

(12) **FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO**

|                                                              |                                                                                                        |                                |
|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| (22) Data de pedido: <b>2008.07.24</b>                       | (73) Titular(es):<br><b>BIOTA GUARD AS<br/>FABRIKKVEIEN 29 4033 STAVANGER</b>                          | <b>NO</b>                      |
| (30) Prioridade(s): <b>2007.07.24 GB 0714442</b>             |                                                                                                        |                                |
| (43) Data de publicação do pedido: <b>2010.04.28</b>         | (72) Inventor(es):<br><b>ODD KETIL ANDERSEN<br/>STEINAR SANNI<br/>FRANK BLAKER<br/>EIRIK SONNELAND</b> | <b>NO<br/>NO<br/>NO<br/>NO</b> |
| (45) Data e BPI da concessão: <b>2014.01.08<br/>067/2014</b> | (74) Mandatário:<br><b>ALBERTO HERMÍNIO MANIQUE CANELAS<br/>RUA VÍCTOR CORDON, 14 1249-103 LISBOA</b>  | <b>PT</b>                      |

(54) Epígrafe: **MÉTODO E APARELHO PARA MONITORIZAR CONTAMINAÇÕES OFFSHORE**

(57) Resumo:

A PRESENTE INVENÇÃO REFERE-SE A UM MÉTODO DE DETECTAR CONTAMINAÇÃO DA ÁGUA DO MAR DE UMA INSTALAÇÃO OFFSHORE DE POÇO DE HIDROCARBONETO COMPREENDENDO DE UMA VARIEDADE DE CABEÇAS DE POÇO NO LEITO DO MAR(1) CONECTADO POR CONTUBAGEMS DE HIDROCARBONETOS À UMA CABEÇA DE TUBAGEM NO LEITO DO MAR, DO QUAL UM TUBAGEM DE HIDROCARBONETO LEVA À UMA INSTALAÇÃO RECEPTORA DE HIDROCARBONETO REMOTA (8), CADA UM DAS DITAS CABEÇAS DE POÇO SENDO FORNECIDA COM UMA COBERTURA PROTETORA (4), A QUAL É AFIXADA DE MODO AMOVÍVEL A UMA UNIDADE SENSORA (10) COMPREENDENDO DE UM SENSOR BIOLÓGICO E UM TRANSMISSOR DE DADOS ACOPLADOS POR UMA LINHA DE TRANSMISSÃO DE DADOS À DITA INSTALAÇÃO REMOTA, A DITA INSTALAÇÃO DE POÇO COMPREENDENDO AINDA UM SENSOR DE VELOCIDADE DE ÁGUA DO MAR, UM SENSOR DE CONDUTIVIDADE DE ÁGUA DO MAR E UM SENSOR DE TEMPERATURA TAMBÉM ACOPLADOS POR UMA LINHA DE TRANSMISSÃO DE DADOS À DITA INSTALAÇÃO REMOTA, EM QUE OS DADOS DA DITA LINHA DE TRANSMISSÃO DE DADOS SÃO ANALISADOS PARA DETERMINAR INDÍCIOS DE CONTAMINAÇÃO DE ÁGUA DO MAR NA DITA INSTALAÇÃO DE POÇO E DO FLUXO DE ÁGUA DO MAR NA DITA INSTALAÇÃO DE POÇO E, PORTANTO, FORNECER UM SINAL INDICATIVO DE CONTAMINAÇÃO DE ÁGUA DO MAR ACIMA DE UM LIMITE PRÉ-SELECIONADO DERIVADO DA DITA INSTALAÇÃO DE POÇO.

**RESUMO****"MÉTODO E APARELHO PARA MONITORIZAR CONTAMINAÇÕES OFFSHORE"**

A presente invenção refere-se a um método de detectar contaminação da água do mar de uma instalação offshore de poço de hidrocarboneto compreendendo de uma variedade de cabeças de poço no leito do mar(1) conectado por contubagens de hidrocarbonetos à uma cabeça de tubagem no leito do mar, do qual um tubagem de hidrocarboneto leva à uma instalação receptora de hidrocarboneto remota (8), cada um das ditas cabeças de poço sendo fornecida com uma cobertura protetora (4), a qual é afixada de modo amovível a uma unidade sensora (10) compreendendo de um sensor biológico e um transmissor de dados acoplados por uma linha de transmissão de dados à dita instalação remota, a dita instalação de poço compreendendo ainda um sensor de velocidade de água do mar, um sensor de condutividade de água do mar e um sensor de temperatura também acoplados por uma linha de transmissão de dados à dita instalação remota, em que os dados da dita linha de transmissão de dados são analisados para determinar indícios de contaminação de água do mar na dita instalação de poço e do fluxo de água do mar na dita instalação de poço e, portanto, fornecer um sinal indicativo de contaminação de água do mar acima de um limite pré-selecionado derivado da dita instalação de poço.

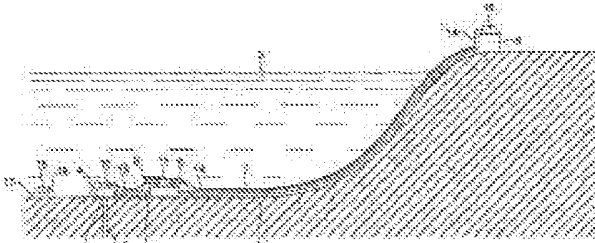


FIG. 1

**DESCRIÇÃO****"MÉTODO E APARELHO PARA MONITORIZAR CONTAMINAÇÕES OFFSHORE"**

A presente invenção refere-se a um método para monitorizar a água em torno de um poço offshore de hidrocarboneto de modo a detectar a contaminação derivada do poço, e, além disso, ao aparelho para uso em tal método.

Na perfuração offshore e na recuperação de hidrocarboneto há riscos de materiais lançados na água em torno da cabeça de poço ou da plataforma de perfuração e/ou de produção que possam alcançar níveis nos quais a vida marinha nas proximidades fiquem ameaçadas. As descargas podem ser operacionais ou acidentais. Assim, exemplos de descargas operacionais incluem água produzida durante o estágio de produção e fluidos de perfuração e cortes durante o estágio de perfuração. Exemplos de descargas acidentais incluem hidrocarbonetos, fluidos hidráulicos, fluidos de perfuração, cortes e outros químicos. É importante que tais descargas não causem contaminação inaceitável da água ou outros efeitos ambientais, desse modo, quando ocorrerem descargas inaceitáveis, é importante que o operador de poço tome ação para reduzir ou interromper a liberação de contaminantes.

Estas ações podem incluir interromper operações de

perfuração, interrupção de recuperação de hidrocarboneto, substituição ou reparo de equipamento, entre outros, todos tendo alto custo. Portanto, é importante que o operador de poço seja capaz de determinar não somente que a contaminação tenha ocorrido, mas também a fonte, a natureza e a gravidade da contaminação: assim, por exemplo, se a contaminação for resultado de um vazamento de um navio de passagem, a ação corretiva por parte do operador de poço seria ineficaz, e se a contaminação estiver abaixo de valores de limite de gravidade, então pode não ser necessária uma ação corretiva.

O monitoramento de contaminação de massas de água é bem conhecido; contudo, a técnica anterior refere-se ao monitoramento a jusante de fluxos de água doce, o monitoramento de descargas de efluentes de fábricas, e monitoramento geral de águas offshore. A US 3770052 A que descreve as características do preâmbulo da reivindicação 1, refere-se ao efetivo monitoramento de águas do mar em torno de poços de hidrocarboneto para detectar a contaminação nas cercanias do poço. Desse modo, há, ainda uma necessidade de sistemas de monitoramento.

Descobrimos que monitorizar a contaminação de águas marítimas por parte de poços de hidrocarbonetos tem melhor efeito pela combinação de sensores químicos, físicos e biológicos ao torno do poço no leito do mar e, onde houver uma plataforma de superfície marinha, uma outra

combinação disposta em torno da estrutura da superfície, submersa, mas próxima da superfície da água. Para certas descargas operacionais específicas, também é desejável posicionar tais sensores em profundidades apropriadas para monitorizar a coluna dentro da massa de água.

Portanto, visto de um aspecto, a invenção fornece um método para detectar contaminação da água do mar de uma instalação offshore de poço de hidrocarboneto compreendendo de uma variedade de cabeças de poço no leito do mar conectado por contubagens de hidrocarboneto a uma cabeça de tubagem no leito do mar (por exemplo, um PLEM), do qual o tubo de hidrocarboneto leva a uma instalação receptora remota de hidrocarboneto, cada dita cabeça de poço sendo fornecida com uma cobertura protetora (por exemplo, uma estrutura de proteção de cabeça de poço - WHPS), a qual é presa de forma removível a uma unidade sensora, cada dita unidade sensora compreendendo de um sensor biológico e um transmissor de dados acoplado por uma linha de transmissão de dados à dita instalação remota, a dita instalação de poço ainda compreendendo de um sensor de velocidade de água do mar, um sensor de condutividade de água do mar e um sensor de temperatura também acoplado por uma linha de transmissão de dados à dita instalação remota, em que os dados da dita linha de transmissão são analisados para determinar os indícios de contaminação de água do mar na dita instalação de poço e o fluxo de água do mar na dita instalação de poço e portanto, fornecer um sinal indicativo de contaminação de água do mar acima de um limite pré-

selecionado derivado da dita instalação de poço.

Visto de um outro aspecto, a invenção fornece aparelho para detectar contaminação de água do mar de uma instalação offshore de poço de hidrocarboneto, o dito aparelho compreendendo de uma variedade de sensores afixados de modo removível em cada unidade afixada na cobertura protetora de uma cabeça de poço da dita instalação offshore de poço de hidrocarboneto e cada um compreendendo um sensor biológico e um transmissor de dados acoplados por uma linha de transmissão para uma instalação remota de análise de dados (por exemplo, parte de uma instalação receptora de hidrocarboneto acoplada por meio de um tubagem de hidrocarboneto à cabeça de tubagem no leito do mar (por exemplo, um PLEM) na dita instalação offshore de poço de hidrocarboneto), o dito aparelho ainda compreendendo na dita instalação offshore de poço de hidrocarboneto, de um sensor de velocidade da água do mar, um sensor de condutividade de água do mar e um sensor de temperatura também acoplado por uma linha de transmissão de dados à dita instalação remota, o dito aparelho opcionalmente e de preferência, ainda compreendendo de um computador disposto para analisar os dados do dita linha de transmissão de dados para determinar os indícios de contaminação de água do mar e o fluxo de água do mar na dita instalação de poço e, portanto, fornecer um sinal indicativo de contaminação de água do mar acima de um limite pré-selecionado derivado da dita instalação de poço.

Em especial, prefere-se que a instalação do poço também compreenda uma colector de sedimento submerso.

Numa modalidade preferida da invenção, cada unidade sensor compreende do dito sensor de velocidade de água do mar, um sensor de condutividade de água do mar e um sensor de temperatura também acoplado por uma linha de transmissão de dados à dita instalação remota.

Numa modalidade especialmente preferida, uma outra unidade sensora é afixada de modo removível ao módulo de cabeça de tubagem no leito do mar (isto é, o PLEM).

Numa modalidade especialmente preferida da invenção, pelo menos uma unidade sensora adicional é posicionada em um local remoto da instalação do poço no leito do mar, por exemplo, numa distância de 500 a 1.000 m de qualquer cabeça de poço, PLEM ou tubagem, especialmente numa distância de 800 a 2.000 m. Estas unidades sensoras "dispersas" podem servir para determinar um valor de "fundo" ou "controle" da contaminação e são de preferência posicionados em torno da instalação do poço (onde pelo menos três valores atípicos estão presentes) ou a montante da instalação do poço no sentido da corrente do leito do mar normalmente prevalecente. A transmissão de dados dos valores atípicos pode ser através de uma linha de transmissão ou mais de preferência por transmissão acústica de um transmissor no valores atípicos pela água do mar para

um receptor acoplado à linha principal de transmissão de dados do PLEM, opcionalmente através de um transceptor posicionado intermediariamente no leito do mar.

As transmissões acústicas no método da invenção são de preferência não-contínuas, por exemplo, ocorrendo em intervalos de tempo de pelo menos uma hora até 24 horas, e de preferência em frequências numa banda de comprimento de onda a qual tem pouco ou nenhum efeito sobre as baleias, em especial, frequências fora de 17 a 43 kHz, especialmente fora da faixa de 1 a 100 kHz.

Os biosensores nas unidades sensoras são levantadas de preferência em relação ao leito do mar para reduzir a influência de correntes normais do leito do mar que levantam poeira, por exemplo, numa altura mínima de 1 a 10 m, especialmente de 2 a 5 m acima do leito do mar em redor. A parte inferior do biosensor para estes propósitos podem ser considerados como sendo a porção mais inferior do biosensor, na qual estão contidas as espécies sendo monitoradas (as espécies "sentinelas").

As unidades de instalação de poço podem também opcionalmente e de preferência incluir sensores selecionados a partir do seguinte:

Sensores acústicos (por exemplo, hidrofones)

Espectrómetros de massa

Espectrómetros de RMN;

Sensores de frequência cardíaca;  
Sensores de pH;  
Sensores de pressão de água do mar;  
Sensores de turbidez;  
Sensores de oxigénio dissolvido;  
Dispositivos de amostragem passiva;  
Sensores de clorofila; e  
colectores de sedimentos;  
em especial um ou mais dos últimos cinco  
sensores.

Os sensores de amostragem passiva podem ser usados para detectar compostos orgânicos contaminantes, por exemplo, compostos aromáticos, e geralmente operam pelo uso de uma membrana semipermeável, a qual separa a água do mar de um solvente no qual os compostos orgânicos são solúveis. O solvente pode ser recuperado e analisado quando os sensores são periodicamente substituídos ou, mais de preferência, um dispositivo espectrométrico é incluído, o qual pode analisar o solvente para o conteúdo de composto orgânico *in situ*, por exemplo, um espectrômetro infravermelho.

O sensor de clorofila pode ser um espectrofluorometro e serve para detectar mudanças na flora do corpo da água em torno do sensor, por exemplo, mudanças no conteúdo da alga.

O biosensor pode ser um ou mais dos muitos biosensores conhecidos os quais operam ao detectar o efeito das mudanças na água do mar numa espécie viva selecionada, as espécies sentinela, normalmente peixe ou macroinvertebrados (por exemplo, conchas, crustáceos, ouriço do mar (por exemplo, echinodermata), moluscos e peixe, especialmente espécies que se alimentam por filtração, e em especial mexilhões, ostras e conchas), por exemplo, mudanças na respiração, pulsação (ou batimentos cardíacos), movimento das guelras, densidade populacional, taxa de crescimento, operação de sifão), movimento da concha, (por exemplo, fechamento e abertura), etc. Para este propósito, os biosensores irão em geral incluir aparelhos de registro óptico, por exemplo, uma câmera, e, como opção, também fontes de luz, por exemplo, laser. Tais efeitos são conhecidos como sendo correlatos às mudanças no ambiente químico e físico.

As espécies sentinela são de preferência uma que seja adequada ao ambiente normal (isto é, não-contaminado) no local no qual o biosensor deve ser lançado, levando em consideração parâmetros incluindo profundidade, temperatura, salinidade, conteúdo de biomassa da água em torno, etc., e uma que responda aos tipos de contaminação possíveis no caso de mau funcionamento da instalação do poço. Exemplos típicos incluem macroinvertebrados que se alimentam por filtração, tais como mexilhões, moluscos, conchas e ostras. O uso de tais espécies sentinela no biomonitoramento é discutido por exemplo, nas Patentes A-

6119630 (Lobsiger), US-A-6058763 (Shedd), US-A-5798222 (Goix), e FR-A-2713778 (Pennec) e por Al-Arabi *et al* em *Environmental Toxicology and Chemistry* 24:1968-1978 (2005) e Gruber *et al* em *Water, Air and Soil Pollution* 15:421-481 (1981).

Na realização da presente invenção, é preferível o uso de bivalves, em especial mexilhões, moluscos e conchas.

As espécies sentinela são alojadas dentro do biosensor, de modo que entre em contato com a água do mar no local do sensor, mas é retido dentro do sensor, por exemplo, pelo uso de uma gaiola com uma parede perfurada ou com uma malha.

O monitoramento normalmente irá detectar o movimento das espécies sentinela dentro do sensor (por exemplo, abertura ou fechamento de conchas bivalves), ou variações localizadas de movimento de água dentro do sensor, ou mudanças localizadas na turbidez da água, ou luz ou emissões de som ou reflexos por parte das espécies sentinela.

Todas estas medições podem ser calibradas em relação a medidas equivalentes para a mesma espécie sentinela sob uma gama de condições físico-químicas (por exemplo, temperatura, pressão, salinidade, conteúdo de micróbio, conteúdo de sedimento, intensidade da luz, etc)

numa série de conteúdos poluentes diferentes e períodos de exposição à poluente. Desta maneira, os sinais dos biosensores podem ser analisados para determinar se a presença em especial de poluentes são prováveis e se estão em um nível alto não-aceitável. O ajuste da calibração é facilitada por análise de componente multivariável ou principal, a qual pode ser usada para produzir uma matriz de previsão a qual pode ser aplicada no dado fornecido pelas unidades sensoras.

Certos parâmetros monitorados das espécies sentinela, por exemplo, crescimento, espaçamento da válvula, taxa de batimentos cardíacos, etc., podem ser usados em modelos ambientais existentes, tais como DREAM (dose-related environmental risk assessment - avaliação de risco ambiental relacionado à dose), o qual já está sendo utilizado pela indústria de óleo e gás. A entrada de dados a partir dos métodos da invenção pode assim ser usada para aumentar a confiabilidade e precisão dos resultados destes modelos.

Enquanto que modelos de monitoramento em tempo real contínuo são possíveis de acordo com a invenção, nem sempre será necessário e a amostragem de dados pode ser afetada nos intervalos, por exemplo de 1 a 48 horas, opcionalmente com dados coletados e com a média feita entre tempos de amostragem. É desejável, contudo, que as unidades de sensor sejam dispostas para sobrepor qualquer amostragem

espaçada temporariamente caso os valores detectados dos parâmetros sob estudo saiam da "janela de operação normal", isto é, de modo que vazamentos possam ser detectados e tratados com prontidão.

Os dados das unidades sensoras podem assim serem usados para calcular uma indicação de contaminação dos biosensores, e para determinar se a causa é exterior à instalação do poço (por exemplo, por comparação com valores atípicos e comparando com biosensores levando em consideração a velocidade da água do mar (isto é, velocidade e direção no plano horizontal) e por correção por influência de temperatura, pressão, salinidade (por si só determinável a partir da condutividade detectada), biomassa transiente (determinável a partir da concentração de clorofila detectada), e turbidez transiente (por exemplo, devido a turbulência indevidamente alta no leito do mar).

Quando fatores externos não puderem ser descartados, os dados dos sensores de amostragem passiva podem ser usados para aumentar o grau de confiança na indicação de contaminação, e caso necessário, os biosensores podem ser recuperados, por exemplo, pela utilização de submarinos tais como AUVs e ROVs de modo que as autópsias, biópsias ou outras análises podem ser realizadas. Isto, em conjunto, pode fornecer uma confirmação rápida do que ocorreu ou que está ocorrendo uma

contaminação acima de um limite predeterminado e se é atribuído à operação da instalação de poço. Isto possibilita ao operador de poço tomar a ação corretiva com um mínimo de atraso, por exemplo, pela interrupção ou diminuição de produção de hidrocarboneto numa ou mais cabeças de poço, pelo reparo de equipamento de cabeça de poço responsável pelo vazamento, etc.

Numa forma alternativa, também é adequada para monitorizar a operação de uma instalação offshore de poço de hidrocarboneto, o qual inclui uma plataforma de superfície (isto é, superfície marinha), por exemplo, uma plataforma flutuante ou estática de perfuração e/ou de produção. Neste exemplo, contudo, dois sistemas de unidades de sensor são necessários, um no leito do mar e um submerso, contudo próximo à superfície do mar.

Visto deste aspecto, é proporcionado um método de detectar a contaminação da água do mar de uma instalação offshore de poço de hidrocarboneto compreendendo de uma plataforma de perfuração de superfície marinha ou de produção (ou uma combinação de tais plataformas) conectadas à uma cabeça de poço no leito do mar, em que uma primeira pluralidade de pelo menos três unidades de sensores submersos é disposta em torno da dita plataforma numa profundidade de 15 até 50 m e numa distância de 50 a 500 m e uma segunda variedade de pelo menos três unidades sensoras são dispostas no leito do mar em torno da dita

cabeça de poço numa distância de 50 a 500 m, cada dita unidade sensora compreendendo de um sensor biológico e um transmissor de dados, a dita instalação ainda compreendendo de uma colector de sedimentos submersos, um sensor de velocidade de água, um sensor de condutividade de água do mar, um sensor de temperatura de água do mar, e um receptor de dados disposto para receber dados dos ditos transmissores, no qual os dados de método do dito receptor são analisados para determinar os indícios de contaminação de água do mar na dita instalação de poço e do fluxo de água do mar na dita instalação de poço e portanto, fornecer um sinal indicativo de contaminação de água do mar acima de um limite pré-selecionado derivado da dita instalação de poço.

Visto de um outro aspecto, não reivindicado também se fornece um aparelho para detectar contaminação da água do mar de uma instalação offshore de poço de hidrocarboneto compreendendo de uma plataforma de perfuração de superfície marinha ou plataforma de produção (ou uma combinação de tais plataformas) conectada a uma cabeça de poço no leito do mar, o dito aparelho compreendendo de uma primeira variedade (isto é, sistemas) de pelo menos três sensores submersos dispostos em torno da dita plataforma numa profundidade de 15 a 50 m e numa distância de 50 a 500 m e uma segunda variedade de pelo menos três unidades de sensores dispostos no leito do mar em torno da dita cabeça de poço numa distância de 50 até 500 m, cada dita unidade sensora compreendendo de um sensor biológico e um

transmissor de dados, o dito aparelho ainda compreendendo de uma colector de sedimentos submersos, um sensor de velocidade de água do mar, um sensor de condutividade de água do mar, um sensor de temperatura de água do mar, e um receptor de dados dispostos para receber dados dos ditos transmissores, o dito aparelho opcionalmente e de preferência ainda compreendendo de um computador disposto para analisar dados do dito receptor de dados para determinar os indícios de contaminação de água do mar na dita instalação de poço e o fluxo de água do mar na dita instalação de poço e, portanto, fornecer um sinal indicativo de contaminação de água do mar acima do limite pré-selecionado derivado da dita instalação de poço.

As unidades sensoras do primeiro sistema são de preferência flutuantes, ou presas a uma boia, e conectados a um dispositivo de ancoragem ao leito do mar, por exemplo, por um cabo flexível, de modo que em todas condições meteorológicas previsíveis e condições de fluxo do mar permaneçam em pelo menos 50 m da parte mais próxima da plataforma ou sua conexão ao leito do mar, e de modo que, exceto em condições climáticas extremas ou condições de fluxo de mar extremos, eles permaneçam a não mais de 600 m destas partes mais próximas. As unidades são submersas, significa que nenhuma parte, incluindo quaisquer outras partes conectadas, estejam na superfície ou acima do mar exceto em condições de tempestade, por exemplo, uma força de tempestade de 8 ou acima na escala Beaufort. Normalmente, a ancoragem será tal que, em condições calmas,

todas as partes estão a pelo menos 15 m abaixo da superfície do mar e a base do biosensor está a não mais que 50m abaixo da superfície do mar.

As unidades sensoras do segundo sistema estão de preferência, localizados de modo que os biosensores estão numa altura de 1 até 10 m, especialmente de 2 a 5 m, acima do entorno do leito do mar. Eles podem ser fixos, por exemplo, montados em suportes rígidos, ou como alternativa, eles podem ser flutuados ou flutuantes e ancorado a um dispositivo de ancoragem fixo. Estas unidades sensoras estão de preferência localizadas entre 50 e 500 m do suporte de plataforma mais próximo, cabeça de poço ou tubagem de leito do mar. Outras unidades Sensoras, "próximos", podem, se desejável, ser posicionadas entre as cabeças de poço ou dentro da área definida por três ou mais cabeças de poço.

Os dois sistemas, de preferência, compreendem cada um de pelo menos 4, especialmente de pelo menos 6, por exemplo até 30, unidades sensoras, espaçadas em não mais que 100° de um eixo vertical central, por exemplo, um eixo através da plataforma, cabeça de poço ou agrupamento de cabeça de poço. O espaçamento do sensor pode ser não-uniforme, por exemplo, com unidades sensoras sendo mais densamente agrupadas a jusante do que a montante (com relação à direção da corrente dominante) da plataforma ou, respectivamente, à(s) cabeça(s) de poço.

Além do primeiro e segundo sistema de unidade sensora e quaisquer unidades sensoras de superfície e unidades sensoras de leito do mar afastadas, por exemplo, numa distância de 500 até 10.000 m, especialmente 800 até 2000 m, de preferência estão presentes, novamente para fornecer valores de fundo ou de controle para a contaminação. Estes, novamente, podem estar em torno da plataforma ou da(s) cabeça(s) de poço ou a jusante, como discutido anteriormente.

Outras unidades sensoras, "unidades sensoras de plataforma", podem, se desejável, ser posicionadas em suportes leito do mar para a plataforma de uma plataforma fixa. Neste caso, estas unidades sensoras de plataforma podem conter somente sensores químicos e/ou físicos, por exemplo, sensores de velocidade de água do mar. A velocidade neste caso pode, novamente, ser aproximada por taxas de fluxo horizontal e velocidades.

Onde unidades sensoras de leito do mar puderem ser afixadas ou localizadas dentro de estruturas de leito do mar já existentes, isso será preferível, já que tais sensores não precisam então ser fornecidos com estruturas de proteção de rede de arrasto.

É preferível que as unidades sensoras submersas, contudo próximas à superfície compreendam velocidade de água do mar, condutividade de água do mar e sensores de temperatura e, como opção, mas, de preferência, um ou ambos

de sensores de pressão e clorofila. Outros sensores dos tipos já descritos também podem ser incluídos.

É preferível que as unidades sensoras de leito do mar compreendam de sensores dos tipos já descritos para as instalações de poços não tendo plataformas de superfície, especialmente colectores de sedimentos.

A transmissão de dados das unidades sensoras do primeiro sistema e de valores atípicos próximos da superfície podem ser por meio de uma linha de transmissão de dados, por exemplo, um cabo elétrico ou fibra óptica, por exemplo, passando os ancoradouros no leito do mar. Contudo, numa modalidade preferida, a transmissão de dados de tais unidades sensoras é feita por transmissão acústica como discutido acima, opcionalmente através de transceptores intermediários (novamente sub-superfície e por exemplo, em boias ancoradas ao leito do mar). O uso de transmissão de dados acústicos, desta maneira, transforma a unidade sensora/conjunto de âncora em um obstáculo em potencial para manusear a âncora ou outra atividade de manutenção em torno da plataforma ou instalação submarina em um sistema de localização de grade útil, por exemplo, para veículos tais como ROVs e AUVs usados nestas atividades.

A transmissão de dados do segundo conjunto de unidades sensoras e os próximos e valores atípicos no leito

do mar podem ser via uma linha de transmissão de dados ou podem ser uma transmissão acústica como descrito anteriormente.

A transmissão de dados de unidades sensoras montadas em plataforma é de preferência feita via uma linha de transmissão para a plataforma.

Será geralmente preferível, sempre que possível, usar infraestrutura de comunicação (por exemplo, sob âncora-reforço) que já está posicionado para transmissão de dados das unidades sensoras, especialmente as unidades do leito do mar, por exemplo, fibras ópticas ou linhas de transmissão.

Dados transmitidos são de preferência coletados na plataforma para análise no local ou para transmissão, por exemplo, por rádio, para um computador remoto, por exemplo, numa instalação terrestre.

As unidades de sensor são de preferência totalmente ou parcialmente desmontáveis, por exemplo, utilizando ROVs ou AUVs, para substituição de sensores, por exemplo, para análise em locais remotos como discutido acima.

A análise de dados e geração de sinal/indícios podem ser efetuados de modo analógico para a análise de

dados para instalações de poço de superfície de plataforma livre discutidas acima.

As unidades sensoras, como mencionado acima, podem incluir sensores acústicos, tais como hidrofones. Estes sensores acústicos são especialmente úteis na detecção de vazamentos de estruturas ou instalações submarinas.

Será apreciado que, além das unidades sensoras necessárias para os métodos da invenção para incorporar biosensores, todo o conjunto de unidades sensoras usadas nos métodos podem incluir unidades sensoras as quais não contêm biosensores, por exemplo, porque elas estão localizadas em profundidades nas quais é difícil manter as espécies sentinelas vivas.

Como vantagem, os níveis de contaminação antes ou no início de monitoramento usando os métodos da invenção podem ser medidos e usados como linha de base, de modo que o monitoramento alerte os operadores quanto às variações referentes aos valores de linha de base ou para enfatizar mais prontamente os eventos de contaminação ocorrendo durante o monitoramento. Da mesma forma, se o monitoramento de acordo com a invenção é somente para um período limitado, por exemplo, durante uma operação de alto risco, a determinação dos níveis de contaminação antes e depois do período de contaminação pode localizar com mais precisão os eventos de contaminação ocorrendo durante o monitoramento.

Tal determinação de contaminação pode, naturalmente, ser feita com espécies sentinela e/ou por análise química *in situ* ou em um local remoto (por exemplo, um laboratório) e/ou por determinação de efeito biológico em tal local remoto.

Preferencialmente, os dados coletados pelos métodos da invenção são correlacionados à mesma linha de tempo de modo a melhorar a análise de causa-efeito.

Por instalação de poço, deve ser observado, significa no presente documento, uma instalação tendo um poço de hidrocarboneto em preparo, em operação, ou no modo de parada.

Numa modalidade especialmente preferida, o conjunto de dados para análise de acordo com a invenção inclui dados de clima e dados de movimento de navio, por exemplo, dados fornecidos ao analisador por uma fonte externa, tais como uma agência meteorológica ou uma agência de monitoramento de navegação, ou dados coletados na instalação offshore utilizando dispositivos meteorológicos convencionais (por exemplo, para a velocidade do vento, temperatura do ar, pressão do ar, humidade, visibilidade, intensidade da luz, etc.) ou aparelho de detecção de navio, por exemplo um radar. Desta maneira, a causa da variação nos sinais do sensor os quais são alheios à operação da instalação offshore podem ser mais facilmente identificados

e reduzir a frequência de alertas "falso positivo".

Modalidades preferidas da presente invenção serão agora descritas tendo como referência os desenhos que acompanham, nos quais:

A figura 1 é uma vista superior horizontal esquemática de uma primeira instalação de poço que tem aparelho de acordo com a invenção;

A figura 2 é uma vista esquemática de cima de uma instalação de poço conforme a figura 1;

A figura 3 é uma vista horizontal esquemática de uma segunda instalação de poço tendo aparelho de acordo com a invenção

A figura 4 é uma vista da parte superior de uma instalação de poço como na figura 3; e

A figura 5 é uma vista lateral esquemática de uma unidade sensora utilizável de acordo com a invenção.

Fazendo referência à figura 1 é mostrado uma cabeça de poço 1 de um poço de hidrocarboneto 2 na água do mar 3. A cabeça de poço 1 é fornecida com uma gaiola protetora 4 (um WHPS) para evitar danos por redes de pescadores e alimenta hidrocarboneto para dentro de um tubagem menor 5. Tubagens menores de hidrocarboneto 5 e linhas similares de várias outras cabeças de poços (não-mostrado) alimentam hidrocarboneto a um coletor de extremidade de tubagem submarino (PLEM) 6, o qual combina o

fluxo e alimenta para dentro do tubagem maior 7, o qual leva até uma instalação onshore receptora remota 8. O PLEM 6 também é fornecido com uma gaiola protetora 9 e as unidades sensoras 10 e 11 são respectivamente montadas dentro das gaiolas 4 e 9 numa altura mínima de 2m acima do leito do mar 12. As linhas de transmissão de dados 13 e 14 levam da cabeça de poço e PLEM até a unidade analisadora de dados 15 numa instalação onshore.

Numa distância de 300 m da cabeça de poço 1 há uma outra unidade sensora 16 montada de forma similar dentro de uma gaiola protetora 17 e fornecida com um transmissor de dados acústicos 18 para transmissão de dados para um receptor acústico 19 na unidade sensora 10.

Com referência à figura 2, é mostrado um sistema de unidades sensoras 10 em um conjunto de cabeças de poço 1 em torno do PLEM 6 e um outro sistema de unidades sensoras dispersas 16. Nesta figura, as gaiolas 4, 9 e 17 não são mostradas.

Com referência à figura 3, é mostrado uma perfuração estática e/ou plataforma de produção 20 tendo pernas 21 no leito do mar 12. A coluna de perfuração 22 leva através da cabeça de poço 1 até o poço de hidrocarboneto 2.

Uma unidade sensora submersa e flutuante 23 é

ancorada por cabo 24 à ancora no leito do mar 25 de modo que esteja a 30m abaixo da superfície do mar 24 e 100m das pernas 21. A linha de transmissão de dados 27 leva da unidade sensora 23 para o cabo inferior 24, através do leito do mar 12, e as pernas superiores 21 para uma unidade de coleta de dados 28.

Uma unidade sensora de leito de mar 29 é ancorada por cabo 30 à âncora do leito do mar 31 de modo que está a 2 m acima do leito do mar e 60 m das pernas 21. A linha de transmissão de dados 32 leva da unidade sensora 29 para o cabo inferior 30, através do leito do mar 12 para se unir com a linha de transmissão de dados 27.

Uma unidade sensora de leito do mar dispersa 33 é ancorada por cabo 34 à âncora de leito de mar 35 de modo que está a 2 m acima do leito do mar e 800 m das pernas 21. A unidade dispersa 33 é fornecida com um transmissor acústico 36 para transmitir dados para o receptor acústico 37 na unidade sensora 29.

Uma outra unidade sensora 38 é afixada à perna 21 e é fornecida com uma linha de transmissão de dados 39 a qual une a linha de transmissão de dados 27.

Uma unidade sensora dispersa flutuante próxima da superfície 41 é ancorada em relação à unidade sensora 23, mas a 800 m da perna 21. Essa unidade sensora é fornecida

com transmissor acústico 42, o qual transmite dados para o receptor acústico 43 na unidade sensora dispersa no leito do mar 38.

Os dados coletados por unidade de coleta 28 é transmitido por transmissor de rádio 40 para um analisador remoto de dados (não-mostrado).

Com referência à figura 4, é mostrado da parte superior da plataforma de perfuração e/ou de produção 20, o primeiro sistema de unidades sensoras submersas próximas à superfície 26, o segundo sistema de unidades sensoras de leito do mar 29, unidades sensoras submersas dispersas próximas da superfície 41, e unidades sensoras dispersas do leito do mar 33. A seta indica a direção de corrente de água do mar "normal".

Com referência à figura 5, é mostrada uma unidade sensora 44 afixada ao leito do mar por meio de um cabo 45 e compreendendo uma estrutura 46 levando quatro compartimentos 47, 48, 49 e 50. O compartimento 50 é um tanque flutuante vedado contendo gás. O compartimento 49 é uma unidade vedada contendo um receptor de dados (não-mostrado) e levando no seu exterior um transmissor de dados acústicos 51. O compartimento 48 (mostrado parcialmente em corte) é um compartimento de dois tanques destacáveis no qual o compartimento vedado superior 52 é preenchido com um solvente orgânico, contém um espectrofotômetro

infravermelho 53, e é separado por um compartimento inferior 54 por uma membrana semipermeável 55 através da qual os compostos orgânicos podem passar. O compartimento inferior 54 possui uma parede periférica perfurada 56 e contém um sensor de temperatura 57.

O compartimento 47 (também mostrado parcialmente em corte) também é destacável e possui uma parede periférica perfurada 58 e contém mexilhões 59 como a espécie biológica monitorada. Os mexilhões são iluminados por fonte de luz 60 e monitorados por câmera 61.

Os compartimentos podem ser alternativamente dispostos de modo que as amostras de espécies sentinela ou amostras de dispositivos de amostragem passiva possam ser removidas enquanto os compartimentos permanecerem *in situ*.

Abaixo do compartimento 47 é montado em um fluxômetro 62, o qual gira livremente em torno do eixo vertical e o qual é fornecido com um compasso de estado sólido (não-mostrado), de modo que a direção de fluxo também seja medido.

Lisboa, 28 de Março de 2014

## **REIVINDICAÇÕES**

1. Método de detectar contaminação da água do mar de uma instalação de poço offshore (2) de hidrocarboneto compreendendo uma variedade de cabeças (1) de poço no leito do mar conectadas por condutas (5) de hidrocarboneto a uma cabeça (6) de tubagem no leito do mar do qual um tubagem (7) de hidrocarboneto conduz a uma instalação remota (8) receptora de hidrocarboneto, cada cabeça (1) de poço sendo fornecida com uma cobertura protetora (4) à qual é afixada de modo removível a uma unidade sensora (10), cada dita unidade sensora (10) compreendendo um transmissor de dados acoplado por uma linha (13, 14) de transmissão de dados à dita instalação remota (8), caracterizado por a dita instalação remota cada uma das referidas unidades sensoras compreender ainda um sensor biológico, indo o referido sensor biológico detectar o efeito de alterações na água do mar numa espécie viva seleccionada, a referida instalação de poço (2) compreendendo ainda um sensor de velocidade de água do mar, um sensor de condutividade de água do mar e um sensor de temperatura também acoplado por uma linha de transmissão (13, 14) de dados à dita instalação remota (8), em que os dados da dita linha de transmissão de dados (14) são analisados para determinar os indícios de contaminação de água do mar na dita instalação de poço e do fluxo de água do mar na dita instalação de poço e, portanto, fornecer um

sinal indicativo de contaminação de água do mar acima de um limite pré-selecionado derivado da dita instalação de poço.

2. Método de acordo com a reivindicação 1, em que cada dita unidade sensora (10) compreende o dito sensor de velocidade de água do mar, um sensor de condutividade de água do mar e um sensor de temperatura também acoplados por uma linha de transmissão (13, 14) à dita instalação remota (2).

3. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 e 2 em que uma outra unidade sensora (10) é afixada de forma removível no módulo (6) de cabeça de tubagem no leito do mar.

4. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, em que pelo menos uma outra unidade sensora (16) é posicionada num local no leito do mar a uma distância de 500 a 1.000 m de qualquer cabeça de poço (1), PLEM (6) ou conduta (5, 7) .

5. Método de acordo com qualquer um das reivindicações precedentes, em que as ditas unidades sensoras (10, 16) compreendem pelo menos um sensor selecionado do grupo consistindo em: sensores de pH; sensores de pressão de água do mar; sensores de turbidez; sensores de oxigénio dissolvido; dispositivos de amostragem passiva; sensores de clorofila; e colectores de sedimento.

6. Aparelho para detectar contaminação da água do

mar de uma instalação offshore (2) de poço de hidrocarboneto, dito aparelho compreendendo uma variedade de unidades sensoras afixadas de modo removível cada uma afixada na cobertura protetora (4) de uma cabeça de poço (1) da dita instalação offshore (2) de poço de hidrocarboneto e cada um compreendendo um transmissor de dados acoplados por uma linha de transmissão (13, 14) a uma instalação remota (8) de análise de dados, dito aparelho caracterizado por cada unidade sensora compreender ainda um sensor biológico para detectar os efeitos de alterações na água do mar em espécies vivas seleccionadas, e por compreender ainda na instalação offshore (2) de poço de hidrocarboneto um sensor de velocidade de água do mar, um sensor de condutividade de água do mar e um sensor de temperatura também acoplados por uma linha de transmissão (13, 14) de dados à dita instalação remota (8), o dito aparelho opcionalmente e de preferência ainda compreendendo um computador disposto para analisar dados da dita linha de transmissão (14) de dados para determinar os indícios de contaminação de água do mar na dita instalação (2) de poço e de fluxo de água do mar na dita instalação (2) de poço e portanto, fornecer um sinal indicativo de contaminação de água do mar acima de um limite pré-seleccionado derivando da dita instalação de poço.

Lisboa, 28 de Março de 2014

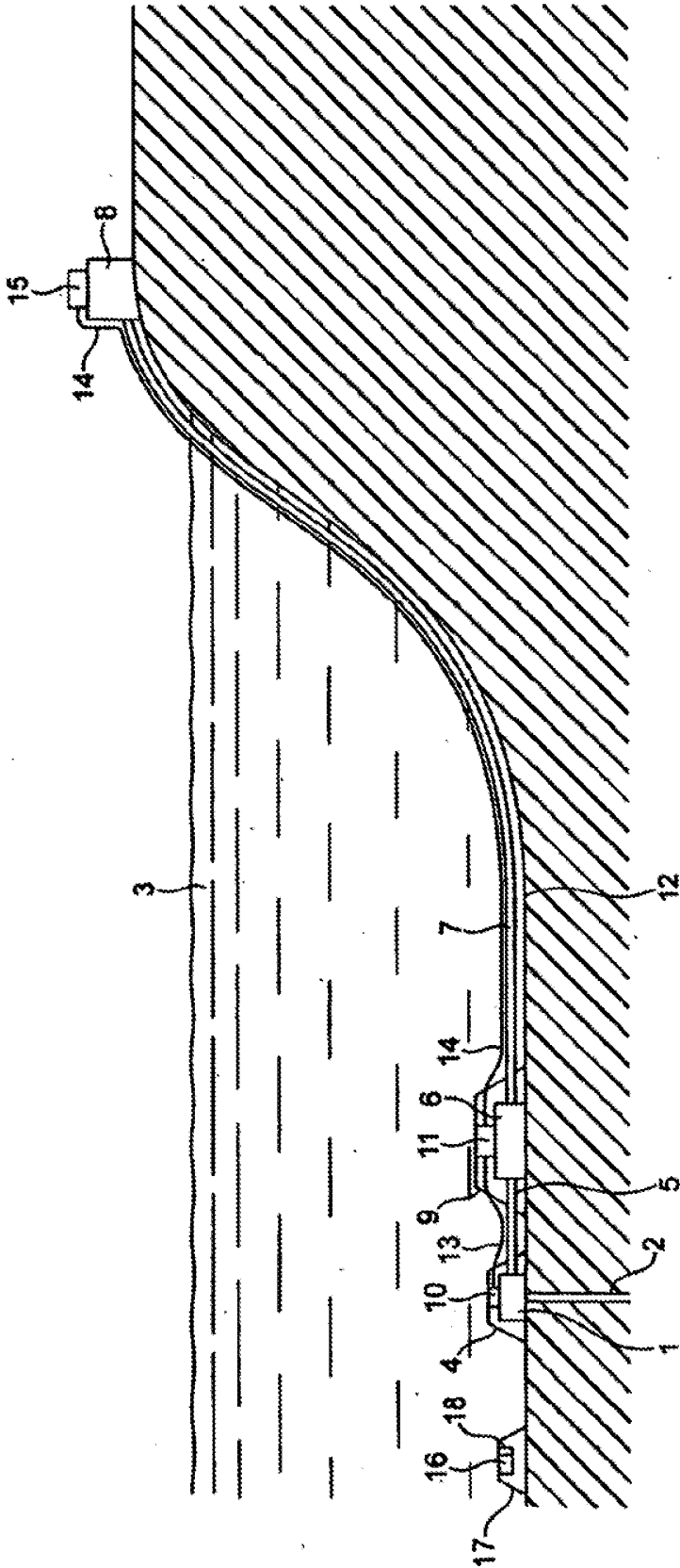


FIG. 1

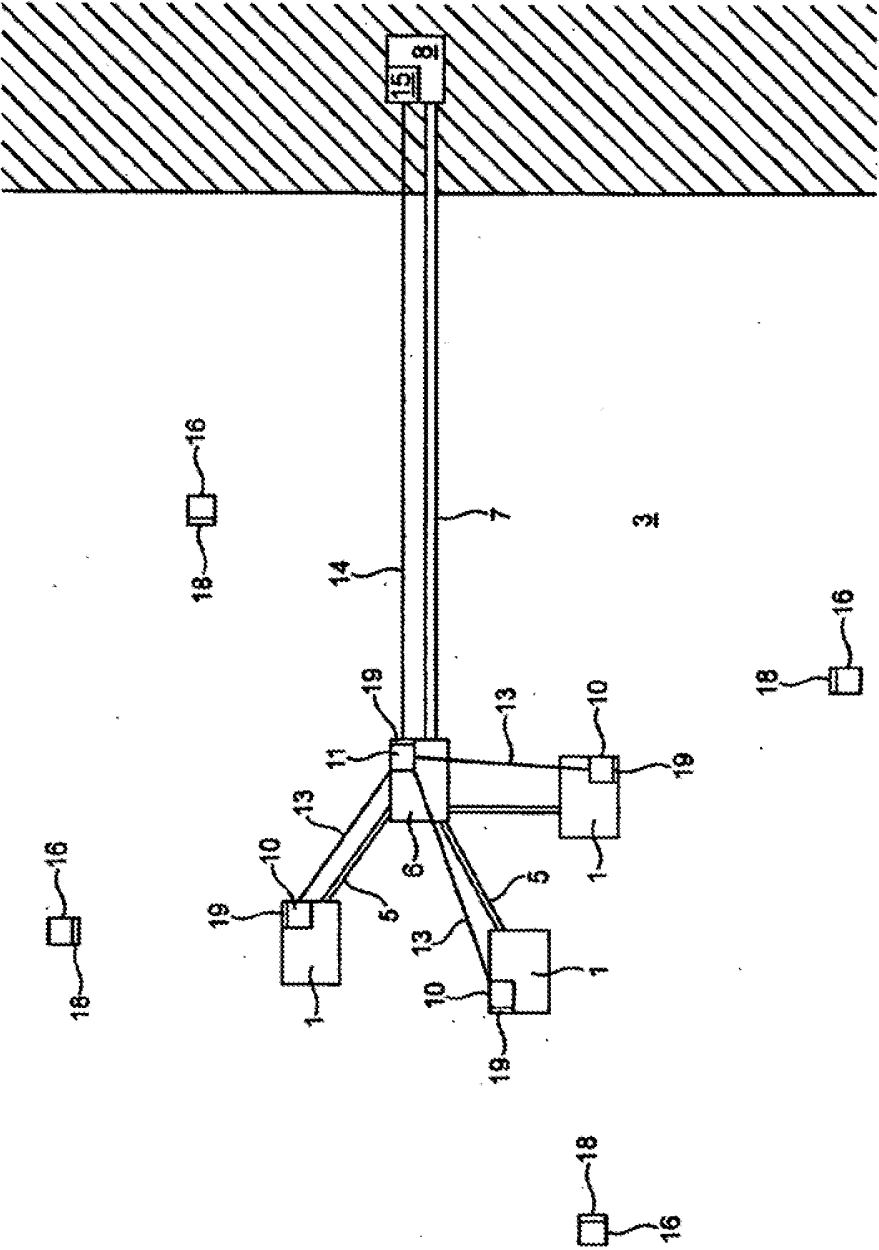
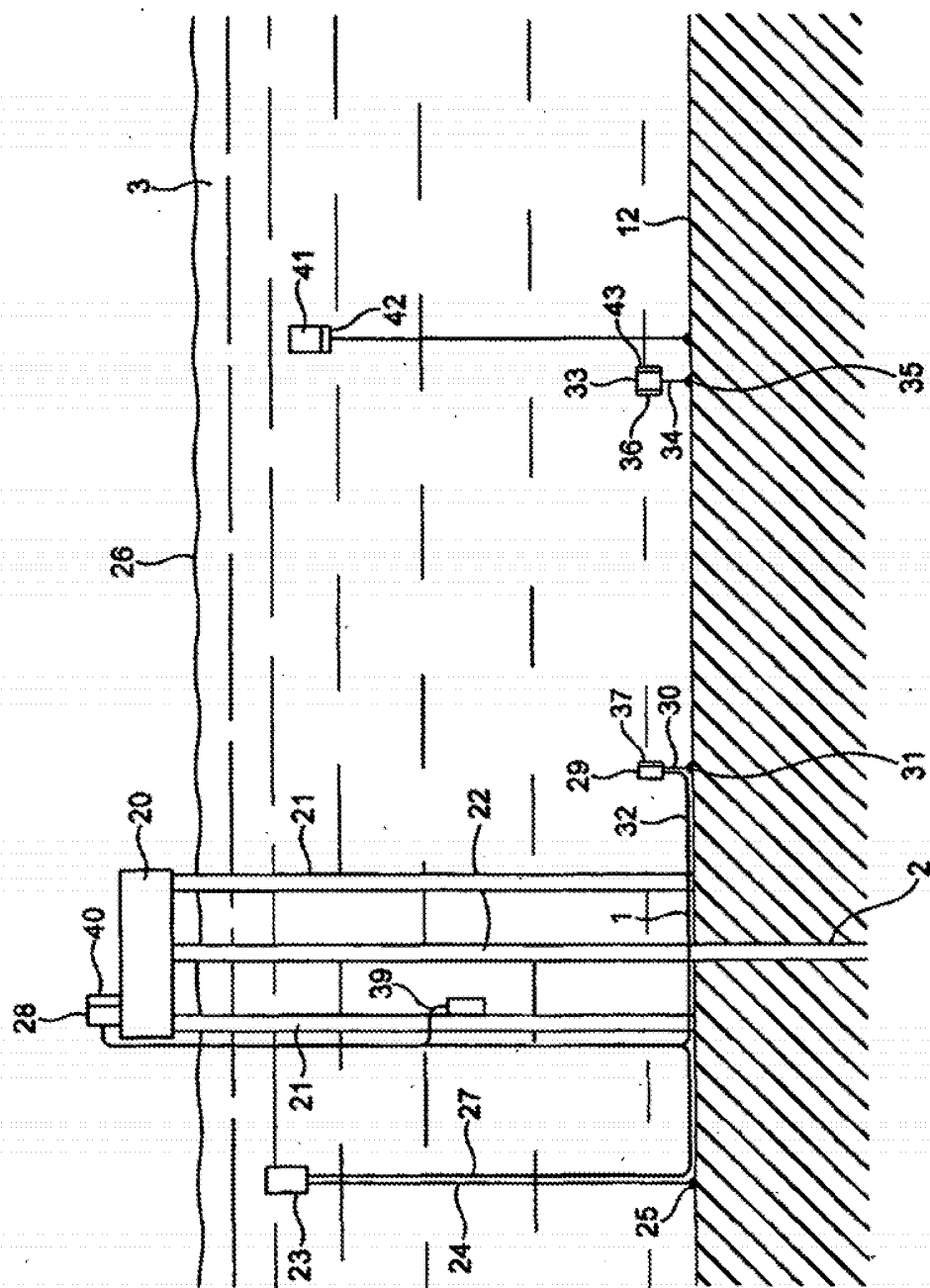


FIG. 2



364

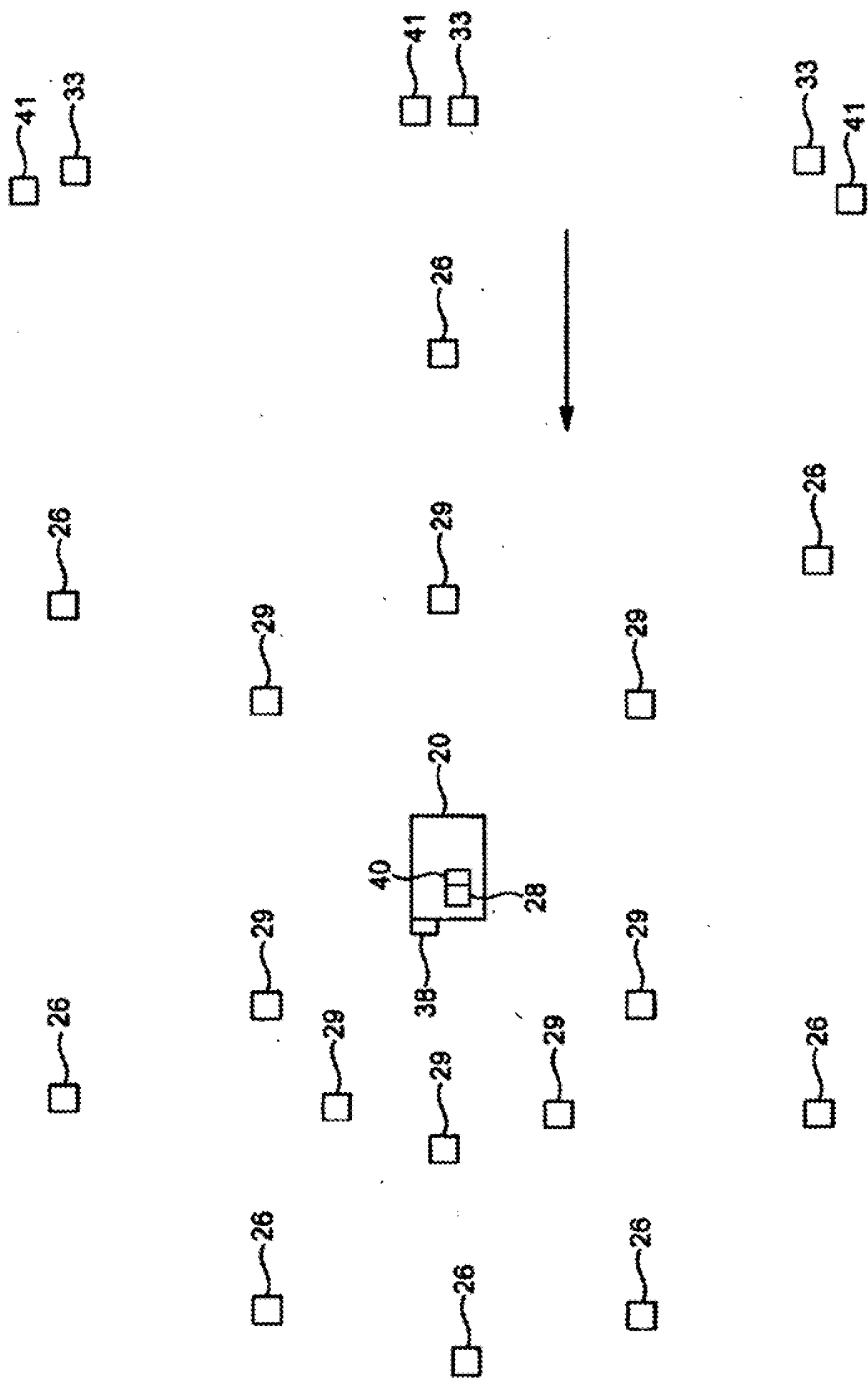


FIG. 4

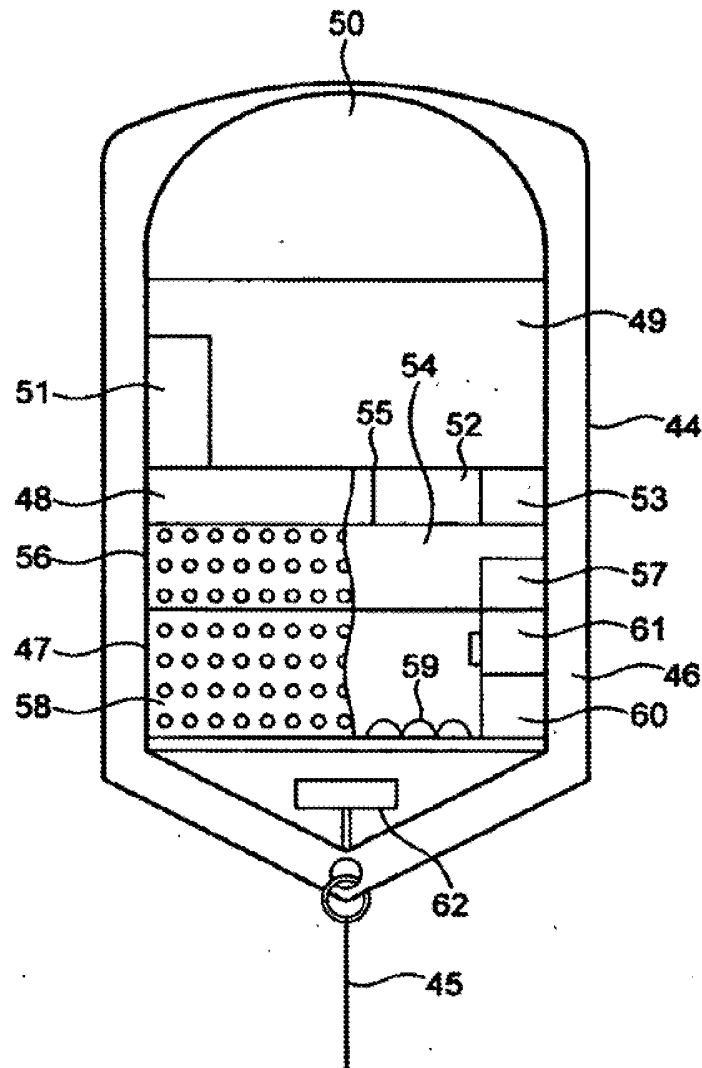


FIG. 5

**REFERÊNCIAS CITADAS NA DESCRIÇÃO**

*Esta lista de referências citadas pelo requerente é apenas para conveniência do leitor. A mesma não faz parte do documento da patente Europeia. Ainda que tenha sido tomado o devido cuidado ao compilar as referências, podem não estar excluídos erros ou omissões e o IEP declina quaisquer responsabilidades a esse respeito.*

**Documentos de patentes citadas na descrição**

- US 3770052 A
- US 6119630 A, Lobsiger
- US 6058763 A, Shedd
- US 5798222 A, Goix
- FR 2713778 A, Pennec

**Literatura que não é de patentes citada na descrição**

- **AL-ARABI et al.** *Environmental Toxicology and Chemistry*, 2005, vol. 24, 1968-1978
- **GRUBER et al.** *Water*
- **AIR; SOIL.** *Pollution*, 1981, vol. 15, 421-481