República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0800135-9 B1

(22) Data do Depósito: 13/02/2008

(45) Data de Concessão: 12/03/2019

(54) Título: SISTEMA DE DESLASTRO DE EMERGÊNCIA COM INJEÇÃO DE ELEMENTOS FLUTUANTES EM UNIDADES MARÍTIMAS DE SUPERFÍCIE OU SUBSUPERFÍCIE

(51) Int.Cl.: B63B 13/00.

(73) Titular(es): PETROLEO BRASILEIRO S.A. - PETROBRAS.

(72) Inventor(es): JOSÉ CARLOS LIMA DE ALMEIDA.

(57) Resumo: SISTEMA DE DESLASTRO DE EMERGÊNCIA COM INJEÇÃO DE ELEMENTOS FLUTUANTES EM UNIDADES MARÍTIMAS DE SUPERFÍCIE OU SUBSUPERFICIE. A presente invenção se refere a um sistema para ser aplicado em situações de emergência, tais como inundações acidentais de câmaras de lastro em unidades marítimas de superfície ou subsuperficie. Esse sistema possibilita recuperar e estabilizar a flutuabilidade da unidade, permitindo que a mesma seja rebocada para um local seguro para reparo. Por eliminar o risco de afundamento de estruturas flutuantes de grande porte, a adoção deste sistema desde o projeto possibilita a redução do peso destas estruturas. Opcionalmente este sistema também pode ser aplicado em unidades flutuantes de grande porte desprovidas de segundo casco, permitindo que estas estruturas usufruam um controle de flutuabilidade mais preciso.

SISTEMA DE DESLASTRO DE EMERGÊNCIA COM INJEÇÃO DE ELEMENTOS FLUTUANTES EM UNIDADES MARÍTIMAS DE SUPERFÍCIE OU SUBSUPERFÍCIE

CAMPO DA INVENÇÃO

A presente invenção se refere a um sistema para ser aplicado em situações de emergência, tais como inundações acidentais de câmaras de lastro em unidades marítimas de superfície ou subsuperfície. Esse sistema permite recuperar e estabilizar a flutuabilidade da unidade, permitindo que a mesma seja rebocada para um local seguro para reparo.

Opcionalmente este sistema também pode ser utilizado em unidades flutuantes de grande porte desprovidas de segundo casco, permitindo que estas estruturas usufruam um controle de flutuabilidade mais preciso.

DESCRIÇÃO DA TÉCNICA RELACIONADA

A indústria petrolífera em águas profundas requer a utilização de unidades estacionárias de produção **(UEP)**, que depois de ancoradas ao leito do mar operam como uma unidade produtiva e de armazenamento ou de exploração de poços de petróleo.

Em geral essas unidades marítimas são de grande porte e têm sua flutuabilidade alcançada por meio de um conjunto de tanques/câmaras distribuídos eqüitativamente ao longo de toda a estrutura. Algumas câmaras podem ser usadas como tanques de armazenamento, mas toda unidade marítima de grande porte, seja de superfície ou de subsuperfície, sempre mantém algumas câmaras estanques para garantir a sua flutuabilidade.

No entanto qualquer unidade flutuante de produção deve ser considerada como uma unidade industrial, e deste modo estará sujeita aos riscos inerentes a atividade de produção. Em especial, estas unidades estão sempre sujeitas a riscos de explosões, choque com outras embarcações, ação das intempéries típicas de alto mar.

Estes riscos podem eventualmente se conjugar em um evento que ultrapasse todos os recursos de proteção projetados para manter a flutuabilidade satisfatória da estrutura produtora. Nestas ocasiões particulares, pode ocorrer um acidente imprevisível que provoque o alagamento de uma ou mais câmaras, ameaçando a capacidade de flutuação de toda a estrutura.

Como exemplo de problemas previstos em estruturas desse calado, pode-se citar os referentes aos tanques de lastro de uma **(UEP)**, os quais geralmente podem ser preenchidos com óleo, ou água do mar ou permanecerem vazios. Esta variação de fluidos que entram em contato com as paredes internas dos tanques de lastro faz com que haja uma aceleração da corrosão, principalmente nos pontos de solda. No decorrer da vida útil de uma **(UEP)**, estas condições de operação em conjunto com as dificuldades de monitoramentos constante da seção interna desses tanques, podem ocasionar as condições propícias para um rompimento de seção de solda no casco da estrutura.

Outra possibilidade de rompimento acidental do casco de uma **(UEP)** é por meio de choque com outra estrutura flutuante. Por ser uma zona de produção industrial a **(UEP)** recebe e despacha diversas cargas industriais, tendo que servir de ancoradouro a outras embarcações. Apesar de todos os procedimentos de segurança, eventualmente devido a alguma falha ou as condições repentinas de mar, pode ocorrer um choque entre a estrutura da **(UEP)** e outra embarcação, ocasionando um dano no casco externo.

Ademais, independente dos dois exemplos citados acima, a **(UEP)** é uma área de produção industrial de petróleo, e como tal sujeita a risco de explosões.

Qualquer que seja a origem do acidente, o casco da **(UEP)** pode sofrer um rompimento de grandes proporções, e mesmo que esteja equipada com os recursos de manobra de lastro disponíveis em estruturas

como estas, pode não ser possível assegurar a flutuabilidade da estrutura por tempo suficiente para que se faça um reparo emergencial.

Dependendo do tamanho do rompimento do casco, e da localização deste rompimento, as manobras de lastreamento podem retardar o alagamento total da estrutura, mas não ser suficiente para evitar seu afundamento, com perda total de todos os investimentos.

A perda acidental e inesperada de uma estrutura deste vulto pode alterar toda a economia da empresa, bem como de uma região produtora. O que está em jogo não é só a perda de uma estrutura produtiva, mas a cadeia econômica dependente daquela produção para uma região ou país.

O documento GB2418890 descreve um sistema de emergência onde uma espuma se expande em recipiente não flexível. Tal sistema compreende: um gerador de material expansível e um envelope disposto para receber o material de modo que o envelope incha até um volume e extensão pelo qual, em uso, a água é forçada de uma embarcação. O sistema atua também para vedar as regiões danificadas de um navio, de modo a impedir a entrada de água.

A exemplo de que ocorreu com a plataforma brasileira **P-36**, em acidente de repercussão mundial, qualquer outra unidade estacionária de produção pode vir a sofrer um acidente imprevisível, de proporções maiores que as esperadas nos projetos e, em que os recursos disponibilizados para controle do acidente e reparo das suas conseqüências sejam insuficientes em relação à taxa de alagamento.

A invenção descrita a seguir decorre da contínua pesquisa neste segmento, cujo enfoque tem como objetivo primordial eliminar qualquer probabilidade de perda total de uma estrutura produtiva flutuante de grande porte.

A presente invenção visa prover um sistema que seja simples, eficiente e barato, aplicável em qualquer situação preventiva de risco de acidente ou corretivo de acidente de fato, com estruturas flutuantes de

grande porte.

Outros objetivos que o sistema de deslastro de emergência com injeção de elementos flutuantes em unidades marítimas de superfície ou subsuperfície, objeto da presente invenção, se propõe alcançar são a seguir elencados:

- **a.** Deslastrear emergencialmente qualquer tanque alagado acidentalmente;
- **b.** Restabelecer a capacidade de flutuação de uma **(UEP)** comprometida;
- **c.** Garantir a flutuabilidade mínima em uma **(UEP)**, de modo a repará-la no local ou rebocá-la;
- **d.** Aumentar o grau de segurança em estruturas flutuantes sem casco duplo;
- **e.** Disponibilizar um sistema de alta manobrabilidade para resgate de estruturas flutuantes de grande porte avariadas;
- **f.** Disponibilizar um sistema de segurança a mais, de concepção simples e de grande confiabilidade;
- **g.** Permite o projeto de novas estruturas em que se pode reduzir o peso leve, com a redução do número de compartimentos estanques, devido à alta confiabilidade do sistema de deslastro;
- **h.** Aumentar incomparavelmente a confiabilidade das estruturas flutuantes e conseqüentemente reduzir o risco nas avaliações de segurança;
- **i.** Disponibilizar mais um recurso de apoio ao controle da flutuabilidade de grandes estruturas, tanto em situações de emergência como em auxilio aos processos produtivos.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

A invenção compreende um sistema de deslastro de emergência com injeção de elementos flutuantes em unidades marítimas de superfície,

em que são utilizados basicamente um elemento de contenção, provido com um ponto de injeção e diversos elementos individuais de flutuação e um equipamento de injeção.

O sistema apresenta os elementos integrados entre si de modo que o elemento de contenção tem a função primordial de servir como invólucro dos elementos flutuadores e evitar que estes escapem pela fenda do casco que provocou o alagamento em alguma estrutura flutuante de grande porte, agrupando os elementos flutuadores em um volume único que se moldará à conformação do tanque avariado.

O elemento de contenção deve apresentar a dimensão final equivalente ao do tanque que se deseja deslastrear. Em algum local específico da superfície do elemento de contenção deve haver pelo menos um ponto de injeção, com o diâmetro suficiente para dar passagem aos elementos de flutuação.

Os elementos de flutuação são vasos estanques de material metálico ou polimérico, com formato esférico ou preponderantemente cilíndrico, mas que tenham a capacidade de poderem ser bombeados por líquidos ou gás um após o outro, sucessivamente, por meio de uma tubulação flexível através de um ponto de injeção.

O equipamento de injeção utilizado, o qual é um meio de bombeio específico de fluido em conjunto com flutuadores, geralmente será montado em uma embarcação de apoio, que ao chegar ao local do acidente lançará uma tubulação flexível que será conectada ao flange ou ponto de injeção.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A invenção será descrita a seguir mais detalhadamente, em conjunto com os desenhos abaixo relacionados, os quais, meramente a título de exemplo, acompanham o presente relatório, do qual é parte integrante, e nos quais:

A **Figura 1** retrata esquematicamente os elementos do sistema

proposto.

A **Figura 2** retrata esquematicamente a vista em corte de uma plataforma, provida com o sistema proposto.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

O sistema de deslastro de emergência com injeção de elementos flutuantes em unidades marítimas de superfície ou subsuperfície, objeto da presente invenção, foi desenvolvido a partir de pesquisas que visavam disponibilizar um meio de garantir a flutuabilidade de estruturas de produção de grande porte tipo **(UEP)**, mesmo em casos críticos, sem submeter a estrutura a um risco de perda total, alcançando portanto um aumento acentuado da segurança operacional e da qualidade.

Neste sentido as pesquisas foram voltadas para o desenvolvimento de um sistema que pudesse ser aplicado tanto em ocasiões emergenciais como preventivamente em projetos de novas estruturas.

Por meio da **Figura 1** é possível verificar que o sistema de deslastro de emergência com injeção de elementos flutuantes em unidades marítimas de superfície (100) é basicamente constituído por um elemento de contenção (1), um ponto de injeção (2) e diversos elementos individuais de flutuação (3) e um equipamento de injeção.

O elemento de contenção (1) tem a função primordial de servir como invólucro dos elementos flutuadores (3) e evitar que estes escapem pela fenda do casco que provocou o acidente, agrupando-os em um volume único que se moldará à conformação do tanque avariado.

O elemento de contenção (1) deve apresentar a dimensão final equivalente ao do tanque que se deseja deslastrear. Pode ser confeccionado de material maleável. Preferencialmente pode ser utilizada uma rede metálica recoberta de material polimérico, cuja malha deve ter a dimensão menor do que o menor elemento flutuador (3) utilizado.

O elemento de contenção (1) pode eventualmente ser de um material elástico qualquer, desde que sua composição não obstrua a

circulação de fluido para dentro ou para fora do seu interior e que a dimensão da sua malha não permita a fuga dos elementos flutuadores (3) utilizados no sistema.

Em algum local específico da superfície do elemento de contenção (1) deve haver um ponto de injeção (2), que preferencialmente pode ser um flange com o diâmetro suficiente para dar passagem aos elementos de flutuação (3) que serão empregados. Através deste ponto de injeção (2) os elementos de flutuação (3) serão introduzidos no interior do elemento de contenção (1) em quantidade suficiente para que ocupem todo o volume do tanque com avarias.

Os elementos de flutuação (3), são vasos estanques similares aos *pig's* já conhecidos da técnica, podem ser de material metálico ou polimérico, com formato esférico ou preponderantemente cilíndrico, mas que tenham a capacidade de poderem ser bombeados por líquidos ou gás um após o outro, sucessivamente, por meio de uma tubulação flexível até o ponto de injeção (2).

Um equipamento de injeção (não mostrado na figura), o qual é um meio de bombeio específico de fluido em conjunto com flutuadores, geralmente será montado em uma embarcação de apoio; esta ao chegar ao local do acidente lançará uma tubulação flexível que será conectada ao flange ou ponto de injeção (2). O equipamento de injeção será acionado e através dele serão bombeados tantos elementos de flutuação (3) quantos forem necessários para preencher o volume do tanque alagado, de modo a deslastreá-lo.

O sistema de deslastro de emergência com injeção de elementos flutuantes (100) pode ser aplicado tanto após a ocorrência do acidente em uma manobra de salvamento, como pode ser incorporado preliminarmente à estrutura flutuante desde a concepção e projeto.

Qualquer que seja o motivo do acidente que resulte no rompimento do casco externo de uma **(UEP)**, e que este rompimento seja em

dimensão ou em localização em que a perda de flutuabilidade esteja realmente comprometida, o sistema de deslastro de emergência com injeção de elementos flutuantes (100) pode ser empregado com um alto grau de eficiência.

A **Figura 2** apresenta vista esquemática do objeto da invenção aplicado em um tanque de uma **(UEP)**.

Nesta figura pode-se perceber que o tanque já é provido com um ponto de injeção (2), e, uma vez detectado o acidente ou algum evento que coloque em risco a flutuabilidade da estrutura, basta acionar uma embarcação de resgate; quando esta chegar ao local do acidente lançará uma tubulação flexível (5) que será conectada ao flange ou ponto de injeção (2). O equipamento de injeção (4) será acionado e através dele serão bombeados tantos elementos de flutuação (3) quantos forem necessários para preencher o volume do tanque alagado, de modo a deslastreá-lo.

Nesta concepção em que as estruturas flutuantes já são projetadas e providas com o sistema de deslastro de emergência com injeção de elementos flutuantes (100), pode-se obter mais uma vantagem em sua adoção: a redução do peso leve de uma estrutura flutuante de grande porte. Isto é alcançado com a redução do número de compartimentos estanques, devido à alta confiabilidade do sistema de deslastro, gerando também grande economia no projeto da estrutura e ganho com espaço a mais de lastro.

Em caso de acidente, em uma estrutura flutuante que não seja provida desde a sua concepção com o sistema proposto, o mesmo pode ser aplicado no tanque acidentado. Como acesso para a injeção dos flutuadores pode ser aproveitado algum acesso já existente na estrutura, ou dependendo da dimensão, a própria fenda por onde está ocorrendo o alagamento.

Opcionalmente, o elemento de contenção (1) pode ser

confeccionado de material elástico seletivamente permeável à água e não ao óleo, de modo que eventualmente ao ser usado, não só deslastreie o tanque acidentado como também bloqueie a fuga de óleo pela fenda do casco.

Ao se adotar o sistema proposto, o risco de afundamento é eliminado. E uma das vantagens inquestionáveis da invenção proposta é disponibilizar um sistema de deslastreamento, que permite após sua instalação, não somente agregar garantias inquestionáveis à estrutura flutuante, mas também garantir uma estabilidade econômica a toda a cadeia produtiva dependente daquela estrutura, durante toda a sua vida útil. Além disso, representa um aumento acentuado da segurança operacional e redução nos custos de um projeto.

A invenção foi aqui descrita com referência sendo feita à suas concretizações preferidas. Deve, entretanto, ficar claro, que a invenção não está limitada a essas concretizações, e aqueles com habilidades na técnica irão imediatamente perceber que alterações e substituições podem ser feitas dentro deste conceito inventivo aqui descrito.

REIVINDICAÇÕES

1.- SISTEMA DE DESLASTRO DE EMERGÊNCIA COM INJEÇÃO DE ELEMENTOS FLUTUANTES EM UNIDADES MARÍTIMAS DE SUPERFÍCIE OU SUBSUPERFÍCIE, o qual compreende um elemento de contenção, provido com um ponto de injeção e diversos elementos individuais de flutuação e um equipamento de injeção **caracterizado por** o sistema apresentar os elementos integrados entre si de modo a ser aplicado em uma estrutura flutuante de grande porte que apresente alagamento em um de seus tanques; o elemento de contenção (1) tem a função primordial de servir como invólucro dos elementos flutuadores (3) e evitar que estes escapem pela fenda do casco que provoca o alagamento, agrupando os elementos flutuadores (3) em um volume único que se moldará à conformação do tanque avariado; sendo que o elemento de contenção (1) deve apresentar a dimensão final equivalente ao do tanque que se deseja deslastrear; em algum local específico da superfície do elemento de contenção (1) há pelo menos um ponto de injeção (2), que pode ser um flange com o diâmetro suficiente para dar passagem aos elementos de flutuação (3); os elementos de flutuação (3) são vasos estanques que têm a capacidade de poderem ser bombeados por líquidos ou gás um após o outro, sucessivamente, por meio de uma tubulação flexível até o ponto de injeção (2); o equipamento de injeção (4) utilizado, o qual é um meio de bombeio específico de fluido em conjunto com flutuadores (3), geralmente será montado em uma embarcação de apoio, que ao chegar ao local do acidente lançará uma tubulação flexível que será conectada ao flange ou ponto de injeção (2).

2.- SISTEMA DE DESLASTRO DE EMERGÊNCIA COM INJEÇÃO DE ELEMENTOS FLUTUANTES EM UNIDADES MARÍTIMAS DE SUPERFÍCIE OU SUBSUPERFÍCIE, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado por** utilizar como elemento de contenção (1) uma rede metálica recoberta de material polimérico, cuja malha deve ter a dimensão

menor do que o menor elemento flutuador (3) que está sendo usado.

3.- SISTEMA DE DESLASTRO DE EMERGÊNCIA COM INJEÇÃO DE ELEMENTOS FLUTUANTES EM UNIDADES MARÍTIMAS DE SUPERFÍCIE OU SUBSUPERFÍCIE, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado por** o elemento de contenção (1) eventualmente ser de um material elástico tal que sua composição permita a circulação de fluido para dentro ou para fora do seu interior e que a dimensão da sua malha não permita a fuga dos elementos flutuadores (3) utilizados no sistema.

4.- SISTEMA DE DESLASTRO DE EMERGÊNCIA COM INJEÇÃO DE ELEMENTOS FLUTUANTES EM UNIDADES MARÍTIMAS DE SUPERFÍCIE OU SUBSUPERFÍCIE, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado por** o elemento de contenção (1) ser confeccionado de material elástico seletivamente permeável à água, mas impermeável ao óleo.

5.- SISTEMA DE DESLASTRO DE EMERGÊNCIA COM INJEÇÃO DE ELEMENTOS FLUTUANTES EM UNIDADES MARÍTIMAS DE SUPERFÍCIE OU SUBSUPERFÍCIE, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado por** o elemento flutuador (3) ser constituído de material metálico ou polimérico, com formato esférico ou preponderantemente cilíndrico.

6.- SISTEMA DE DESLASTRO DE EMERGÊNCIA COM INJEÇÃO DE ELEMENTOS FLUTUANTES EM UNIDADES MARÍTIMAS DE SUPERFÍCIE OU SUBSUPERFÍCIE, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado por** o equipamento de injeção (4) ter capacidade de bombear tantos elementos de flutuação (3) quantos forem necessários para preencher o volume do tanque alagado, até deslastreá-lo.

18

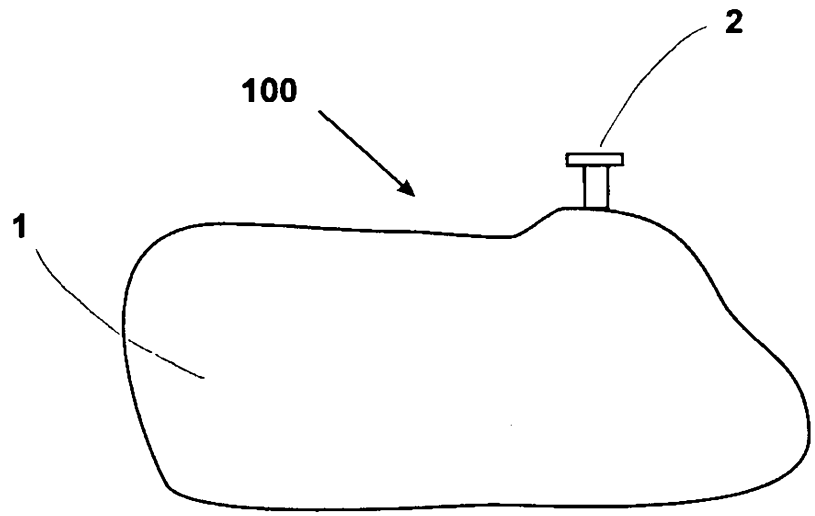


FIG. 1

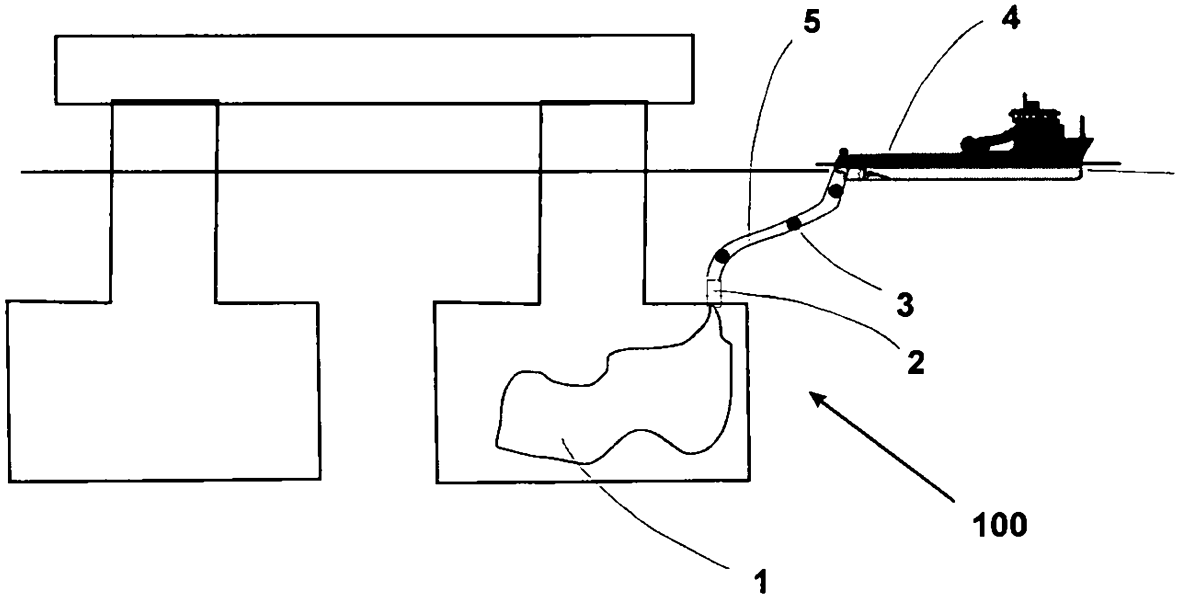


FIG. 2