



**República Federativa do Brasil**  
Ministério do Desenvolvimento, Indústria  
e do Comércio Exterior  
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

**(21) PI 1104927-8 A2**

**(22) Data do Depósito:** 13/09/2011

**(43) Data da Publicação:** 19/01/2016  
**(RPI 2350)**



**(54) Título:** SISTEMA DE AQUECIMENTO SUBMARINO E MÉTODO PARA REMOÇÃO DE HIDRATO

**(51) Int. Cl.:** E21B 36/00

**(73) Titular(es):** PAULA LUIZE FACRE RODRIGUES

**(72) Inventor(es):** PAULA LUIZE FACRE RODRIGUES

**(57) Resumo:** SISTEMA DE AQUECIMENTO SUBMARINO E MÉTODO PARA REMOÇÃO DE HIDRATO. A presente invenção pertence ao campo dos sistemas e equipamentos submarinos, onde um sistema de aquecimento (1), por combustão, é conectado e integrado com linhas e equipamentos submarinos; com o objetivo prevenir hidratos e parafinas, através do aquecimento do fluxo de petróleo produzido, tanto nos próprios equipamentos como nas linhas submarinas conectadas aos mesmos. Numa segunda concretização, um sistema de aquecimento elétrico (31) previne a formação de hidrato e depósito de parafina no trecho ascendente do riser (27). Caso haja necessidade de passagem de pig na linha de produção (38) o sistema de aquecimento elétrico (31) pode ser facilmente removido, sem parada de produção que é escoada pela saída lateral (32).

## **SISTEMA DE AQUECIMENTO SUBMARINO E MÉTODO PARA REMOÇÃO DE HIDRATO**

### **CAMPO DE INVENÇÃO**

A presente invenção pertence ao campo dos sistemas e equipamentos submarinos, onde um sistema de aquecimento é conectado e integrado com linhas e equipamentos submarinos com o objetivo prevenir e ajudar na remoção de hidratos e parafinas; através do aquecimento do fluxo de petróleo produzido tanto nos próprios equipamentos como nas linhas submarinas conectadas aos mesmos.

### **10 ESTADO DA TÉCNICA**

A produção de petróleo, no mar, requer a perfuração de poços de produção e injeção; e a instalação de equipamentos, tais como: árvore de Natal, coletores de produção (conhecidos como *manifolds*), separadores de líquido e gás, sistemas de elevação, linhas de produção entre a cabeça dos poços e a unidade de produção (UP). A UP pode estar localizada sobre uma embarcação, numa plataforma fixa ou em terra.

Para a segurança e controle de poços submarinos, são instalados equipamentos conhecidos por Árvore de Natal Molhada (ANM), onde existe um conjunto de válvulas para bloqueio da coluna de produção, outro conjunto de válvulas para bloqueio do espaço anular do poço; além das interligações com as linhas de produção, anular e umbilical através de módulos de conexão.

No escoamento, de poços submarinos em águas profundas, líquidos produzidos têm contato com gases em condições de baixas temperaturas e altas pressões, podendo ocorrer bloqueios por hidratos, tanto internamente na ANM como nas linhas de fluxo, de produção e do anular.

Alguns petróleos possuem compostos parafínicos que, quando resfriados, podem se precipitar e depositar na forma de parafina, sobre as paredes dos equipamentos submarinos, provocando perda de eficiência e até mesmo bloqueio.

Para melhorar o fator de recuperação dos reservatórios são empregados diversos processos avançados de recuperação secundária de petróleo, que requerem a injeção de fluidos na forma de gás ou líquido, que podem ser água, gás natural, CO<sup>2</sup>, etc. Um desses processos é a  
5 injeção alternada de gás e água, conhecido por *Water-alternating-gas* - WAG, que em águas profundas apresenta grande risco de formação de hidrato.

A principal variável que influencia a formação e combate ao hidrato e parafinas é a temperatura. Diversos métodos de aquecimento elétrico de  
10 dutos vêm sendo desenvolvidos e aplicados.

Geralmente os poços submarinos estão distantes, alguns quilômetros, da unidade de produção; sendo altamente desejável poder realizar operações de prevenção e remoção, de hidrato e parafina, de forma imediata, continua e remota, sem necessidade de Sonda ou  
15 embarcação; de forma a reduzir ou eliminar perdas de produção.

As técnicas de prevenção de hidrato e parafina atualmente utilizadas são: injeção de produtos químicos para inibição, aquecimento dos dutos e uso de isolamentos térmicos espessos nas linhas de produção. Apesar dos méritos, tais técnicas não eliminam por completo a ocorrência de  
20 hidratos e parafinas que ainda são responsáveis por perdas de produção consideráveis.

As deficiências, acima descritas do estado da arte, são superadas de acordo com a presente invenção pelo uso de um sistema de aquecimento submarino, por exemplo: a partir da combustão de gás  
25 natural, que aquece o petróleo produzido afastando a mistura de hidrocarbonetos produzido das temperaturas de formação de hidrato e parafinas. Tal sistema de aquecimento submarino pode ser facilmente conectado e integrado com equipamentos e linhas submarinas, por exemplo: com uma capa de árvore de natal ou Módulo de conexão  
30 submarino. Uma linha auxiliar de ar, que pode ser integrada a estrutura de

um umbilical eletro hidráulico, alimenta o sistema de combustão, com comburente que será consumido na queima do combustível, por exemplo: gás natural captado do sistema de gás lift existente.

### **SUMÁRIO DA INVENÇÃO**

5           A presente invenção viabiliza um sistema submarino de aquecimento para prevenção de hidrato e parafinas, aplicável em equipamentos e dutos de produção de poços submarinos individuais ou grupo de poços, em campos de petróleo no mar.

10           Em águas profundas, usualmente cada árvore de natal molhada tem: um módulo de conexão da linha de produção, um módulo de conexão da linha do anular e um módulo para ancoragem do umbilical eletro hidráulico. Com o uso de controle multiplexado, o número de linhas hidráulicas do umbilical é reduzido. Isto facilita a adição e integração de pelo menos uma linha auxiliar, extra, de pequeno diâmetro, por exemplo:  
15           de 1 ½ ”; para fornecer ar comprimido, comburente, para o sistema de aquecimento submarino. O combustível, um hidrocarboneto, por exemplo: gás natural pode ser suprido pela linha de anular ou por uma segunda linha auxiliar.

20           O sistema de aquecimento pode ser direto onde os gases quentes da combustão são injetados e misturados diretamente com o petróleo produzido. Esta solução pode se empregada em campos onde já existe produção significativa de CO<sup>2</sup> juntamente com o gás produzido, a exemplo de alguns campos do pré-sal brasileiro. Neste caso, as linhas e equipamentos de produção já utilizam metalurgia especial para operarem  
25           com CO<sup>2</sup>, além de existir planta para separação do CO<sup>2</sup> do gás natural.

30           O sistema de aquecimento pode alternativamente ser indireto, através de um forno, onde os gases quentes da combustão após aquecerem o petróleo são liberados diretamente no fundo do mar ou para a atmosfera através de duto ascendente (*riser*), que funciona como uma chaminé submarina.

Tal sistema submarino de aquecimento pode ser integrado com diversos equipamentos submarinos, entre eles: uma capa de ANM, um módulo de conexão submarina, um *manifold*, um *riser*, viabilizando operações de aquecimento como medida preventiva ou corretiva para

5 hidratos e parafinas. O sistema submarino de aquecimento pode também ser montado num módulo recuperável instalado e recuperado por meio de cabo e barco, para facilitar possíveis manutenções.

A presente invenção apresenta as seguintes vantagens:

- permite a prevenção de hidrato e parafinas, remotamente, a partir da UP;
- 10 - reduz o risco de bloqueio de produção por hidrato e parafinas;
- reduz o consumo de produtos químicos, já que haverá menor consumo de produtos para inibir a formação de parafinas e hidratos;
- minimiza paradas e perdas de produção, já que a prevenção de hidrato e parafinas é contínua, não necessitando aguardar pela disponibilidade de
- 15 recursos críticos e caros, tais como: embarcações ou Sondas;
- é facilmente aplicada em sistemas de produção com *manifold* sem prejudicar a produção;
- se conecta e integra facilmente com equipamentos e linhas submarinas, não onerando os custos de construção e instalação;
- 20 - pode ser instalado no pé de sistemas de *riser* para compensar resfriamento causados pelo efeito Joule Thompson da expansão dos gases produzidos.

Diversas substâncias podem ser usadas como combustível, por exemplo: gás natural, diesel.

25 Numa primeira concretização, Figuras de 1 a 4, um sistema de aquecimento, por combustão, é montado integrado a equipamentos submarinos, tais como: ANM, e operado remotamente da UP.

Numa segunda concretização, Figuras 5 e 6, um sistema de aquecimento elétrico é descido por cabo de potência elétrica por dentro de

um *riser* de produção. Tal sistema pode ser utilizado tanto para prevenir hidrato como parafina.

Numa terceira concretização, Figura 7, um sistema de despressurização é descido por dentro de um *riser*.

5 Ainda um método de prevenção e remoção de hidrato é descrito.

O presente sistema compreende algumas modalidades, que serão mais bem detalhadas nas diversas Figuras que acompanham o presente pedido.

### **BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS**

10 As Figuras 1A a 1B mostram esquematicamente um módulo de aquecimento vertical submarino, por combustão, onde os gases são misturados com o petróleo a ser aquecido.

As Figuras 1C a 1D mostram esquematicamente um módulo de aquecimento vertical submarino, por combustão, onde os gases são  
15 exauridos para o fundo do mar.

A Figura 2 mostra esquematicamente um módulo de aquecimento horizontal conectado a um equipamento qualquer, por exemplo: uma base.

A Figura 3A mostra esquematicamente um módulo de aquecimento, por combustão, integrado com uma capa de ANM.

20 A Figura 3B mostra esquematicamente a secção de um umbilical eletro hidráulico integrado com uma linha de suprimento de comburente.

A Figura 4A mostra esquematicamente um módulo de aquecimento, por combustão, integrado diretamente com uma ANM.

A Figura 4B mostra esquematicamente a secção de um umbilical  
25 eletro hidráulico integrado com uma linha de suprimento de comburente e uma linha de combustível.

A Figura 5 mostra esquematicamente um módulo de aquecimento elétrico, descido pelo interior de um *riser* por meio de um cabo elétrico.

A Figura 6 mostra esquematicamente um método de remoção de hidrato através da combinação de um módulo de aquecimento elétrico com uma bomba para despressurização.

A Figura 7 mostra esquematicamente um sistema de despressurização descido por dentro de um *riser*.

### **DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO**

Para todas as Figuras serão utilizadas a seguinte lista de referência de componentes:

- 1 – módulo de aquecimento submarino ou simplesmente aquecedor
- 10 2 – queimador
- 3 – acendedor
- 4 – câmara de combustão
- 5 – conector
- 6 – linha de suprimento de comburente, ar comprimido
- 15 7 – linha de suprimento de combustível
- 8 – linha de injeção de gases quentes
- 9 – linha de exaustão de gases quentes
- 10 – entrada de petróleo
- 11 – saída de petróleo
- 20 12 – duto de exaustão
- 13 – funil guia
- 14 – serpentina helicoidal
- 15 – válvula
- 16 – guia
- 25 17 – linha de entrada
- 18 – linha de saída
- 19 – desvio, também conhecido por *by-pass*
- 20 - ANM
- 21 – capa da ANM ou simplesmente capa
- 30 22 – umbilical eletro hidráulico

- 23 – linha de produção
- 24 – linha de anular
- 25 – coluna de produção
- 26 – superfície do mar
- 5 27 – *riser*
- 28 – lubrificador
- 29 – cabo elétrico
- 30 – unidade de produção ou simplesmente FPSO
- 31 – sistema de aquecimento elétrico
- 10 32 – saída lateral
- 33 – sistema de despressurização
- 34 – válvula de retenção
- 35 – bomba; acionada hidráulicamente ou eletricamente ou por ROV
- 36 – linha de retorno
- 15 37 – solo marinho
- 38 – linha de produção
- 39 – obturador também conhecido por packer
- 40 – tubo flexível também conhecido por coil tubing
- 41 – bomba acionada hidráulicamente
- 20 M1 – válvula master de produção
- M2 – válvula master do anular
- W1 – válvula wing de produção
- W2 – válvula wing de anular
- S1 – válvula swab de produção
- 25 S1 – válvula swab de anular
- XO – válvula de *cross-over*
- PT – transmissor de pressão
- TT – transmissor de temperatura
- TPT – transmissor de pressão e temperatura
- 30 FM – medidor volumétrico de fluxo

A Figura 1A mostra esquematicamente um módulo de aquecimento (1), vertical, por combustão; onde os gases quentes são injetados e misturados com o petróleo a ser aquecido, pela linha de injeção de gases quentes (8). O módulo de aquecimento (1) é composto basicamente pelos seguintes componentes: queimador (2), acendedor (3), câmara de combustão (4), conector (5), linha de suprimento comburente (6), linha de suprimento de combustível (7), linha de injeção de gases quentes (8), válvula (15), transmissor de pressão e temperatura (TPT). O acendedor (3) é operado por um sistema de ignição remota, não objeto do presente pedido de patente.

A Figura 1B mostra esquematicamente a secção do módulo de aquecimento (1) da Figura 1A.

A Figura 1C mostra esquematicamente um módulo de aquecimento (1), vertical, por combustão, numa concretização opcional onde os gases quentes ao invés de serem misturados diretamente com o petróleo são exaustos para o fundo do mar, após proverem o aquecimento da corrente de petróleo. O módulo de aquecimento (1) é composto basicamente pelos seguintes componentes: queimador (2), acendedor (3), câmara de combustão (4), conector (5), linha de suprimento comburente (6), linha de suprimento de combustível (7), linha de exaustão de gases quentes (9), entrada de petróleo (10), saída de petróleo (11), duto de exaustão (12), serpentina helicoidal (14), válvula (15), transmissor de pressão e temperatura (TPT).

Alternativamente, a linha de exaustão de gases quentes pode ser conectada a um riser, que trabalha semelhantemente a uma chaminé, conduzindo os gases quentes até a superfície do mar.

A Figura 1D mostra esquematicamente a secção do módulo de aquecimento (1) da Figura 1C.

A Figura 2 mostra esquematicamente um módulo de aquecimento (1), numa concretização opcional construído horizontalmente, conectado a um equipamento qualquer, por exemplo: uma base tipo Plet.

5 A Figura 3A mostra esquematicamente um módulo de aquecimento (1), por combustão, integrado com uma ANM (20) através da respectiva capa (21) da mesma. Para melhor entendimento ainda são ilustrados os elementos: umbilical eletro hidráulico (22), linha de produção (23), linha de anular (24) e válvulas pertencentes à ANM: M1, M2, W1, W2, S1, S2, XO, PXO.

10 A Figura 3B mostra esquematicamente a secção de um umbilical eletro hidráulico (22) integrado com uma linha de suprimento de comburente (6).

A Figura 4A mostra esquematicamente um módulo de aquecimento (1), por combustão, integrado diretamente com o corpo de uma ANM (20).  
15 Para melhor entendimento ainda são ilustrados os elementos: umbilical eletro hidráulico (22), linha de produção (23), linha de anular (24) e válvulas pertencentes à ANM: M1, M2, W1, W2, S1, S2, XO, PXO.

A Figura 4B mostra esquematicamente a secção de um umbilical eletro hidráulico (22) integrado com uma linha de suprimento de  
20 comburente (6) e uma linha de combustível (7).

A Figura 5A mostra um sistema de aquecimento elétrico (31), descido no interior do *riser* (27), através do lubrificador (28) e válvula (5). A extremidade do *riser* (27) num arranjo em Y, permite a montagem descida e retirada do sistema de aquecimento elétrico (31), sem que seja  
25 necessária interromper o fluxo de petróleo pela saída lateral (32). É possível retirar e reinstalar o sistema de aquecimento elétrico (31), para permitir a passagem de pig, sem parada de produção.

O sistema de aquecimento elétrico (31) impede a formação de hidrato ou deposição de parafina no trecho de subida do *riser* (27). O  
30 sistema de aquecimento elétrico (31) pode ser combinado com um sistema

de despressurização (33), localizado no pé do *riser*, para operações de quebra de hidrato.

Caso haja necessidade de passagem de *pig* na linha de produção (38) o sistema de aquecimento elétrico (31) pode ser facilmente removido, sem parada de produção que é escoada pela saída lateral (32).

O sistema de despressurização (33) é melhor detalhado nas Figuras 6A e 6B.

A Figura 6A mostra um sistema de despressurização (33), onde uma bomba (35), elétrica ou hidráulica ou acionada por ROV, retira fluido da linha de produção (38). O fluido removido é reinjetado após uma válvula (5) no próprio *riser* (27).

A Figura 6B mostra um sistema de despressurização (33), onde uma bomba (35), elétrica ou hidráulica ou acionada por ROV, retira fluido da linha de produção (38). O fluido removido é enviado diretamente para o FPSO (30) através da linha de retorno (36).

A integração entre o *riser* (27) e a bomba (35), mostrada nas Figuras 6A e 6B, pode ser direta ou através do uso de uma base de apoio, tipo Plet, não detalha nas Figuras.

A Figura 7 mostra um sistema de despressurização da linha de produção (38), através de um tubo flexível (40) descido pelo interior do *riser* (27) que aciona uma bomba acionada hidraulicamente (41) com um fluido motriz que contém inibidor de hidrato, por exemplo: etanol. O tubo flexível é descido através de um lubrificador (28). O petróleo pode fluir pela saída lateral (32) sem qualquer interferência com a descida, operação e retirada do tubo flexível (40).

Os elementos: transmissor de pressão (PT), transmissor de temperatura (TT), transmissor de pressão e temperatura (TPT) e medidor de fluxo volumétrico (FM), indicados nas Figuras, são dispositivos que ajudam a monitorar e acompanhar operações de prevenção e dissolução de hidrato.

As válvulas de bloqueio (5), mostradas nas Figuras poderão além de operadas por ROV, possuírem atuadores elétricos ou hidráulicos, para facilitar operações remotas, sem depender de embarcações.

Pela simplicidade e baixo custo do módulo de aquecimento (1) ora  
5 proposto é possível distribuir e conectar múltiplos sistemas de aquecimento, distribuídos pelos equipamentos, linhas e *risers* dos sistemas de produção submarino; permitindo que a prevenção de hidrato possa ser realizada por mais de um ponto, simultaneamente e remotamente, a partir da UP. Por exemplo: é possível a instalação de um  
10 módulo de aquecimento (1) em cada ANM, um em cada *manifold* e um no pé de cada *riser*.

Um método de prevenção de hidratos e depósitos de parafinas combina aquecimento do fluxo de petróleo produzido através de um sistema de aquecimento (1) com a monitoração e controle do aquecimento  
15 através de transmissores de temperatura (TT) e transmissores de pressão (TP) conectados aos equipamentos submarinos.

Um método de remoção de hidratos em linhas submarinas combina despressurização pelo pé do *riser* (27) simultaneamente com aquecimento pelo interior do mesmo *riser* (27); onde uma bomba (35) succiona o trecho  
20 de linha que interliga o poço ao pé do *riser* (27) e um sistema de aquecimento elétrico (31) é descido por cabo elétrico (29) pelo interior do *riser* (27) aquecendo o fluido a jusante da válvula (5) localizada no pé do *riser* (27), mantendo a temperatura fora do envelope de hidrato;

Embora a presente invenção tenha sido descrita em relação às suas  
25 modalidades preferidas, é óbvio a um especialista na arte que são possíveis várias alterações e modificações sem se afastar do escopo da presente invenção, que está determinado pelas reivindicações anexas.

## REIVINDICAÇÕES

1 – Sistema de aquecimento (1) de fluxo de petróleo produzido, através de combustão, conectado e integrado com equipamentos e linhas submarinas, caracterizado por:

- 5           - possuir uma de câmara de combustão (4) com queimador (2);
- pelo menos uma linha auxiliar (6) alimenta o queimador (2) com um comburente: ar comprimido ou oxigênio, com pressão acima da pressão da linha de produção ou pressão do fundo do mar;
- uma segunda linha (7) alimenta o queimador (2) com um
- 10       combustível, por exemplo: gás natural ou diesel ou etanol ou hidrogênio; com pressão acima da pressão da linha de produção ou pressão do fundo do mar;
- o sistema de aquecimento (1) é acoplado e integrado a um equipamento submarino qualquer, através de um conector (5)

- 15       2 – Sistema de aquecimento (1) de fluxo de petróleo produzido, através de combustão, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por:
- o aquecimento é feito pela injeção e mistura direta dos gases quentes na corrente de petróleo a ser aquecida.

- 20       3 – Sistema de aquecimento (1) de petróleo, através de combustão, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por:

          - o aquecimento é feito indiretamente por irradiação e troca de calor entre os gases quentes e o petróleo que circula pela serpentina helicoidal (14).

- 25       4 – Sistema de aquecimento (1) de petróleo, através de combustão, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por:

          - o sistema de aquecimento (1) é instalado na Capa (21) ou no corpo de uma árvore de natal molhada (20);

- 5 – Sistema de aquecimento (1) de petróleo, através de combustão, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por:

- o sistema de aquecimento (1) é instalado numa estrutura modular, recuperável por cabo (26), que pode ser conectada ou integrada com um equipamento submarino qualquer.

5 6 – Sistema de aquecimento (1) de linhas de produção (23) e anular (24), de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por:

- estar conectado e integrado com um equipamento submarino do tipo *manifold*.

7 – Sistema de aquecimento (1) de petróleo, através de combustão, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por:

10 - possuir um queimador (2) controlado e operado remotamente, a partir de válvulas (15), que controlam a proporção de combustível e comburente. Um conector (5) conecta o sistema de aquecimento (1) com uma linha ou equipamento submarino qualquer;

15 8 – Sistema de aquecimento (1) de equipamentos e linhas submarinas, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por:

- um umbilical eletro hidráulico integrado (22) com pelo menos uma linha (6), que alimenta o comburente. Adicionalmente tal umbilical eletro hidráulico integrado (22) pode possuir uma linha de fluido combustível (7).

20 9 – Sistema de aquecimento (1) de equipamentos e linhas submarinas, de acordo com a reivindicação: 1, caracterizado por:

- todas as válvulas (5) poderão possuir atuador, elétrico ou hidráulico, de forma a possibilitar a operação remota das mesmas.

25 10 – Base de conexão de linhas, conhecidas como PLET ou PLEM, conectada com um sistema de despressurização de linhas de fluxo e equipamentos, caracterizada por:

- uma bomba (35), acionada eletricamente ou hidraulicamente ou por ROV, succiona um ponto no pé do *riser* (27) e retorna o fluido bombeado pela linha (36) que pode ser conectada ao próprio *riser* (27) ou diretamente com a unidade de produção (30).

- opcionalmente um sistema de aquecimento elétrico (31) descido por cabo elétrico (29) pode ser usado para aquecer o fluido do *riser* (27), a jusante da válvula (5), evitando formação de hidrato.

5 11 – Sistema de aquecimento elétrico (31) descido por cabo elétrico pelo interior do *riser* (27) para evitar deposição de parafina e/ou formação de hidrato, caracterizado por:

- o sistema de aquecimento elétrico (31) pode ser do tipo: resistivo, capacitivo ou indutivo;

10 - na estrutura do cabo elétrico (29) é instalada e integrada uma mangueira para injeção de fluido inibidor de hidrato, ajudando a prevenção de formação de hidrato no trecho ascendente do *riser* (27).

12 – Um umbilical integrado (30) construído com pelo menos uma linha de fluido comburente (16) conectado e integrado com equipamentos e sistema de aquecimento, submarinos.

15 13 – Método de prevenção de hidratos e depósitos de parafinas, caracterizado por:

- aquecimento do fluxo de petróleo produzido através de um sistema de aquecimento (1) conectado com linhas e equipamentos submarinos;

20 - a operação e controle do aquecimento é implementada pela monitoração e controle através de transmissores de temperatura (TT) e transmissores de pressão (TP) conectados aos equipamentos submarinos.

14 – Método de remoção de hidratos em linhas submarinas, que combina despressurização pelo pé do *riser* (27) simultaneamente com aquecimento pelo interior do mesmo *riser* (27), caracterizado por:

25 - uma bomba (35) succiona o trecho de linha que interliga o poço ao pé do *riser* (27);

- um sistema de aquecimento elétrico (31) é descido por cabo elétrico (29) pelo interior do *riser* (27) aquecendo o fluido a jusante da válvula (5) localizada no pé do *riser* (27), mantendo a temperatura fora do envelope  
30 de hidrato;

- a operação e controle do aquecimento é implementada pela monitoração de medidores de temperatura e indicadores de pressão conectados aos equipamentos submarinos.

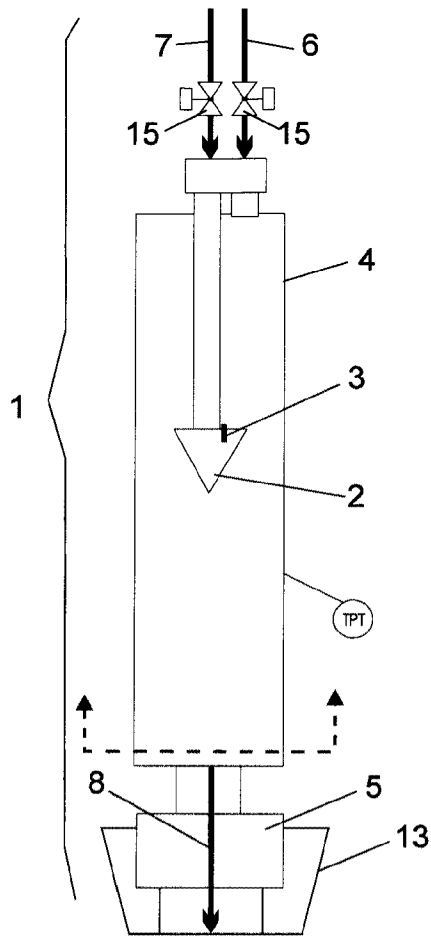


Fig. 1A

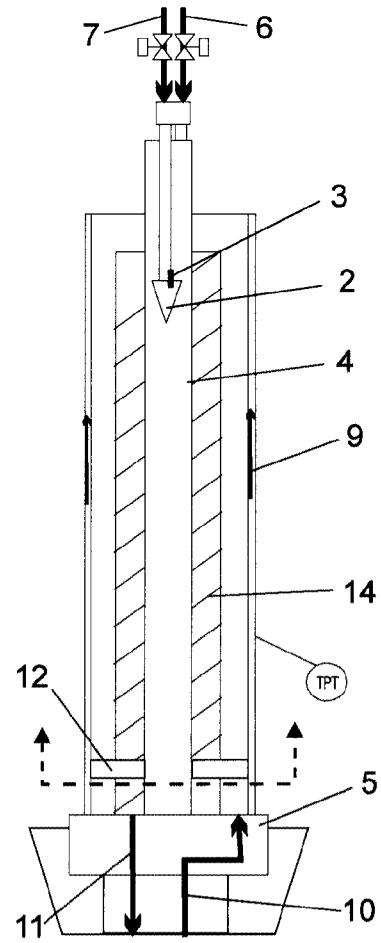


Fig. 1C

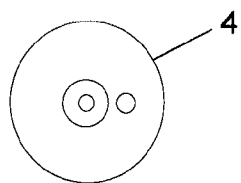


Fig. 1B

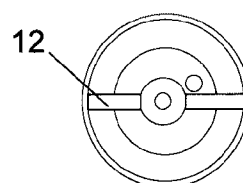


Fig. 1D

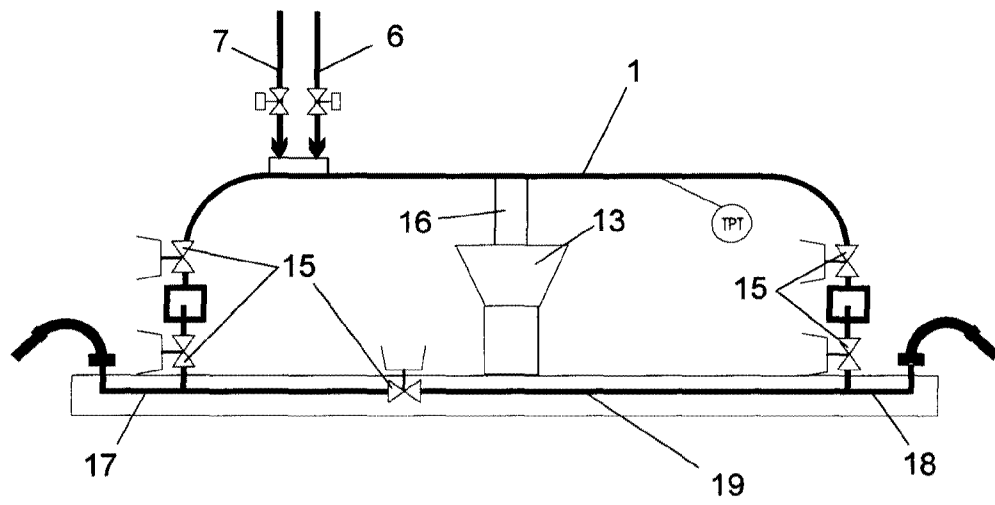


Fig. 2

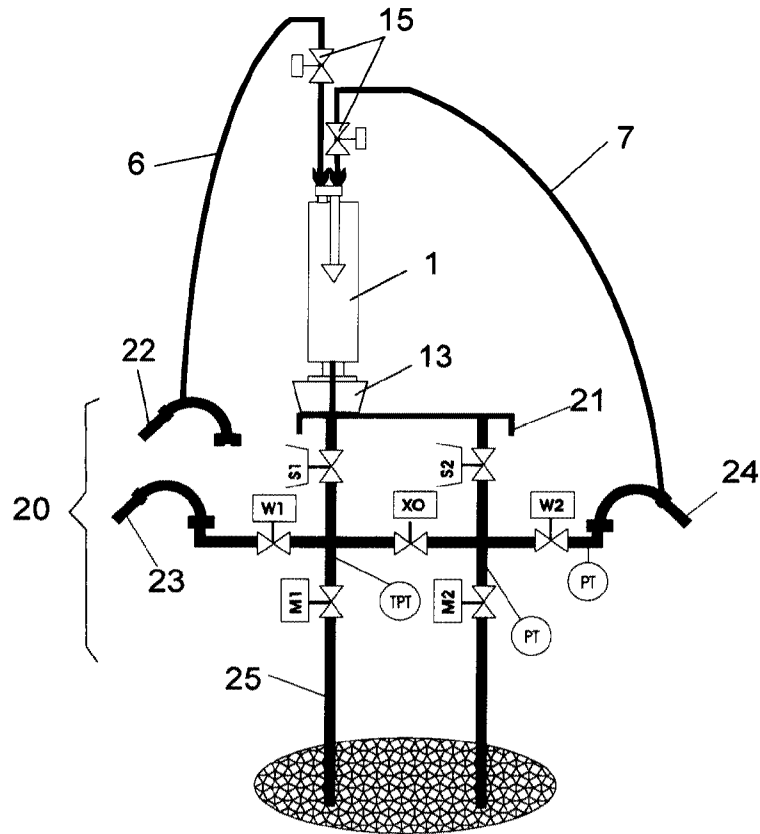


Fig. 3A

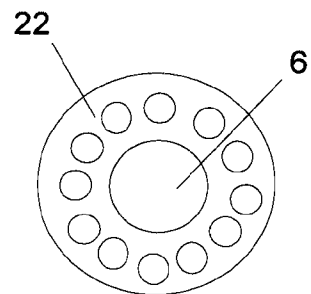


Fig. 3B

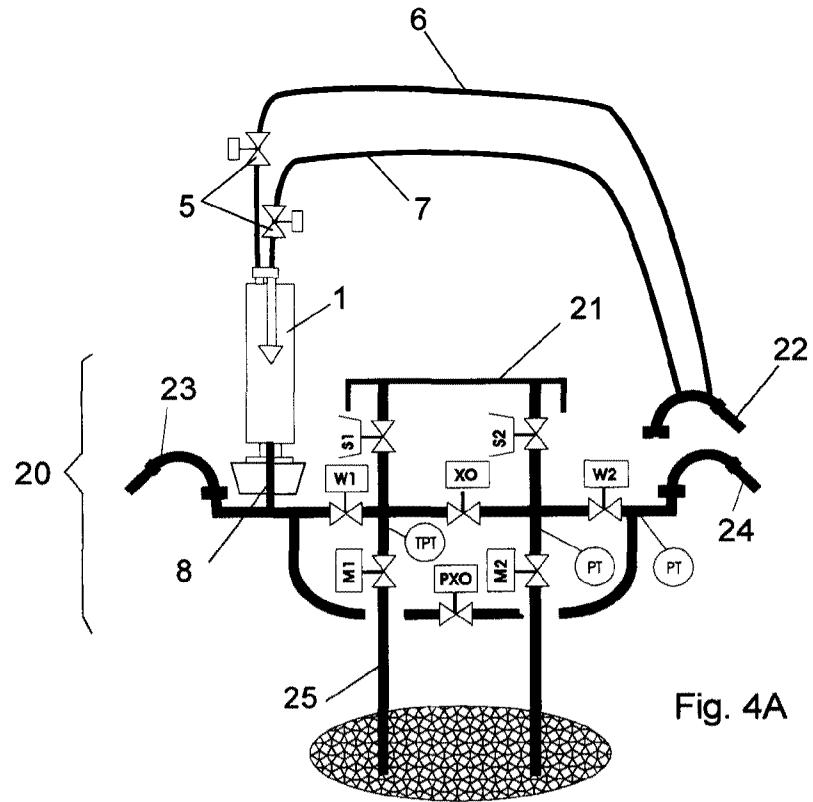


Fig. 4A

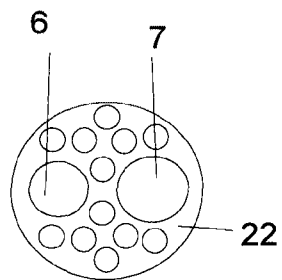


Fig. 4B

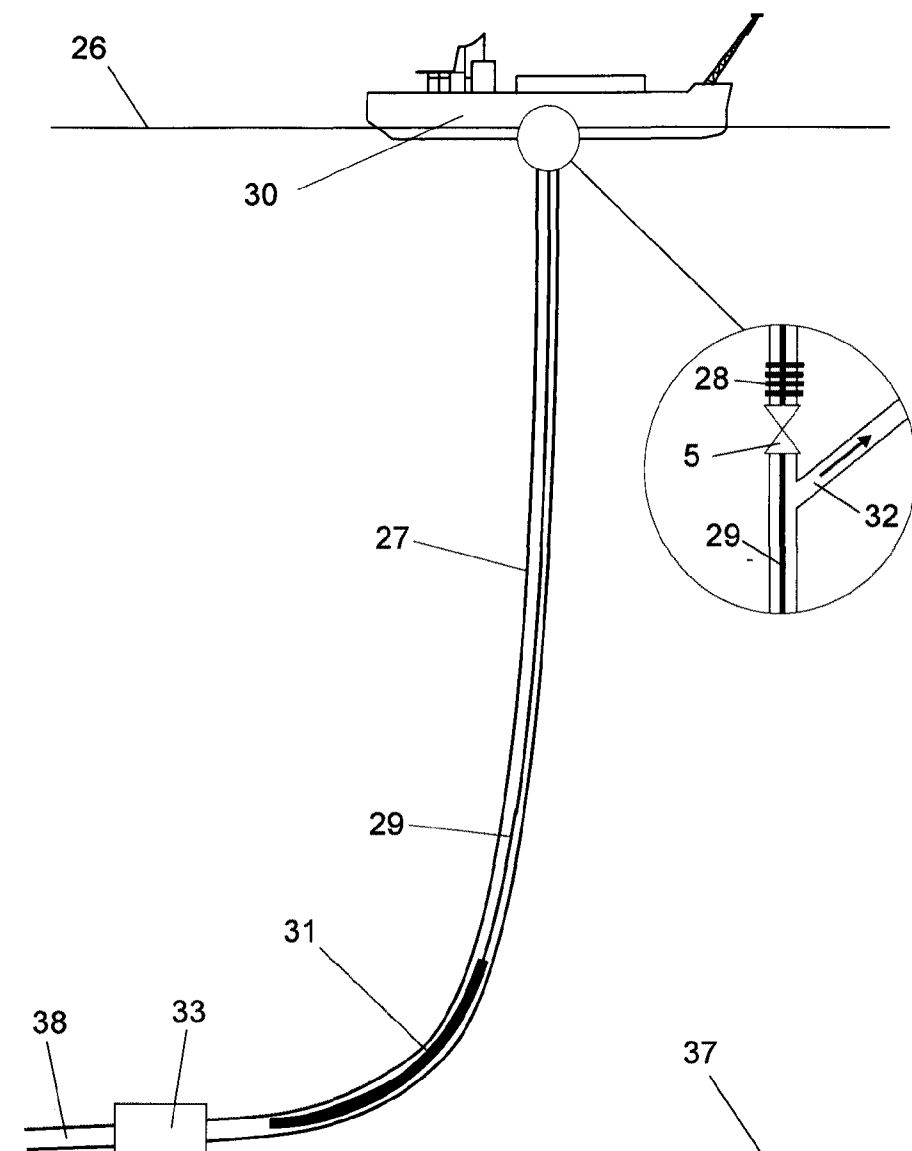


Fig. 5

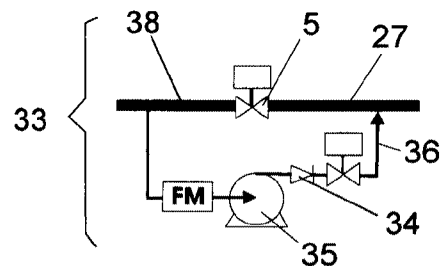


Fig. 6A

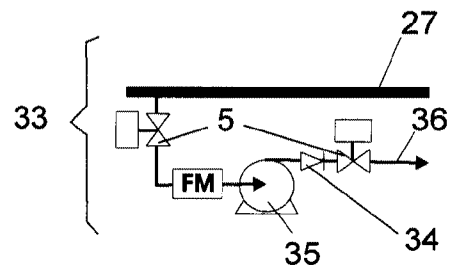


Fig. 6B

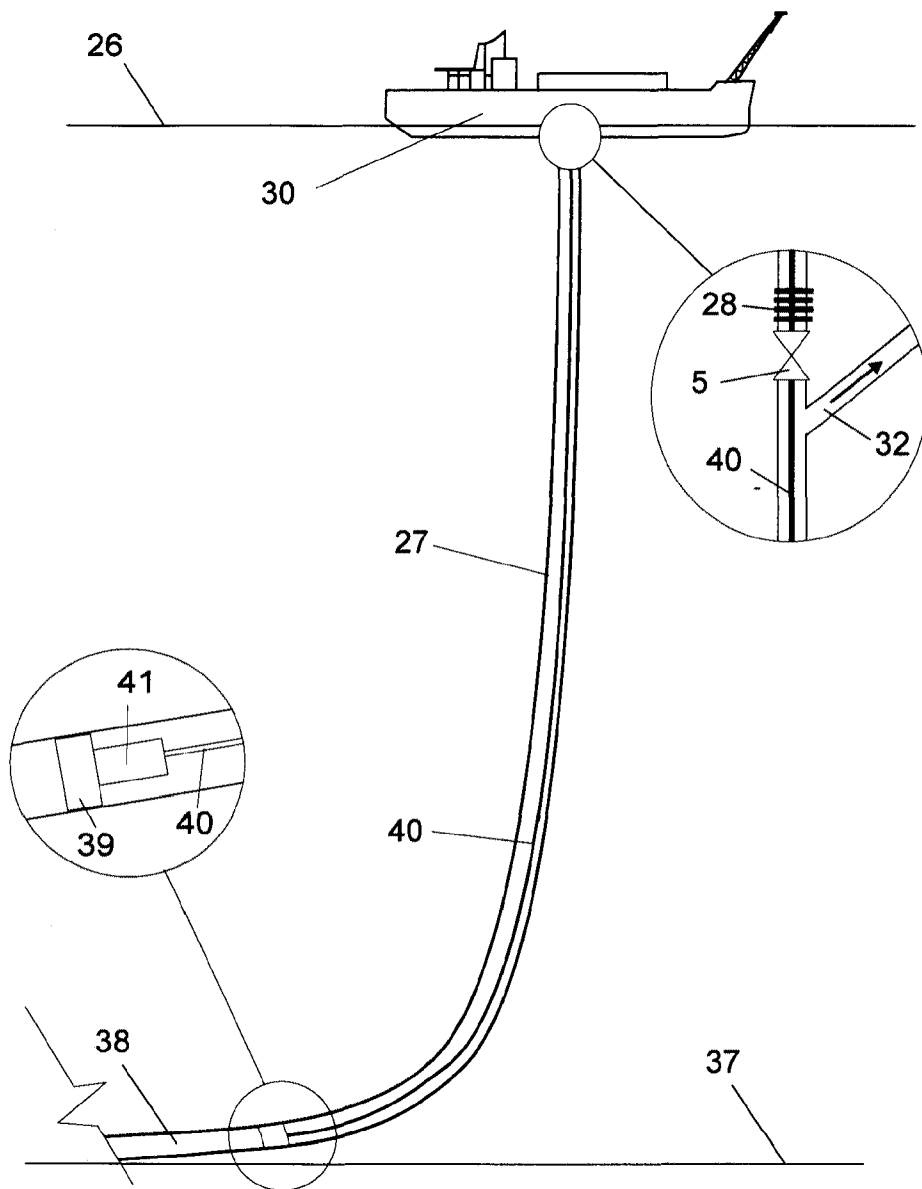


Fig. 7

**RESUMO**

**SISTEMA DE AQUECIMENTO SUBMARINO E MÉTODO PARA  
REMOÇÃO DE HIDRATO**

A presente invenção pertence ao campo dos sistemas e equipamentos submarinos, onde um sistema de aquecimento (1), por combustão, é conectado e integrado com linhas e equipamentos submarinos; com o objetivo prevenir hidratos e parafinas, através do aquecimento do fluxo de petróleo produzido, tanto nos próprios equipamentos como nas linhas submarinas conectadas aos mesmos.

10        Numa segunda concretização, um sistema de aquecimento elétrico (31) previne a formação hidrato e depósito de parafina no trecho ascendente do *riser* (27). Caso haja necessidade de passagem de *pig* na linha de produção (38) o sistema de aquecimento elétrico (31) pode ser facilmente removido, sem parada de produção que é escoada pela saída

15        lateral (32).