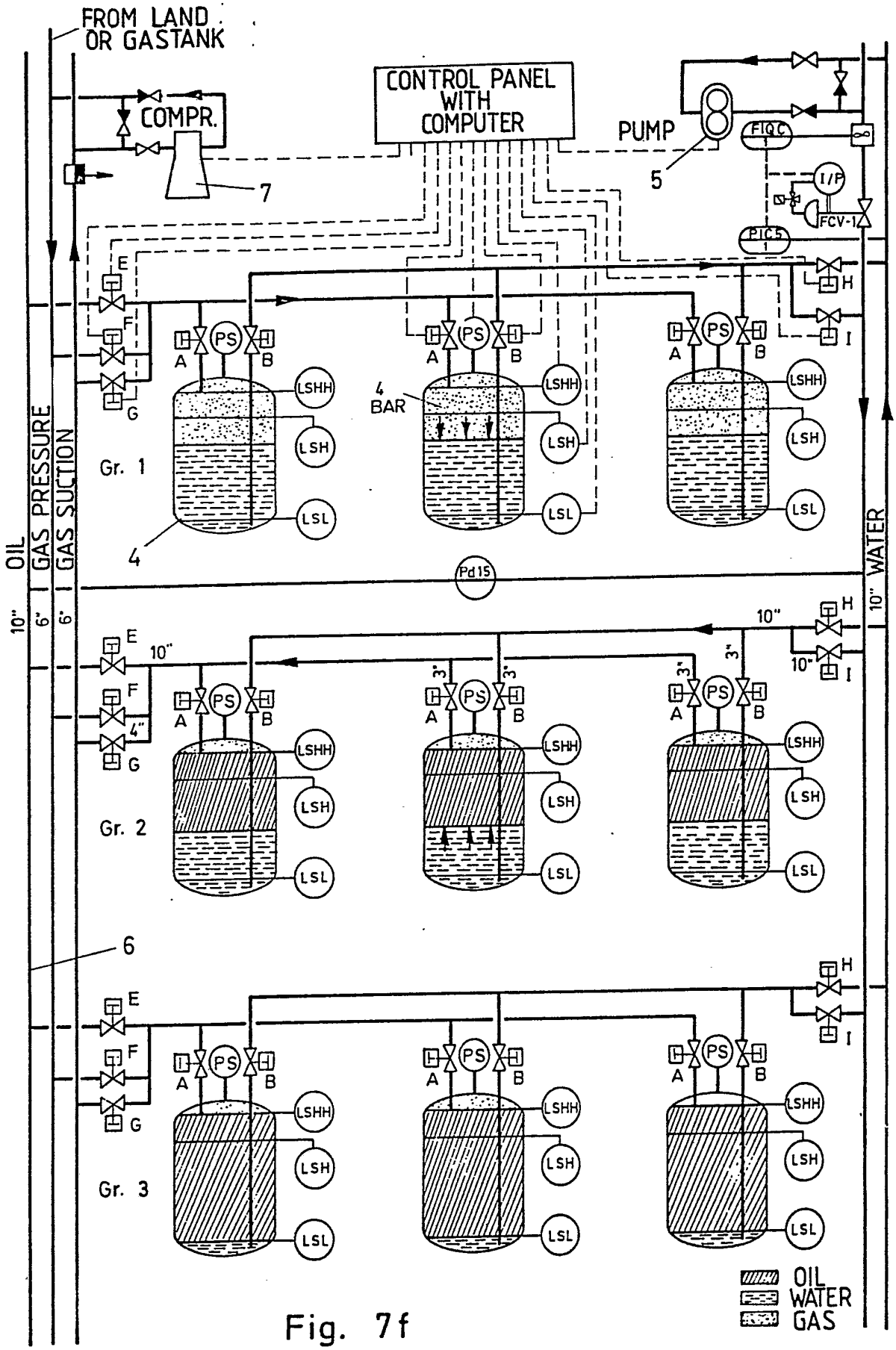

FROM LAND OR GASTANK
COMPR.
7
CONTROL PANEL WITH COMPUTER
PUMP
5
FIQC
I/P
FCV-1
PIC5
E
F
G
H
I
A
B
PS
LSHH
LSH
LSL
Gr. 1
4
4 BAR
Pd15
OIL
GAS PRESSURE
GAS SUCTION
WATER
10"
6"
6"
10"
10"
10"
4"
3"
3"
3"
Gr. 2
6
Gr. 3
OIL
WATER
GAS

Fig. 7f

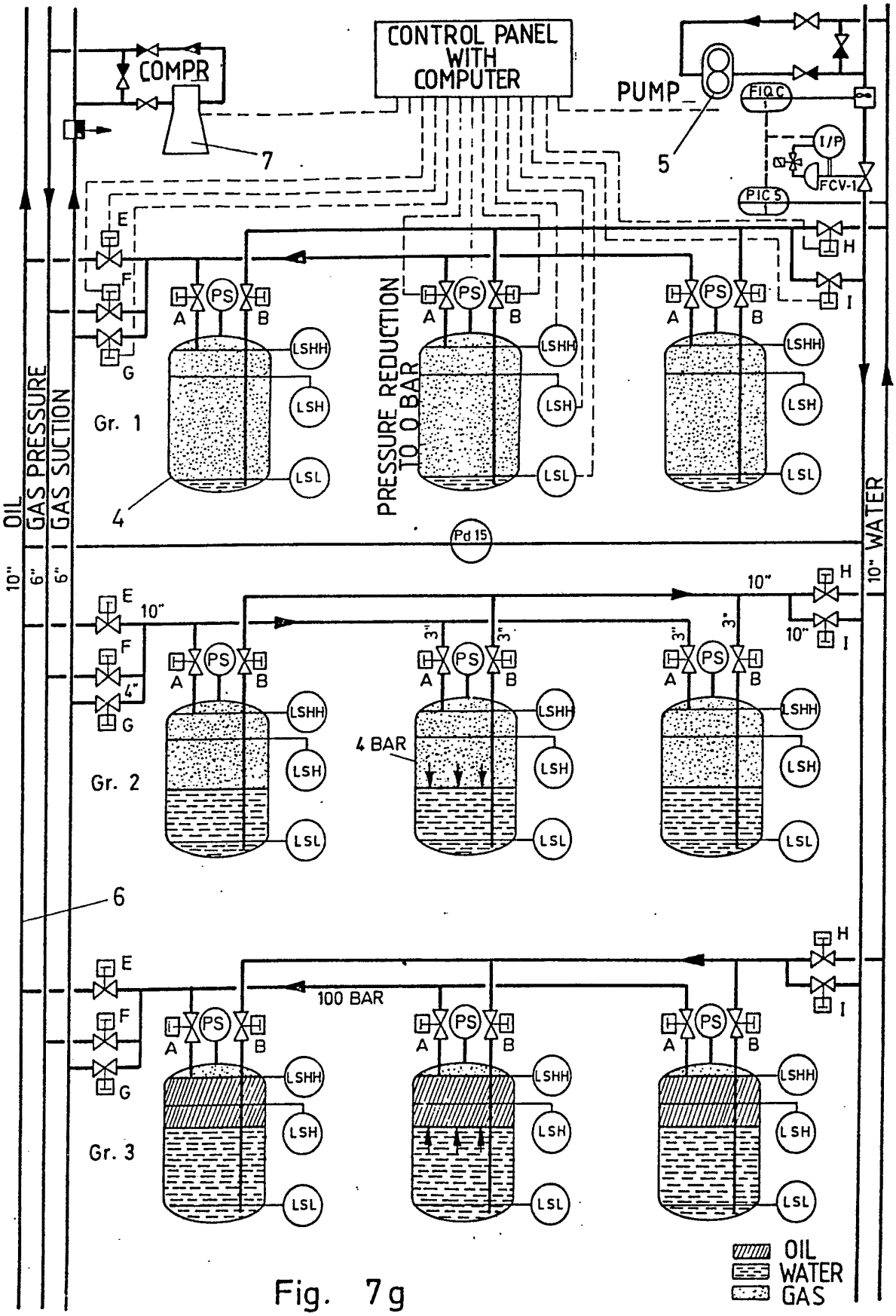

CONTROL PANEL WITH COMPUTER
COMPR
PUMP
7
5
FIQC
I/P
FCV-1
PIC 5
E
F
G
H
I
A
B
PS
LSHH
LSH
LSL
Gr. 1
Gr. 2
Gr. 3
4
6
PRESSURE REDUCTION TO 0 BAR
Pd 15
4 BAR
100 BAR
OIL
GAS PRESSURE
GAS SUCTION
WATER
10"
6"
4"
3"
OIL
WATER
GAS

Fig. 7g

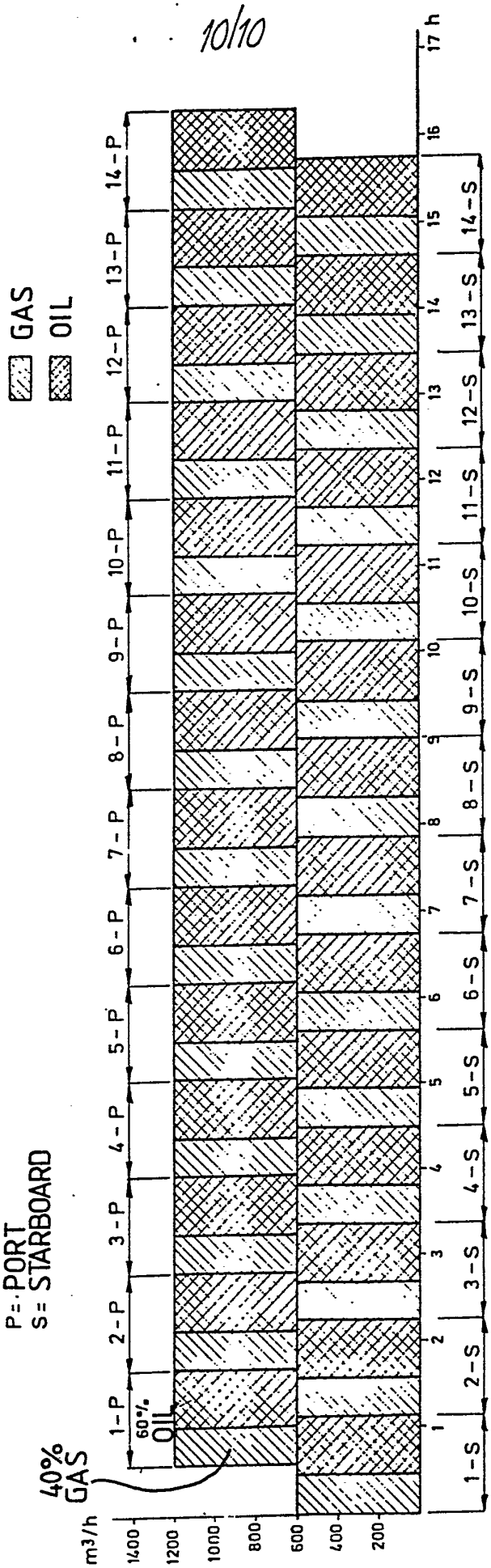

10/10
GAS
OIL
P= PORT
S= STARBOARD
40% GAS
60% OIL
m³/h
1400
1200
1000
800
600
400
200
17 h
1-P
2-P
3-P
4-P
5-P
6-P
7-P
8-P
9-P
10-P
11-P
12-P
13-P
14-P
1-S
2-S
3-S
4-S
5-S
6-S
7-S
8-S
9-S
10-S
11-S
12-S
13-S
14-S

Fig. 8