



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

(21) PI 0812752-2 A2



(22) Data do Depósito: 23/06/2008

(43) Data da Publicação Nacional: 18/08/2020

(54) Título: CABO E SISTEMA DE LEVANTAMENTO ELETROMAGNÉTICO MARINHO

(51) Int. Cl.: G01V 3/12.

(30) Prioridade Unionista: 29/06/2007 US 11/823,940.

(71) Depositante(es): PGS GEOPHYSICAL AS.

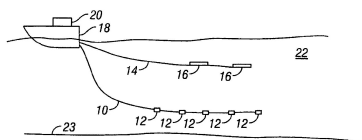
(72) Inventor(es): PER ANDERS DAVIDSSON.

(86) Pedido PCT: PCT EP2008005038 de 23/06/2008

(87) Publicação PCT: WO 2009/003604 de 08/01/2009

(85) Data da Fase Nacional: 29/12/2009

(57) Resumo: CABO E SISTEMA DE LEVANTAMENTO ELETROMAGNÉTICO MARINHO. A invenção refere-se a um cabo de levantamento eletromagnético marinho que inclui um eletrodo de referência que se estende substancialmente ao longo de todo o comprimento do cabo. Uma pluralidade de eletrodos de medição separados é disposta ao longo do cabo e cada um é eletricamente isolado do eletrodo de referência. Uma medição de voltagem consiste no circuito acoplado de modo funcional entre cada eletrodo de medição e o eletrodo de referência.



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**CABO E SISTEMA DE LEVANTAMENTO ELETROMAGNÉTICO MARINHO**".

Antecedentes da Invenção

Campo da Invenção

5 A presente invenção refere-se geralmente ao campo de aparelhos de levantamento eletromagnético para a exploração de subsuperfície na Terra. Mais particularmente, a invenção refere-se a estruturas para eletrodos detectores e disposições dos mesmos para a detecção de campos elétricos que resultam a partir de campos eletromagnéticos conferidos à Terra.

10 Técnica Anterior

 O levantamento eletromagnético é usado, entre outros propósitos, para a determinação da presença de estruturas dotadas de hidrocarboneto na subsuperfície da Terra. O levantamento eletromagnético inclui o que são chamadas de técnicas de levantamento de "fonte controlada". As técnicas de levantamento eletromagnético de fonte controlada incluem conferir
15 uma corrente elétrica ou um campo magnético à Terra, quando tais levantamentos são conduzidos em terra, ou conferir o mesmo a sedimentos abaixo do fundo da água (fundo do mar) quando tais levantamentos são conduzidos em um ambiente marinho. As técnicas incluem a medição de voltagens e/ou
20 campos magnéticos induzidos em eletrodos, antenas e/ou magnetômetros dispostos na superfície da Terra, na água ou no fundo do mar. As voltagens e/ou campos magnéticos são induzidos mediante a interação do campo eletromagnético provocado pela corrente elétrica e/ou campo magnético conferido à subsuperfície da Terra (através do fundo da água em levantamentos
25 marinhos) com formações da Terra de subsuperfície.

 Um tipo de levantamento eletromagnético de fonte controlada marinha conhecida na técnica inclui conferir corrente elétrica alternada aos sedimentos abaixo do fundo da água mediante a aplicação de corrente a partir de uma fonte usualmente disposta em uma embarcação de levantamento, a um eletrodo dipolo rebocado pela embarcação de levantamento.
30 Um eletrodo dipolo consiste, tipicamente, em um cabo elétrico isolado que tem dois eletrodos sobre o mesmo, em um espaçamento selecionado, às

vezes 300 a 1000 metros ou mais. A corrente alternada tem uma ou mais frequências selecionadas, tipicamente, dentro de uma faixa de cerca de 0,1 a 100 Hz. Uma pluralidade de eletrodos detectores é disposta no fundo da água em locais separados e os eletrodos detectores são conectados a dispositivos que registram as voltagens induzidas através de diversos pares de tais eletrodos. Tal levantamento é conhecido como levantamento eletromagnético de fonte controlada por domínio de frequência. As técnicas de levantamento EM por domínio de frequência são descritas, por exemplo, na patente U.S. nº 7.026.819, concedida a Eidesmo et al.

Outra técnica para o levantamento eletromagnético de formações da Terra de subsuperfície conhecida na técnica consiste no levantamento eletromagnético de fonte controlada transiente. No levantamento eletromagnético de fonte controlada transiente, a corrente elétrica é conferida à subsuperfície da Terra com o uso de eletrodos em um cabo similar aos explicados acima, conforme usado para o levantamento por domínio de frequência. A corrente elétrica pode ser corrente direta (CC). Em momentos ou em um momento selecionado, a corrente elétrica é desligada e as voltagens induzidas são medidas, tipicamente, em relação ao momento durante um intervalo de tempo selecionado, com o uso de eletrodos dispostos no fundo da água, conforme explicado anteriormente com referência ao levantamento por domínio de frequência. A estrutura e a composição da subsuperfície da Terra são inferidas por meio da distribuição de tempo das voltagens induzidas. As técnicas de levantamento eletromagnético transiente são descritas, por exemplo, na publicação de pedido de patente U.S. nº. 2006/0186887, depositada por Strack et al.

Independente da técnica usada, a presença de estruturas dotadas de hidrocarboneto pode ser inferida devido ao contraste de resistividade entre as estruturas dotadas de hidrocarboneto, as quais podem ter resistividades elétricas em uma faixa de alguns ohms-metros a alguns centos de ohms-metros, e aquelas das formações da Terra não-dotadas de hidrocarboneto adjacentes, as quais podem ter resistividades em uma faixa de cerca de 0,2 ohm-metro a alguns ohms-metros.

Há uma necessidade persistente por aparelhos e técnicas aperfeiçoadas para o mapeamento da subsuperfície da Terra com o uso de medições eletromagnéticas.

Sumário da Invenção

5 Um aspecto da invenção consiste em um cabo de levantamento eletromagnético marinho. Um cabo, de acordo com este aspecto da invenção, inclui um eletrodo de referência que se estende substancialmente ao longo de todo o comprimento do cabo. Uma pluralidade de eletrodos de medição separados é disposta ao longo do cabo e cada um é eletricamente iso-
10 lado do eletrodo de referência. Um circuito de medição de voltagem é acoplado de modo funcional entre cada eletrodo de medição e o eletrodo de referência.

Um sistema de levantamento eletromagnético marinho, de acordo com outro aspecto da invenção, inclui um cabo sensor disposto em um
15 corpo de água. O cabo sensor inclui um eletrodo de referência que se estende substancialmente ao longo de todo o comprimento do cabo, uma pluralidade de eletrodos de medição separados disposta ao longo do cabo e eletricamente isolada do eletrodo de referência, e um circuito de medição de voltagem acoplado de modo funcional entre cada eletrodo de medição e o
20 eletrodo de referência. Um dispositivo registrador é acoplado de modo funcional a uma extremidade do cabo sensor. Um cabo de fonte é disposto no corpo de água. O cabo de fonte inclui ao menos uma antena acoplada a uma fonte de corrente elétrica.

Outros aspectos e vantagens da invenção serão evidentes a
25 partir da seguinte descrição e das reivindicações em anexo.

Breve Descrição dos Desenhos

A figura 1 mostra um exemplo de um sistema de levantamento eletromagnético do tipo cabo, de acordo com a invenção.

A figura 2 mostra maiores detalhes de um exemplo de um módu-
30 lo sensor no sistema de cabo da figura 1.

A figura 3 mostra maiores detalhes do conjunto de circuitos de comunicação e medição de exemplo do módulo sensor mostrado na figura 2.

A figura 4 mostra um exemplo de um sistema de recarga de bateria para o cabo da figura 1.

Descrição Detalhada

Um sistema de levantamento eletromagnético marinho de exemplo é mostrado geralmente na figura 1. O sistema de levantamento eletromagnético inclui um cabo sensor 10 que tem sobre o mesmo, em posições separadas, uma pluralidade de módulos sensores 12. Os módulos sensores 12 serão explicados em maiores detalhes com referência à figura 2 e figura 3. O cabo sensor 10 é mostrado sendo rebocado por uma embarcação de levantamento 18 que se move sobre a superfície de um corpo de água 22, tal como um lago ou oceano. O reboque do cabo sensor 10 consiste somente em uma implantação possível de um cabo sensor. O fato de que o cabo sensor 10 é posicionado no fundo da água 23 é incluído no escopo da presente invenção.

A embarcação 18 pode incluir sobre os mesmos equipamentos, mostrados geralmente em 20 e chamados por conveniência como um "sistema de registro", que podem incluir dispositivos (nenhum mostrado separadamente) para a navegação, energização dos eletrodos ou antenas para conferir um campo eletromagnético às formações abaixo do fundo da água 23, e para o registro e processamento de sinais gerados pelos diversos módulos sensores 12 sobre o cabo sensor 10.

O sistema de levantamento eletromagnético mostrado na figura 1 inclui os eletrodos 16 dispostos em posições separadas ao longo de um cabo de fonte eletricamente isolado 14 que pode ser rebocado pela embarcação de levantamento 18 ou por meio de uma embarcação diferente (não mostrada). O cabo de fonte 14 pode ser alternativamente posicionado no fundo da água 23. Os eletrodos 16 podem ser energizados em momentos selecionados por meio de uma fonte de corrente elétrica (não mostrada separadamente) no sistema de registro 20 ou em outros equipamentos (não mostrados) para induzir um campo eletromagnético nas formações abaixo do fundo da água 23. A configuração mostrada na figura 1 induz um campo elétrico de dipolo horizontal na subsuperfície quando os eletrodos 16 são

energizados pela corrente elétrica. Inclui-se totalmente no escopo da presente invenção induzir campos elétricos de dipolo vertical na subsuperfície, assim como induzir campos magnéticos de dipolo horizontal e/ou vertical na subsuperfície. A indução de campos magnéticos é tipicamente executada por meio da passagem de corrente elétrica através de uma antena de quadro (loop) ou bobina de solenoide. Consequentemente, a direção e o tipo de campo induzido não se destinam a limitar o escopo da invenção. Adicionalmente, a invenção é aplicável ao uso tanto com campos eletromagnéticos induzidos por transientes como domínio de frequência (onda contínua). Vide, por exemplo, a publicação de pedido de patente U.S. nº. 2006/0186887, depositada por Strack et al., a título de exemplo de todas as técnicas anteriores para a indução de um campo eletromagnético na subsuperfície.

Um exemplo de um cabo sensor 10 e dos módulos sensores 12 é mostrado em maiores detalhes na figura 2. O cabo sensor 10 pode ser feito de fios blindados eletricamente condutivos enrolados de modo helicoidal 10A, tal como pode ser feito de aço inoxidável ou outro material eletricamente condutivo resistente à corrosão de alta potência. Em um exemplo, a ser explicado em maiores detalhes abaixo, o cabo 10 pode incluir um ou mais condutores elétricos isolados e uma ou mais fibras ópticas dentro dos fios blindados 10A. Com o uso de um cabo externamente blindado, conforme mostrado na figura 2, pode-se ter as vantagens de alta potência axial e alta resistência à abrasão.

O cabo sensor 10, no presente exemplo, pode ser dividido em segmentos, dos quais cada um termina com um conector mecânico/elétrico/óptico de combinação 25 ("conector de cabo") acoplado às extremidades longitudinais de cada segmento de cabo. O conector de cabo 25 pode ser qualquer tipo conhecido na técnica para fazer a conexão óptica e elétrica, e para transferir a carga axial a um conector de acoplamento 27. No presente exemplo, tal conector de acoplamento 27 pode ser montado em cada extremidade longitudinal de um dos módulos sensores 12. Os conectores 25, 27 resistem à entrada de fluido sob pressão, quando os conectores 25, 27 são acoplados um ao outro.

Prefere-se que o alojamento de módulo sensor 24 seja resistente à pressão e defina uma câmara interna vedada 26 no mesmo. O alojamento 24 pode ser feito a partir de material de alta potência não-condutivo eletricamente, tal como plástico reforçado com fibra de vidro, e deveria ter

5 uma espessura de parede selecionada para resistir ao esmagamento na pressão hidrostática máxima esperada, a qual se espera ser exercida sobre o alojamento 24. Os conectores de acoplamento 27 podem ser dispostos nas extremidades longitudinais do alojamento 24, conforme mostrado na

10 figura 2, de modo que a carga axial ao longo do cabo 10 seja transferida através do alojamento 24 por meio dos conectores de acoplamento 27 e conectores de cabo 25 acoplados. Deste modo, o cabo sensor 10 pode ser montado a partir de uma pluralidade de segmentos terminados com conectores, cada um acoplado a um conector de acoplamento correspondente sobre um alojamento de módulo sensor 24. Alternativamente, o cabo 10 pode incluir

15 fios blindados 10A que se estendem de modo substancialmente contínuo de extremidade a extremidade e os módulos sensores 12 podem ser afixados ao exterior dos fios blindados 10A.

Um eletrodo de medição 28 pode ser disposto sobre a superfície externa do alojamento 24, e pode ser feito, por exemplo, a partir de chumbo,

20 ouro, grafite ou outro material de baixo potencial de eletrodo condutivo eletricamente, resistente à corrosão. A conexão elétrica entre o eletrodo de medição 28 e os circuitos de medição 34 (explicados em maiores detalhes com referência à figura 3), disposta dentro da câmara 26 no alojamento 24, pode ser feita através do anteparo de passagem de alimentação elétrica vedado

25 contra pressão 30 disposto através da parede do alojamento 24 e exposto em uma extremidade ao interior da câmara 26. Tal anteparo de passagem de alimentação está disponível comercialmente sob a designação de modelo BMS junto a Kemlon Products, 1424 N. Main Street, Pearland, Texas 77581.

30 Os circuitos de medição 34 podem ser alimentados por meio de uma bateria 36 disposta dentro da câmara 26 no alojamento 24. A energia da bateria pode ser, de preferência, para o suprimento de energia a partir do

sistema de registro (20 na figura 1) sobre os condutores elétricos isolados no cabo sensor 10, para reduzir a possibilidade de quaisquer campos eletromagnéticos, que resultam a partir do fluxo de corrente ao longo do cabo 10, interferir nas medições do levantamento eletromagnético feitas nos diversos
5 módulos sensores 12.

O cabo 10 pode incluir uma ou mais fibras ópticas 38 para a condução de sinais de comando, tais como a partir da unidade de registro (20 na figura 1) para os circuitos 34 nos diversos módulos sensores 12, e para a condução da telemetria de sinal a partir dos módulos 12 para a uni-
10 dade de registro (20 na figura 1) ou a um dispositivo de armazenamento de dados separado (não mostrado). Um condutor elétrico isolado 32 que forma parte do cabo (10 na figura 2) pode passar através da câmara 26 no alojamento 24 de modo que a continuidade elétrica em tal condutor 32 seja man-
15 tida ao longo, substancialmente, de todo o comprimento do cabo 10. A telemetria óptica pode ser, de preferência, para a telemetria elétrica pela mesma razão que o uso de baterias para alimentar os circuitos 34, ou seja, para re-
duzir a incidência de campos eletromagnéticos provocados pela corrente elétrica que se move ao longo do cabo 10. O condutor elétrico isolado 32, no presente exemplo, serve como uma referência potencial comum entre todos
20 os módulos sensores 12.

Um exemplo dos circuitos 34 é mostrado em maiores detalhes na figura 3. Os circuitos 34 podem incluir um resistor R eletricamente acoplado entre o eletrodo de medição (28 na figura 2) e o condutor isolado 32, o qual, conforme explicado acima, serve como uma referência comum. O resistor R é
25 também eletricamente conectado através dos terminais de entrada de um pré-amplificador 40. Deste modo, a queda de voltagem através do resistor R que resulta da diferença de voltagem entre uma referência potencial fixa (condutor 32) e o eletrodo de medição (28 na figura 2) será inserida no pré-amplificador 40. Tal queda de voltagem será relacionada à magnitude do gradiente de cam-
30 po elétrico existente onde o eletrodo é localizado em qualquer momento.

A saída do pré-amplificador 40 pode ser passada através do filtro 42, o qual pode compreender um filtro passa-baixo (anti-aliasing) ou um

filtro para a atenuação de ruído indesejável, antes de ser digitalizada em um conversor analógico para digital (ADC) 44. Alternativamente, a saída do pre-amplificador 40 pode ser diretamente digitalizada e a saída do ADC 44 pode ser digitalmente filtrada. A saída do ADC 44, digitalmente filtrada ou não, pode ser conduzida a um conversor de sinal óptico para elétrico (EOC) 46. A saída do EOC 46 pode ser aplicada a uma ou mais fibras ópticas (38 na figura 2) no cabo (10 na figura 2), de modo que os sinais ópticos representativos da voltagem medida por cada eletrodo de medição (28 na figura 2), em relação ao condutor de referência (32 na figura 2), possam ser comunicados ao sistema de registro (20 na figura 1) ou a uma unidade de armazenamento de dados. O tipo de sinal de telemetria óptico, ou outro, usado em qualquer implantação consiste em uma questão de discernimento para o projetista do sistema e não se destina a limitar o escopo da invenção.

Em alguns exemplos, as baterias 36 podem ser recarregáveis para estender o tempo de desdobramento utilizável que o cabo (10 na figura 1) pode ter. Com referência à figura 4, em tais exemplos, cada um dos módulos sensores 12 pode incluir um condicionador de energia 50 em conexão operativa com a bateria 36. O condicionador de energia 50 pode aceitar, por exemplo, o transmissor de corrente alternada sobre um par de condutores elétricos isolados 52 disposto dentro do fio blindado 10A no cabo e convertê-lo para corrente direta adequada para carregar a bateria 36 em cada módulo 12. No exemplo mostrado na figura 4, os condutores elétricos 52 de cada segmento de cabo são acoplados aos condutores no segmento de cabo subsequente por meio de um relé K em cada módulo sensor 12. A energia elétrica a partir da unidade de registro (20 na figura 1) pode ativar o relé K no módulo sensor 12 mais próximo da embarcação ao longo do cabo. Quando energizado, tal relé K irá fazer conexão aos condutores elétricos 52 acoplados ao módulo sensor subsequente. Deste modo, a energia elétrica será suprida a todos os condicionadores de energia 50 para carregar todas as baterias 36. Quando a energia elétrica nos condutores 52 é desligada a partir da unidade de registro (20 na figura 1), contudo, os condutores elétricos 52 se tornam eletricamente desacoplados um do outro, entre os suces-

sivos módulos sensores 12. Deste modo, não existem grandes circuitos de condutor elétrico fechados no cabo sensor 10 que possam ter voltagens indevidas induzidas nos mesmos por meio de efeitos dos campos eletromagnéticos induzidos, ou outros, na subsuperfície da Terra. Tais voltagens indevidas induziriam, por si próprias, campos eletromagnéticos que poderiam afetar as medições feitas pelos eletrodos (28 na figura 2) nos diversos módulos sensores. Com o uso de cabo elétrico blindado que tem condutores elétricos dentro da blindagem irá reduzir, ainda, a possibilidade de tal indução eletromagnética indevida, devido ao fato de que os condutores serão protegidos dos campos eletromagnéticos por meio dos fios blindados 10A. Com o uso dos componentes do sistema mostrados na figura 4, a energia elétrica pode ser suprida aos condutores 52 durante os momentos em que os sinais não estão sendo adquiridos, de modo que as baterias 36 possam ser recarregadas para a aquisição de sinal subsequente.

Um possível benefício de um cabo sensor, configurado conforme explicado no presente documento, consiste no fato de que um número maior de medições de amplitude de campo elétrico pode ser feito ao longo de um determinado comprimento de cabo do que pode ser possível com o uso de cabos sensores conhecidos na técnica anterior à presente invenção. Tais cabos da técnica anterior incluíram tipicamente um par de eletrodos longitudinalmente separados para cada medição de campo elétrico. Tal configuração aumenta necessariamente a distância longitudinal entre as posições de medição de campo ao longo do cabo. Outro possível benefício de um cabo feito de acordo com a invenção consiste no fato de que todos os eletrodos de medição estão relacionados ao mesmo eletrodo potencial de referência. As variações no potencial de referência podem ser substancialmente eliminadas.

Embora a invenção tenha sido descrita em relação a um número limitado de modalidades, os versados na técnica, com o benefício desta descrição, irão observar que outras modalidades podem ser planejadas, as quais não se desviem do escopo da invenção, conforme descrito no presente documento. Conseqüentemente, o escopo da invenção deveria ser somente limitado por meio das reivindicações em anexo.

REIVINDICAÇÕES

1. Cabo de levantamento eletromagnético marinho, caracterizado por compreender:

5 uma pluralidade de eletrodos de medição separados disposta ao longo do cabo;

um eletrodo de referência que se estende substancialmente ao longo de todo o comprimento do cabo para prover um potencial de referência em cada eletrodo de medição, o eletrodo de referência estando eletricamente isolado dos eletrodos de medição;

10 um circuito de medição de voltagem tendo uma entrada configurada para medir uma voltagem entre cada eletrodo de medição e o eletrodo de referência;

uma bateria associada a cada circuito de medição para suprir energia elétrica ao mesmo; e

15 um relé associado de modo funcional à cada bateria, e em que o cabo compreende ao menos um condutor elétrico isolado, sendo que cada relé é configurado para fechar a conexão elétrica ao longo do ao menos um condutor elétrico quando energizado por meio de uma fonte de energia em uma extremidade do cabo e para romper a conexão elétrica ao longo do ao menos um condutor quando desenergizado.

20 2. Cabo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por compreender, ainda, um alojamento associado a cada eletrodo de medição, cada alojamento formado a partir de um material eletricamente não-condutivo e definindo uma câmara vedada no mesmo.

25 3. Cabo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por cada circuito de medição de voltagem compreender um resistor eletricamente acoplado através do eletrodo de medição e do eletrodo de referência, e um pré-amplificador eletricamente acoplado em sua entrada através do resistor.

30 4. Cabo, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado por compreender, ainda, um conversor elétrico para óptico acoplado de modo funcional a uma saída do pré-amplificador, uma saída do conversor elétrico para óptico acoplada a uma fibra óptica associada ao cabo.

5. Cabo, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado por o cabo compreender ao menos uma fibra óptica em comunicação de sinal com cada conversor elétrico para óptico.

6. Cabo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por
5 compreender, ainda, um condicionador de energia associado de modo funcional a cada bateria e cada relé.

7. Cabo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o eletrodo de referência compreender fios blindados.

8. Sistema de levantamento eletromagnético marinho, caracteri-
10 zado por compreender:

um cabo sensor disposto em um corpo de água, em que o cabo sensor inclui uma pluralidade de eletrodos de medição separados disposta ao longo do cabo, um eletrodo de referência que se estende substancialmente ao longo de todo o comprimento do cabo para prover um potencial
15 comum a todos os eletrodos de medição, o eletrodo de referência estando eletricamente isolado dos eletrodos de medição, e um circuito de medição de voltagem tendo uma entrada configurada para medir uma voltagem entre cada eletrodo de medição e o eletrodo de referência;

um dispositivo registrador acoplado de modo funcional a uma
20 extremidade do cabo sensor;

um cabo de fonte disposto no corpo de água, em que o cabo de fonte inclui ao menos uma antena acoplada a uma fonte de corrente elétrica;

uma bateria associada a cada circuito de medição para suprir energia elétrica ao mesmo; e

25 um relé associado de modo funcional a cada bateria, e em que o cabo compreende ao menos um condutor elétrico isolado, sendo que cada relé é configurado para fechar a conexão elétrica ao longo do ao menos um condutor elétrico quando energizado por meio de uma fonte de energia em uma extremidade do cabo e para romper a conexão elétrica ao longo do ao
30 menos um condutor quando desenergizado.

9. Sistema, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado por a ao menos uma antena compreender um dipolo elétrico horizontal.

10. Sistema, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado por compreender, ainda, um alojamento associado a cada eletrodo de medição, cada alojamento formado a partir de uma material não-condutivo eletricamente e que define uma câmara vedada no mesmo.

5 11. Sistema, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado por cada circuito de medição de voltagem compreender um resistor eletricamente acoplado através do eletrodo de medição e o eletrodo de referência, e um pré-amplificador eletricamente acoplado em sua entrada através do resistor.

10 12. Sistema, de acordo com a reivindicação 11, caracterizado por compreender, ainda, um conversor elétrico para óptico acoplado de modo funcional a uma saída do pré-amplificador, uma saída do conversor elétrico para óptico acoplada a uma fibra óptica associada ao cabo sensor.

15 13. Sistema, de acordo com a reivindicação 12, caracterizado por o cabo sensor compreender ao menos uma fibra óptica em comunicação de sinal com cada conversor elétrico para óptico.

14. Sistema, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado por compreender, ainda, um condicionador de energia associado de modo funcional a cada bateria e cada relé.

20 15. Sistema, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado por o eletrodo de referência compreender fios blindados.

16. Cabo de levantamento eletromagnético marinho, caracterizado por compreender:

25 uma pluralidade de eletrodos de medição separados disposta ao longo do cabo; um eletrodo de referência que se estende substancialmente ao longo de todo o comprimento do cabo para prover um potencial de referência em cada eletrodo de medição, o eletrodo de referência estando eletricamente isolado dos eletrodos de medição;

30 um circuito de medição de voltagem tendo uma entrada configurada para medir uma voltagem entre cada eletrodo de medição e o eletrodo de referência; e

um conversor elétrico para óptico acoplado de modo funcional a uma saída do pré-amplificador, uma saída do conversor elétrico para óptico

acoplada a uma fibra óptica associada ao cabo.

17. Cabo, de acordo com a reivindicação 16, caracterizado por compreender, ainda, um alojamento associado a cada eletrodo de medição, cada alojamento formado a partir de um material eletricamente não-condutivo e definindo uma câmara vedada no mesmo.

18. Cabo, de acordo com a reivindicação 16, caracterizado por cada circuito de medição de voltagem compreender um resistor eletricamente acoplado através do eletrodo de medição e do eletrodo de referência, e um pré-amplificador eletricamente acoplado em sua entrada através do resistor.

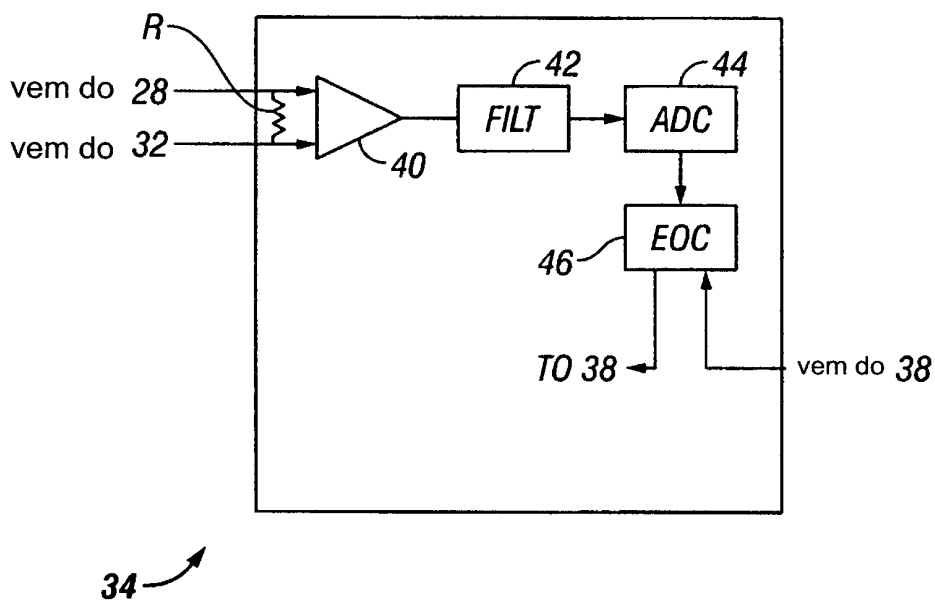


FIG. 3

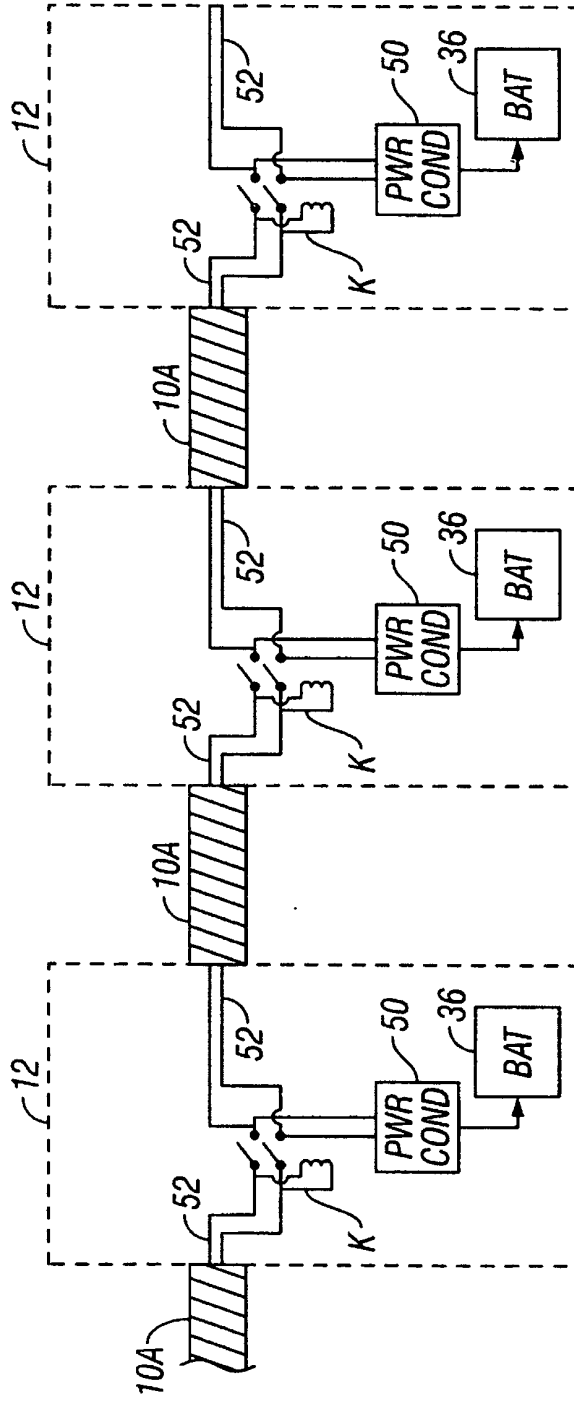


FIG. 4

RESUMO

Patente de Invenção: **"CABO E SISTEMA DE LEVANTAMENTO ELETROMAGNÉTICO MARINHO"**.

A invenção refere-se a um cabo de levantamento eletromagnético marinho que inclui um eletrodo de referência que se estende substancialmente ao longo de todo o comprimento do cabo. Uma pluralidade de eletrodos de medição separados é disposta ao longo do cabo e cada um é eletricamente isolado do eletrodo de referência. Uma medição de voltagem consiste no circuito acoplado de modo funcional entre cada eletrodo de medição e o eletrodo de referência.