

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

(21) PI 1102693-6 A2



★ B R P I 1 1 0 2 6 9 3 A 2 ★

(22) Data de Depósito: 29/06/2011

(43) Data da Publicação: 16/07/2013
(RPI 2219)

(51) Int.Cl.:

H01F 27/38

H01F 3/02

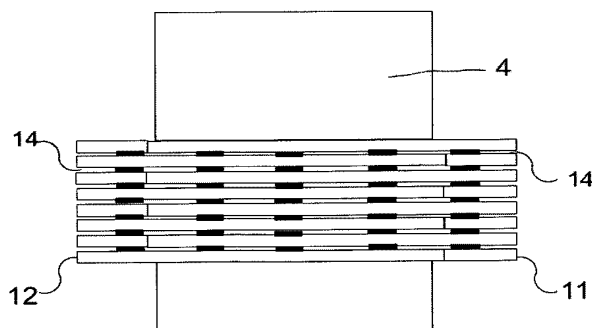
(54) Título: TRANSFORMADOR, INVÓLUCRO DE TRANSFORMADOR, INSTALAÇÃO SUBMERSA E INSTALAÇÃO DE EXTRAÇÃO SUBMARINA DE HIDROCARBONETO

(30) Prioridade Unionista: 30/06/2010 EP 10167903.3, 20/04/2011 EP 11163260.0, 20/04/2011 EP 11163260.0, 30/06/2010 EP 10167903.3

(73) Titular(es): VETCO GRAY CONTROLS LIMITED

(72) Inventor(es): GRAHAM THOMAS MORLEY, SILVIU PUCHIANU, STEVEN LEWIS SIMPSON

(57) Resumo: TRANSFORMADOR, INVÓLUCRO DE TRANSFORMADOR, INSTALAÇÃO SUBMERSA E INSTALAÇÃO DE EXTRAÇÃO SUBMARINA DE HIDROCARBONETO. Trata-se de um transformador que compreende: um núcleo formado a partir de uma pluralidade de laminações planas (11, 12) juntamente empilhadas adjacentes entre si para repousarem substancialmente em paralelo; meios de espaçamento de isolamento elétrico (13) fornecidos entre cada uma dentre as laminações e uma laminação adjacente a isto para separá-las de modo a fornecer uma pluralidade de espaços vazios (14) no núcleo, em que cada um dos mesmos está entre uma laminação e uma laminação adjacente a isto; e um fluido de isolamento elétrico localizado no interior e que carrega os ditos espaços vazios.



**“TRANSFORMADOR, INVÓLUCRO DE TRANSFORMADOR, INSTALAÇÃO
SUBMERSA E INSTALAÇÃO DE EXTRAÇÃO SUBMARINA DE
HIDROCARBONETO”**

CAMPO DA INVENÇÃO

5 Esta invenção refere-se a um transformador, um invólucro de transformador, uma instalação submersa e uma instalação de extração submarina de hidrocarboneto.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

10 Se submersos, por exemplo, aplicações de distribuição de energia elétrica submarinas, os transformadores são progressivamente usados em invólucros de pressão compensada. O transformador está alojado em um invólucro que contém óleo e, quando distribuído abaixo do nível da água, a pressão do óleo é igualada à pressão da água externa de modo que o transformador possa, portanto, operar em óleo em pressões muito elevadas,
15 por exemplo, equivalentes a 3.000m de profundidade ou mais. O núcleo magnético do transformador é, tipicamente, formado de elementos do núcleo cobertos por verniz, e tais pressões elevadas podem apresentar um efeito danificador mediante isto. Tais elementos do núcleo cobertos por verniz são, tipicamente, conformados como perfis em “I” e “E”, embora outras formas-
20 fatores possam ser usadas. Os elementos de núcleo podem ser formados a partir de metais como aço, ou ligas de ferro/níquel.

 As Figuras 1 a 3 ilustram um construção de transformador de 50 Hz simples típico com um núcleo de liga de ferro / níquel. O mesmo compreende uma pluralidade de laminações, tipicamente entre 0,5 e 0,35 mm
25 de espessura. As laminações mostradas compreendem elementos de núcleo dos denominados perfis em “I” e “E”, 1 e 2 respectivamente. Durante o processo de montagem mostrado esquematicamente na Figura 2, para cada laminação, o braço central 3 do elemento de núcleo em formato de “E” 2

atravessa o centro de uma bobina 4, que transporta os rolamentos necessários. O elemento de núcleo em formato de "E" 2 está disposto para se apoiar no elemento de núcleo em formato de "I" 1. Cada laminação está disposta no sentido inverso a sua(s) laminação(s) adjacente(s), conforme mostrado na

5 Figura 2, em que, para a segunda camada de laminações, o elemento de núcleo em formato de "E" 5 está disposto na direção oposta ao primeiro elemento de núcleo em formato de "E" 2 e se apóia em um elemento de núcleo em formato de "I" 6 na extremidade oposta da bobina 4 em relação ao primeiro elemento de núcleo em formato de "I" 1. O processo continua para formar uma

10 pilha de laminações conforme mostrado como montando em parte na Figura 2, e a pilha montada completa é mantida junta com porcas 9 e hastes parafusadas 8 (mostrado na Figura 3) localizadas através dos furos 7 nos elementos de núcleo, com apenas uma porca 9 em cada haste 8 sendo mostrada. Uma vista da extremidade do transformador quando parcialmente

15 montado é mostrada na Figura 3.

Um dos modos de falha relacionada à pressão mais comum é como segue: sob pressão, os elementos de núcleo podem ser "empurrados" um contra o outro, de tal modo que haja a possibilidade do verniz ser danificado. Isto pode resultar em curto-circuito entre os elementos de núcleo e,

20 consequentemente, correntes elétricas induzidas mais elevadas que o normal, o que pode fazer com que o núcleo aqueça. Este aumento de temperatura pode dramaticamente diminuir a eficácia do transformador e poderia resultar em sua destruição.

É um objetivo da presente invenção superar estes problemas.

25 Este objetivo é alcançado através do fornecimento de uma construção de transformador que distribui pressão igualmente através do núcleo do transformador, de modo que os elementos de núcleo não sejam juntos excessivamente pressionados.

DESCRIÇÃO RESUMIDA DA INVENÇÃO

De acordo com a presente invenção, é fornecido um transformador que compreende:

um núcleo formado a partir de uma pluralidade de laminações planas juntamente empilhadas adjacentes entre si para repousarem substancialmente em paralelo;

meios de espaçamento de isolamento elétrico fornecidos entre cada uma dentre as laminações e uma laminação adjacente a isto para separá-las a fim de fornecer uma pluralidade de espaços vazios no núcleo, em cada um dos mesmos está entre uma laminação e uma laminação adjacente a isto; e

um fluido de isolamento elétrico localizado no interior e que carregada os ditos espaços vazios.

Cada uma das laminações poderia compreender pelo menos um elemento de núcleo, por exemplo, cada uma dentre as laminações poderia compreender um elemento de núcleo-similar a "I" e "E".

Os meios de espaçamento poderiam compreender uma pluralidade de espaçadores. Neste caso, para cada laminação e uma laminação adjacente a isto, os espaçadores poderiam ser transportados por um lado de uma das laminações, por exemplo, por estarem fixados por adesivo ou por estarem localizados em recessos.

Alternativamente, os meios de espaçamento poderiam compreender um material de folha de malha.

De preferência, o dito fluido de isolamento elétrico compreende óleo.

A presente invenção também compreende um invólucro de transformador que compreende: um alojamento carregado com o dito fluido de isolamento elétrico; um transformador de acordo com a invenção montado no interior do alojamento e cujo fluido está em contato com o fluido no alojamento;

e meios para transferir a pressão externa ao alojamento para o fluido no alojamento de tal modo que, quando em uso, o fluido resida em pressão substancialmente igual como aquela externa ao invólucro.

A presente invenção também compreende uma instalação submersa que compreende um transformador ou invólucro de transformador de acordo com a invenção ou uma instalação de extração submarina de hidrocarboneto que compreende um transformador ou invólucro de transformador de acordo com a invenção.

A presente invenção fornece várias vantagens sobre a técnica anterior. Um transformador de acordo com a presente invenção é um dispositivo muito mais confiável em ambientes de alta pressão barométrica, por exemplo, submarinos, poupando assim os custos substanciais frequentemente incorridos pouco depois de um transformador convencional falhar ou se tornar inaceitavelmente passível de perda depois de ser instalado. Enquanto é evidente que o desempenho de tal transformador será reduzido quando comparado ao modelo convencional devido à redução da densidade ferrosa do núcleo, esta perda será através do modelo e pode ser permitida no modelo de sistema de poço ao invés de resultar da degradação inesperada após instalação.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A invenção será descrita com referência aos desenhos em anexo, nos quais:

A Figura 1 mostra esquematicamente em vista explodida uma porção de um transformador conhecido;

A Figura 2 mostra esquematicamente um método de fabricação do transformador da Figura 1;

A Figura 3 mostra esquematicamente uma vista de extremidade do transformador montado das Figuras 1 e 2;

A Figura 4 mostra esquematicamente uma vista em perspectiva de dois elementos de núcleo de acordo com a presente invenção;

A Figura 5 mostra esquematicamente uma vista na extremidade de um transformador montado de acordo com a presente invenção; e

5 A Figura 6 mostra esquematicamente um invólucro de transformador de equalização de pressão.

DESCRIÇÃO DETALHADA DAS REALIZAÇÕES DA INVENÇÃO

A Figura 4 ilustra os elementos de núcleo em formato de "I" e "E" 11 e 12, respectivamente, para um transformador de acordo com uma 10 realização da presente invenção. Como no transformador da técnica anterior anteriormente descrito, a espessura de cada elemento de núcleo 11, 12 está entre cerca de 0,35 e 0,5 mm. Uma multiplicidade de espaçadores de isolamento elétrico 13 está fixada a um lado de cada elemento de núcleo com um adesivo adequado. Um cada um dos elementos de núcleo 11, 12, os 15 espaçadores 13 apresentam a mesma espessura, e estão distribuídos sobre a superfície do elemento de núcleo. Quando juntamente montados em uma pilha para formar as laminações de um transformador, os elementos são mantidos substancialmente em paralelo em virtude dos espaçadores 13. Em adição, os espaçadores 13 estão dispostos para não se tocarem, isto é, os mesmos estão 20 espaçados para manter vãos entre os espaçadores 13, de modo que o óleo possa fluir ao redor dos mesmos quando o transformador é carregado com óleo (vide abaixo). Os espaçadores 13 são substancialmente planos, apresentando uma espessura de cerca de um terço da espessura dos elementos de núcleo 11 e 12, isto é, entre cerca de 0,12 e 0,17 mm. Os espaçadores 13 são 25 formados a partir de um material de isolamento elétrico que é inerte ao óleo, por exemplo, mica, policarbonato, melamina ou folha de PTFE. Os espaçadores 13 são alongados, e estão fixados aos elementos de núcleo 11, 12 de tal modo que seus eixos geométricos maiores se alinhem à direção do

deslizamento dos elementos de núcleo através da bobina 4 na montagem, isto é, substancialmente paralelos aos "braços" do elemento em formato de "E" 12.

A Figura 5 mostra esquematicamente uma pilha montada de elementos de núcleo 11 e 12. Conforme pode ser visto, diferente de uma pilha convencional, aqui estes espaços ou espaços vazios 14 são formados entre as laminações, definidos pelas superfícies planas dos elementos de núcleo e pelas bordas dos espaçadores 13. Isto é, os espaçadores 13 fornecem espaços vazios 14 no núcleo, havendo tal espaço vazio entre cada e toda laminação e a laminação adjacente a isto. Os espaços vazios 14 formam canais entre os elementos de núcleo com uma largura substancialmente igual à espessura dos espaçadores 13. O transformador está alojado em um recipiente carregado com óleo de isolamento elétrico (vide Figura 6 e conforme descrito abaixo), com os espaços vazios 14 também carregados com óleo em contato com o óleo no recipiente. Na prática, a pilha poderia ser mantida junta com hastes parafusadas e porcas (não mostrado), similar às aquelas mostradas em e descritas com referência à Figura 3.

A Figura 6 ilustra esquematicamente uma disposição de um invólucro de transformador que compreende a montagem de transformador montada em um alojamento equalizador de pressão em um ambiente submarino. Este tipo de alojamento é, em si, conhecido na técnica. A montagem de transformador 15 está 'suspensa' a partir de uma armação de suporte 16, que, por sua vez, está fixado a uma placa base da montagem 17 que fornece o ponto principal de fixação para a montagem. Uma cavidade 18 é mostrada no interior da armação 16, que pode alojar equipamento de controle elétrico (não mostrado), em que a cavidade é definida por um alojamento (não mostrado) fixado e vedado à placa base 17. A montagem de transformador 15, a armação 16 e a cavidade 18 estão alojadas no interior de um recipiente de paredes delgadas 19, que está fixado e vedado à placa base 17. O recipiente

19 está carregado com óleo de isolamento elétrico quando em uso, em que este óleo está em comunicação e em contato com o óleo nos espaços vazios 14 da montagem de transformador 15 alojada no recipiente 19. Um recipiente de paredes delgadas adicional 20 está fixado a um lado externo do recipiente 19. O recipiente 20 confina uma bexiga carregada com óleo deformável 21, que está conectada ao recipiente 19 através de um orifício 22 de tal modo que óleo possa fluir entre a bexiga 21 e o recipiente 19. O interior do recipiente 20 e o exterior da bexiga 21 estão expostos à pressão do ambiente, por exemplo, água do mar, através de um orifício 23 fornecido em uma parede externa do recipiente 20. Com o uso desta configuração, a pressão do óleo na montagem de transformador 15 é feita substancialmente igual àquela da água do mar ao redor, através da transferência de pressão através da bexiga 21. Já que as pressões interna e externa aos recipientes 19 e 20 são substancialmente iguais, as paredes dos recipientes 19, 20 podem ser seguramente feitas de paredes delgadas.

Conforme descrito acima, quando o transformador é instalado abaixo do nível do mar, por exemplo, a pressão do óleo que circunda a montagem de transformador 15 é substancialmente igual à pressão da água do mar externa. O óleo de carga os espaços vazios 14 entre os elementos de núcleo irá distribuir igualmente a pressão do óleo e, então, os elementos de núcleo não serão “empurrados” um contra o outro. A possibilidade de os elementos de núcleo “entrarem em curto-circuito” é, portanto, eliminada.

Na prática, os espaços vazios 14 entre as laminações podem ser tão pequenos que o óleo pode encontrar dificuldades para penetrá-las, devidos aos efeitos de tensão de superfície. Neste caso, o transformador pode ter, portanto, que ser ‘pré tratado’ antes da distribuição (isto é, geralmente em um local de superfície antes de ser distribuído abaixo do nível do mar), ao:

- i) imergir o transformador em um recipiente carregado com

óleo;

- ii) evacuar a fim de remover o ar dos espaços vazios 14; e
- iii) restaurar a pressão de volta para a pressão atmosférica,

forçando assim que o óleo entre nos espaços vazios 14.

5 Tal tratamento é bem conhecido para transformadores que operam em óleo, para remover qualquer bolso de ar que pode estar presente. O recipiente carregado com óleo pode, por exemplo, ter uma espessura de parede selecionada para suportar pelo menos um bar de pressão atmosférica. O recipiente está equipado com uma conexão de tubo para uma bomba a
10 vácuo. Reduzir a pressão dentro do tanque faz com que qualquer ar entre as laminações seja removido. Liberar o vácuo resulta na pressão ambiente forçando o óleo para os espaços vazios evacuados. O transformador pode, então, ser transferido para seu tanque carregado com óleo residente para uso operacional.

15 O óleo nos espaços vazios 14 (óleo que não flui) permite que a pressão hidrostática seja distribuída entre as laminações fornecidas por elementos de núcleo 11, 12, de modo que as laminações não sejam empurradas ou pressionadas uma contra a outra e que não causem dano elétrico ou mecânico.

20 As realizações descritas acima são apenas exemplificadoras, e outras possibilidades e alternativas que se situam dentro do escopo da invenção se tornarão evidentes para o elemento versado na técnica. Por exemplo, uma disposição alternativa para fixar os espaçadores aos elementos de núcleo através de adesivo é gravar com produto químico os recessos, por
25 exemplo, sulcos afunilados, nos elementos de núcleo a fim de localizar e reter os espaçadores. Embora isto provavelmente torne os elementos de núcleo mais dispendiosos, o custo da montagem provavelmente será reduzido.

As realizações descritas acima mostram o uso de elementos de

núcleo em formato de “I” e “E”, no entanto, a invenção não é tão limitada, e qualquer outra forma ou perfil de laminação pode ser usado – o aspecto importante é que qualquer que seja o tipo de laminação ou elemento de núcleo, o espaçamento é fornecido entre isto.

- 5 Uma forma alternativa de meios de espaçamento que poderiam ser usados é um material de folha de malha de célula aberta que permite que o óleo flua entre isto. Neste caso, a malha poderia ser cortada em folhas de formato similar para cada laminação e disposta entre isto. Esta realização foi uma vantagem na qual os meios de espaçamento são relativamente fáceis de
- 10 ajustarem, e não precisam ser aderidos a uma laminação, mas são mantidos no lugar ao serem “ensanduichados” entre laminações adjacentes.

REIVINDICAÇÕES:

1. TRANSFORMADOR, que compreende:

um núcleo formado a partir de uma pluralidade de laminações planas juntamente empilhadas adjacentes entre si para repousarem
5 substancialmente em paralelo;

meios de espaçamento de isolamento elétrico fornecidos entre cada uma dentre as laminações e uma laminação adjacente a isto para separá-las de modo a fornecer uma pluralidade de espaços vazios no núcleo, em que cada um dentre os mesmos está entre uma laminação e uma laminação
10 adjacente a isto; e

um fluido de isolamento elétrico localizados no interior e que carregam os ditos espaços vazios.

2. TRANSFORMADOR, de acordo com a reivindicação 1, sendo que cada uma dentre as laminações compreende pelo menos um
15 elemento de núcleo.

3. TRANSFORMADOR, de acordo com a reivindicação 2, sendo que cada uma dentre as laminações compreende um elemento de núcleo similar a "I" e "E".

4. TRANSFORMADOR, de acordo com qualquer uma das
20 reivindicações anteriores, sendo que os meios de espaçamento compreendem uma pluralidade de espaçadores.

5. TRANSFORMADOR, de acordo com a reivindicação 4, sendo que para cada laminação e uma laminação adjacente a isto, os espaçadores são transportados por um lado de uma das laminações.

6. TRANSFORMADOR, de acordo com a reivindicação 5,
25 sendo que os espaçadores são transportados por estarem fixados através de um adesivo.

7. TRANSFORMADOR, de acordo com a reivindicação 5,

sendo que os espaçadores são transportados por estarem localizados em recessos.

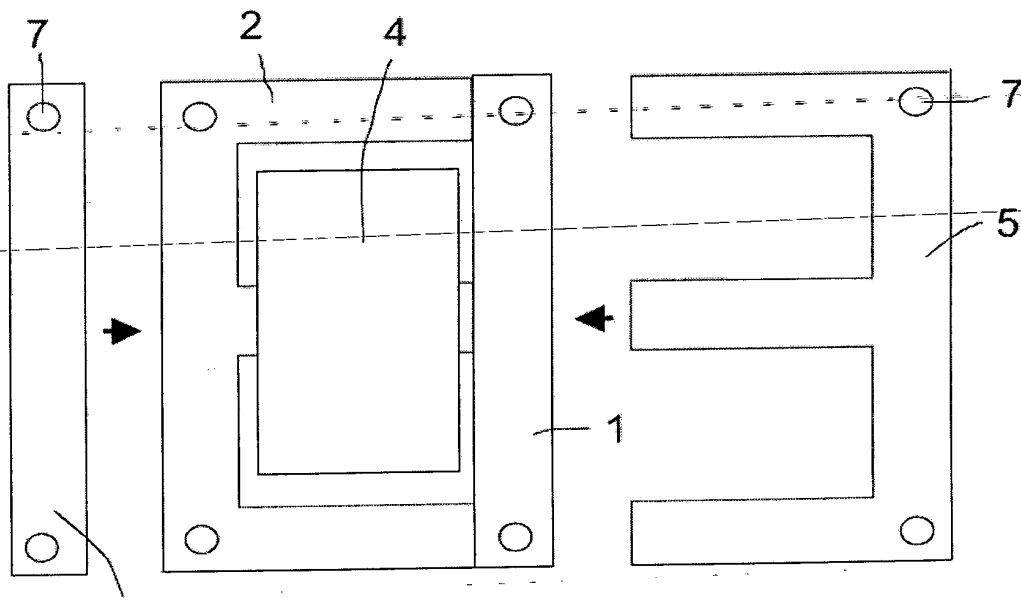
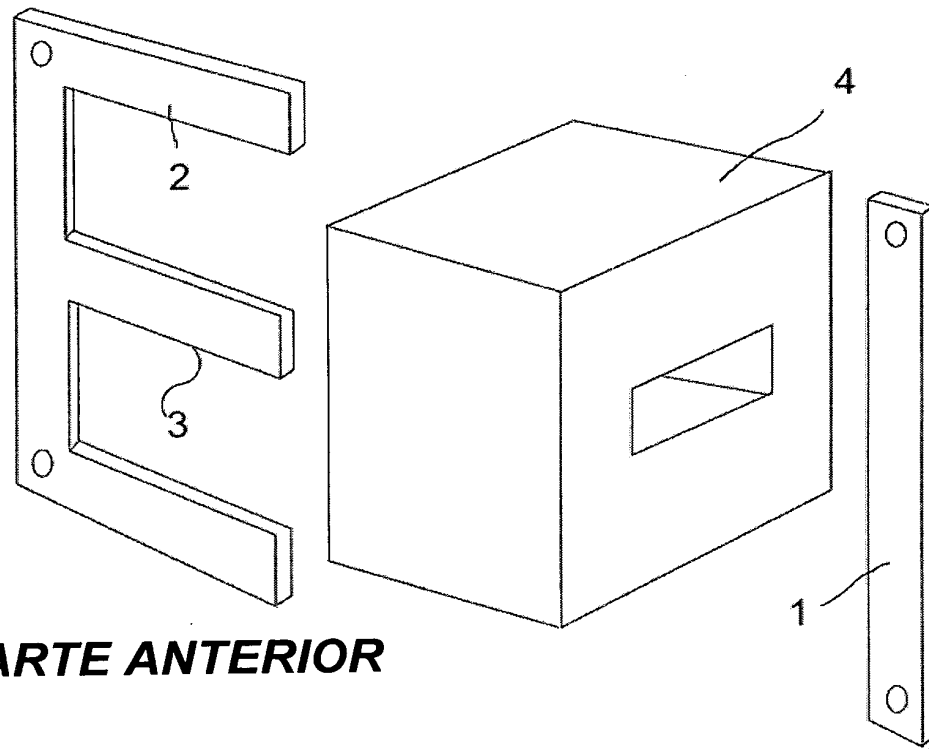
8. TRANSFORMADOR, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, sendo que os meios de espaçamento compreendem um material de folha de malha.

9. TRANSFORMADOR, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, sendo que o fluido de isolamento elétrico compreende óleo.

10. INVÓLUCRO DE TRANSFORMADOR, que compreende:
um alojamento careado com o dito fluido de isolamento elétrico; um transformador de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores montado no interior do alojamento e cujo fluido está em contato com o fluido no alojamento; e meios para transferir a pressão externa ao alojamento para o fluido no alojamento de tal modo que, quando em uso, o fluido resida na pressão substancialmente igual como aquela externa ao invólucro.

11. INSTALAÇÃO SUBMERSA, que compreende um transformador de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9 ou um invólucro conforme definido na reivindicação 10.

12. INSTALAÇÃO DE EXTRAÇÃO SUBMARINA DE HIDROCARBONETO, que compreende um transformador de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9 ou um invólucro conforme definido na reivindicação 10.



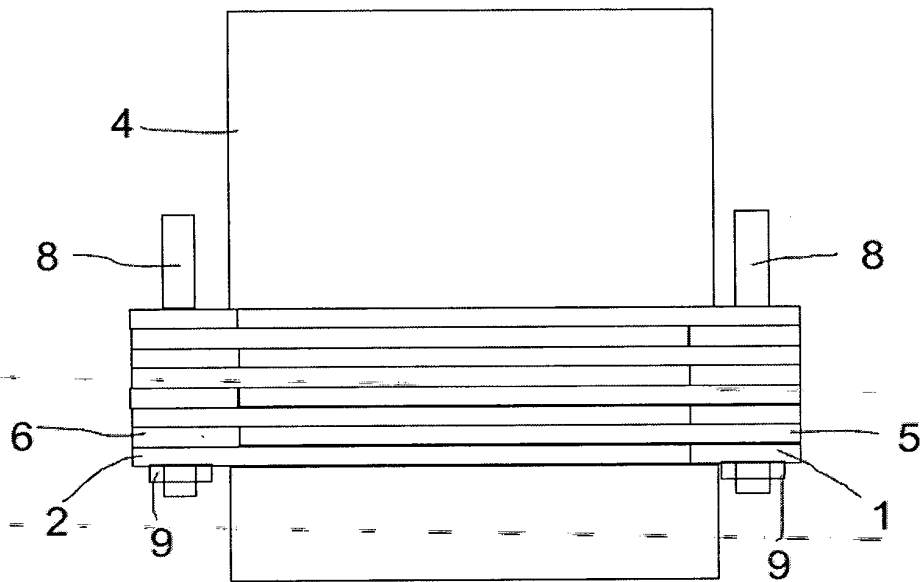


FIG. 3-ARTE ANTERIOR

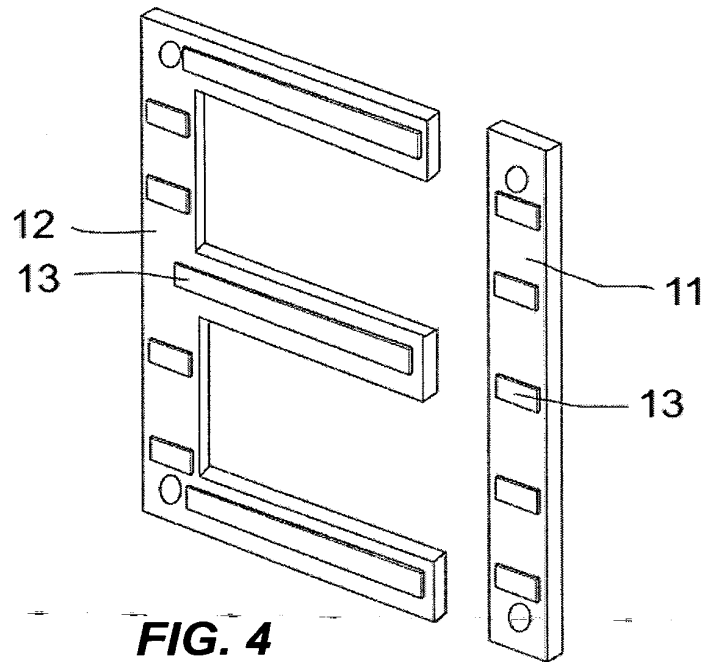


FIG. 4

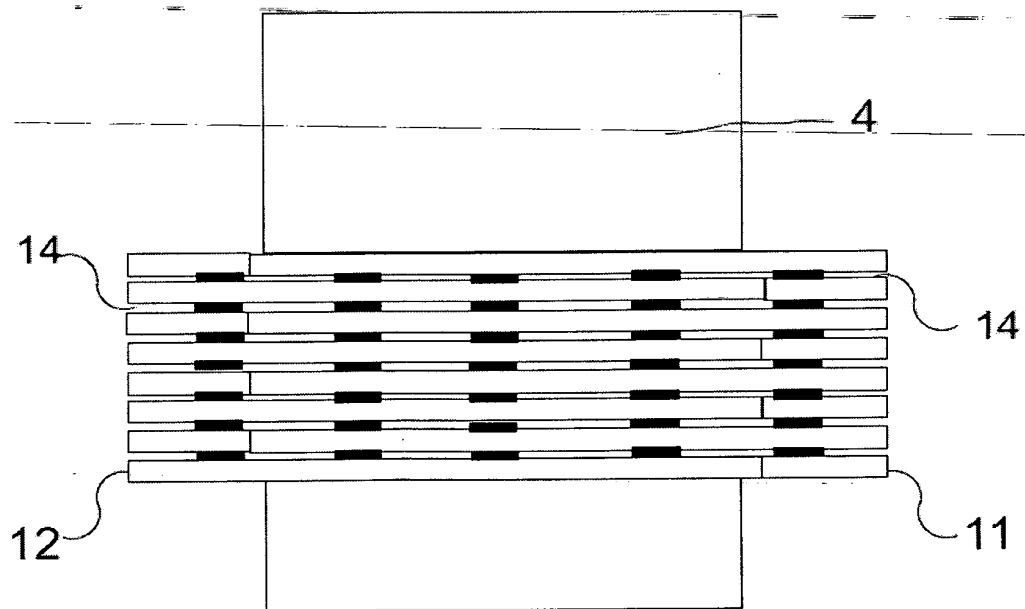
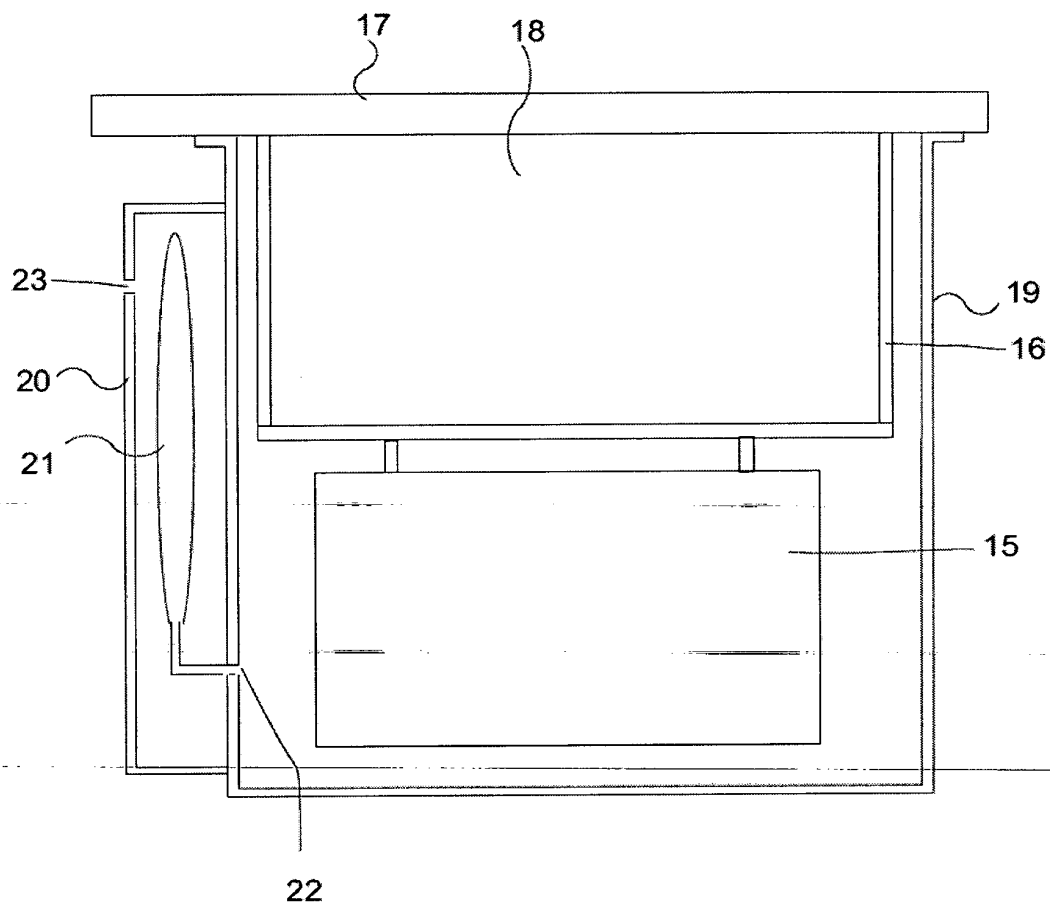


FIG. 5

**FIG. 6**

RESUMO**“TRANSFORMADOR, INVÓLUCRO DE TRANSFORMADOR, INSTALAÇÃO SUBMERSA E INSTALAÇÃO DE EXTRAÇÃO SUBMARINA DE HIDROCARBONETO”**

5 Trata-se de um transformador que compreende: um núcleo formado a partir de uma pluralidade de laminações planas (11, 12) juntamente empilhadas adjacentes entre si para repousarem substancialmente em paralelo; meios de espaçamento de isolamento elétrico (13) fornecidos entre cada uma dentre as laminações e uma laminação adjacente a isto para separá-

10 las de modo a fornecer uma pluralidade de espaços vazios (14) no núcleo, em que cada um dos mesmos está entre uma laminação e uma laminação adjacente a isto; e um fluido de isolamento elétrico localizado no interior e que carrega os ditos espaços vazios.