



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

(11) PI 0718805-6 B1

(22) Data do Depósito: 14/11/2007

(45) Data de Concessão: 12/06/2018



(54) Título: ANTENA MULTIPOLAR PARA MEDIÇÕES DE RESISTIVIDADE DA PERFILAGEM DURANTE A PERFURAÇÃO

(51) Int.Cl.: G01V 3/18

(30) Prioridade Unionista: 15/11/2006 US 60/865,931

(73) Titular(es): BAKER HUGHES INCORPORATED

(72) Inventor(es): TSILI WANG; JACK SIGMORELLI

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**ANTENA MULTIPOLAR PARA MEDIÇÕES DE RESISTIVIDADE DA PERFILAGEM DURANTE A PERFURAÇÃO**".

REFERÊNCIA CRUZADA COM PEDIDOS RELACIONADOS

5 Este pedido reivindica prioridade para o US 60/865.931, depositado em 15 de novembro de 2006, cuja revelação em sua totalidade é incorporada neste documento por referência.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

1. Campo da Invenção

10 A presente invenção refere-se a equipamentos para fazer medições de resistividade enquanto perfurando um furo de poço, e em particular, a invenção se relaciona com antenas multipolares.

2. Descrição da Técnica Relacionada

15 As ferramentas de indução eletromagnética e de perfilagem de propagação de onda são normalmente utilizadas para determinação de propriedades elétricas de formações ao redor de um furo de sonda. Estas ferramentas de perfilagem fornecem medidas de resistividade (ou de condutividade) aparente da formação que, quando apropriadamente interpretadas, de forma razoável determinam as propriedades petrofísicas da formação e dos
20 fluídos na mesma.

Os princípios físicos de perfilagem de resistividade de poço por indução eletromagnética são descritos, por exemplo, em *Introduction to Induction Logging and Application to Logging of Wells Drilled with Oil-based Mud*, de H. G. Doll, Journal of Petroleum Technology, vol. 1, pág. 148, Society of Petroleum Engineers, Richardson, Tex. (1949). Vários aperfeiçoamentos e modificações para os instrumentos de resistividade por indução eletromagnética foram concebidos desde a publicação da referência de Doll, supra. Exemplos de tais modificações e aperfeiçoamentos podem ser encontrados, por exemplo, na Pat. US 4.837.517 emitida para Barber; 5.157.605
25 emitida para *Chandler e outros*; e na Pat. US 5.452.761 emitida para *Beard e outros*.

Um típico instrumento de medição de resistividade elétrica é um

instrumento militar de perfilagem de poço por indução eletromagnética tal como descrito na Pat. US 5.452.761, emitida para *Beard e outros*. O instrumento de perfilagem por indução descrito na patente '761 para Beard inclui uma série de enrolamentos do receptor espaçados em várias distâncias axiais a partir de um enrolamento do transmissor. A corrente alternada é passada através dos enrolamentos do transmissor, a qual induz campos eletromagnéticos alternados na formação terrestre. Tensões elétricas, ou medições, são induzidas nos enrolamentos do receptor como resultado do fenômeno de indução eletromagnética relacionado com os campos eletromagnéticos alternados. Um registro contínuo das tensões elétricas forma curvas, as quais também são referidas como registros de indução. Os instrumentos de indução que são compostos de vários conjuntos de enrolamentos do receptor são referidos como instrumentos de indução com múltiplos arranjos. Cada conjunto de enrolamentos do receptor junto com o transmissor é denominado de um sub-arranjo. Por consequência, uma indução com múltiplos arranjos consiste em vários sub-arranjos e obtém medições com todos os sub-arranjos.

As ferramentas de resistividade da perfilagem durante a perfuração empregam antenas de quadro para transmitir e receber sinais eletromagnéticos para dentro e a partir das formações circundantes, respectivamente. Estes sinais proporcionam a determinação da resistividade e outras propriedades eletromagnéticas da formação. As antenas de quadro podem possuir momentos magnéticos apontando paralelos ou transversais a um eixo geométrico para a ferramenta (ou em qualquer outra direção). Tais antenas normalmente são chamadas de antenas monopolares porque elas possuem momentos magnéticos unidirecionais. Entretanto, para certas aplicações, antenas multipolares são necessárias. Uma antena multipolar pode ser uma dipolar, quadripolar, etc.

Por exemplo, uma antena dipolar possui a capacidade de proporcionar a informação de direção azimutal de um leito remoto em relação ao furo de poço (Minerbo ET AL., 6.509.738). Conceitualmente, uma antena dipolar consiste em dois monopolos separados com um apontando para uma

direção e o outro para a direção oposta. Uma antena quadripolar consiste em duas dipolares separadas. As duas dipolares apontam para a direção oposta.

O que é necessário são técnicas para proporcionar antenas multipolares para conduzir perfilagem durante a perfuração.

Breve Descrição da Invenção

É revelada uma antena multipolar para realizar perfilagem durante a perfuração (LWD), a antena incluindo: um condutor para produzir e receber um campo eletromagnético, o condutor incluindo pelo menos um enrolamento para prover um momento magnético em uma primeira porção da antena que é oposto ao momento magnético de uma segunda porção da antena.

Também é proporcionada neste documento um antena multipolar axialmente orientada para uma ferramenta de perfilagem de poço, a antena incluindo: um condutor para produzir e receber um campo eletromagnético, o condutor incluindo pelo menos um enrolamento para prover um momento magnético em uma primeira porção da antena que é oposto ao momento magnético de uma segunda porção da antena; onde o condutor é disposto ao redor de uma circunferência da ferramenta.

Em adição, é proporcionada uma antena multipolar orientada transversalmente. A antena multipolar orientada transversalmente inclui um condutor para produzir e receber um campo eletromagnético, o condutor incluindo pelo menos um enrolamento para prover um momento magnético em uma primeira porção da antena que é oposto ao momento magnético de uma segunda porção da antena; onde o condutor é disposto ao redor de um comprimento da ferramenta.

Adicionalmente é revelado um método para construir uma antena multipolar para realizar perfilagem durante a perfuração (LWD), incluindo: selecionar um condutor para produzir a antena; fabricar a antena por prover pelo menos um enrolamento no condutor de tal modo que quando a antena for usada para produzir e receber um campo eletromagnético, o condutor proporciona um momento magnético em uma primeira porção da ante-

na que é oposto ao momento magnético da segunda porção da antena.

Em adição, é proporcionada uma ferramenta para executar perfilagem durante a perfuração (LWD), e inclui uma antena multipolar incluindo um condutor para produção e recepção de um campo eletromagnético, o
5 condutor incluindo pelo menos um enrolamento para fornecer um momento magnético em uma primeira porção da antena que é oposto ao momento magnético de uma segunda porção da antena.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

O tema que é considerado como a invenção é particularmente
10 salientado e distintamente reivindicado nas reivindicações na conclusão do relatório descritivo. Os objetivos acima e outros objetivos e vantagens da invenção são aparentes a partir da descrição detalhada seguinte feita em conjunto com os desenhos acompanhantes, nos quais:

A FIGURA 1 representa um aparelho para realizar perfilagem
15 durante a perfuração;

A FIGURA 2 representa uma seção transversal à ferramenta, apresentando aspectos de uma antena de resistividade da técnica anterior.

A FIGURA 3 representa aspectos de uma concretização para uma antena multipolar de acordo com as instruções neste documento;

20 A FIGURA 4 ilustra aspectos da antena multipolar apresentada na FIGURA 3;

A FIGURA 5 representa aspectos de outra concretização da antena multipolar;

25 A FIGURA 6 representa aspectos de uma concretização adicional da antena multipolar;

A FIGURA 7 representa aspectos de uma antena transversal da técnica anterior;

A FIGURA 8 representa uma antena transversal dipolar de acordo com as instruções neste documento; e

30 A FIGURA 9 representa aspectos de um método ilustrativo para construir uma antena multipolar.

Descrição Detalhada da Invenção

Referindo-se agora à Figura 1, são apresentados aspectos de uma concretização ilustrativa de uma ferramenta 3 para realizar "perfilagem durante a perfuração" (LWD). A ferramenta 3 está incluída dentro de uma coluna de perfuração 10 que inclui uma broca 4. A coluna de perfuração 10 proporciona a perfuração de um furo de poço 2 dentro das formações terrestres 1. A broca 4 está ligada com um colar de perfuração 14.

Como uma questão de convenção neste documento e para propósito somente de ilustração, a ferramenta 3 é apresentada como percorrendo ao longo de um eixo geométrico Z, enquanto uma seção transversal da ferramenta 3 é realizada ao longo de um eixo geométrico X e de um eixo geométrico Y.

Uma unidade de acionamento 5 está incluída e proporciona rotação da coluna de perfuração 10 e pode incluir o aparelho para proporcionar o controle de profundidade. O controle da unidade de acionamento 5 e da ferramenta 3 é alcançado pela operação do controle 6 e de um processador 7 acoplado com a coluna de perfuração 10. Os controles 6 e o processador 7 podem proporcionar capacidades adicionais. Por exemplo, os controles 6 são utilizados para ativar e operar os sensores (tal como a antena) da ferramenta 3, enquanto o processador 7 recebe e executa pelo menos um dentre empacotar, transmitir e analisar os dados proporcionados pela ferramenta 3.

Agora, considerando a ferramenta 3 em maiores detalhes, nesta concretização, a ferramenta 3 inclui várias antenas multipolares 15. As antenas multipolares 15 são construídas de acordo com as instruções neste documento. Na presente concretização, cada antena multipolar 15 é exposta ao redor de uma circunferência do colar de perfuração 14 e proporciona uma visão de 360^o das formações terrestres circundantes 1. Cada uma das antenas multipolares 15 é configurada para proporcionar pelo menos um entre transmitir e receber sinais eletromagnéticos. Nesta concretização, os eixos geométricos destas antenas multipolares 15 são coincidentes com um eixo geométrico do colar de perfuração 36. Tipicamente, as antenas multipolares 15 são eletricamente isoladas do diâmetro externo e ligeiramente rebaixadas

dentro do diâmetro externo do colar de perfuração 14 e são essencialmente um elemento inteiriço da montagem do colar de perfuração 14.

Apesar de ser considerado que a ferramenta 3 geralmente é operada com componentes de suporte como apresentado (isto é, os controles 6 e o processador 7), os versados na técnica irão reconhecer que isto é meramente ilustrativo e não limitativo. Por exemplo, em algumas concretizações, a ferramenta 3 inclui pelo menos um processador integrado 7. Em algumas outras concretizações, a coluna de perfuração 10 inclui uma fonte de energia para ativar, entre outras coisas, as antenas multipolares 16. À medida que estes outros componentes geralmente são conhecidos na técnica, estes componentes não são discutidos em maiores detalhes neste documento.

Referindo-se agora à FIGURA 2, aspectos de uma concretização de uma antena de resistividade da técnica anterior 8 são apresentados. Como apresentado na FIGURA 2, o uso de uma antena típica da técnica anterior 8 requer proporcionar várias fendas 13 em uma superfície externa 11 do colar de perfuração 14. As fendas 13 são alinhadas ao longo de uma direção axial e separadas de forma circunferencial. Um condutor é passado através das fendas como a antena da técnica anterior 8. Devido à alta condutividade do colar de perfuração 14 (o qual é de metal), os segmentos do condutor embutidos no colar de perfuração 14 não transmitem ou recebem sinais para ou a partir das formações terrestres circundantes 1. Os segmentos da antena da técnica anterior 8, que cruzam as fendas 13, proporcionam a geração e a recepção de sinal.

Concretizações da antena multipolar 15 como reveladas neste documento incluem aspectos da antena da técnica anterior 8. Em uma concretização, representada na FIGURA 3, a antena multipolar 15 é axialmente orientada (isto é, disposta ao redor de uma circunferência da ferramenta) e inclui várias bobinas individuais 21 colocadas em cada uma das fendas 13. Em algumas concretizações, ferrita ou outros materiais magnéticos são inseridos por baixo de cada uma das bobinas 13. Pode ser feita referência à FIGURA 4.

Referindo-se agora à FIGURA 4, uma seção transversal de uma antena multipolar de perfilagem durante a perfuração (LWD) 15 construída sobre um colar de perfuração 14 é representada. A FIGURA 4 representa uma parte de metal do colar de perfuração 14, uma área incluindo materiais magnéticos (tal como ferrita), e uma área incluindo um enchimento 22 que é um material não condutivo (tal como um epóxi). A antena multipolar 15 é apresentada na vista em seção transversal como sendo um condutor. O uso de ferrita ou de outro material magnético por baixo de cada antena multipolar 15 (apresentada na FIGURA 4 como um condutor, mas em algumas concretizações, a antena multipolar 15 inclui a bobina 21 ou outras estruturas similares) proporciona aumento da eficiência da antena multipolar 15. Um espaço vazio da fenda 13 é preenchido com o enchimento de material não condutivo 22. A antena multipolar 15 como representada na FIGURA 4 pode ser utilizada para executar qualquer uma entre a transmissão e a recepção de energia eletromagnética.

Para construir uma antena multipolar 15 da concretização representada na FIGURA 3, alguns dos enrolamentos individuais 21 possuem uma direção de momento que é oposta à direção de momento de outros enrolamentos individuais 21.

Nas concretizações típicas, proporcionar as várias bobinas 21 com várias direções de momento exige proporcionar bobinas 21 possuindo construção diferente. Por exemplo, o condutor de antena para um conjunto de bobinas 21 dentro dos vários é enrolado de forma diferente ao condutor em outro conjunto de bobinas 21 dentro dos vários.

Considere a antena multipolar 15 possuindo um dipolo como representado na FIGURA 5. Observe que a FIGURA 5 apresenta um exemplo de construção da antena multipolar 15, e que a antena multipolar 15 de ordens superiores podem ser construídas de uma maneira similar às instruções da FIGURA 5.

Com referência à FIGURA 5, e à antena dipolar, considere que o colar de perfuração 14 inclui $2N$ fendas 13 (onde, para esta representação, $N = 5$). As fendas 13 são igualmente distribuídas ao longo da superfície ex-

terna 11 do colar de perfuração 14. Nesta concretização, N fendas consecutivas 13 possuem um primeiro campo magnético B_1 possuindo um momento em uma primeira direção, enquanto as N fendas consecutivas restantes 13 possuem um segundo campo magnético B_2 possuindo um momento em uma direção que é oposta à primeira direção. Para propósito de ilustração, a direção do primeiro campo magnético B_1 e do segundo campo magnético B_2 são proporcionadas pelas setas de direção.

Um modo para gerar momentos magnéticos de direções opostas é passar corrente nos condutores da antena multipolar 15 em direções opostas. Como apresentado na FIGURA 5, um enrolamento 51 pode ser utilizado para realizar esta tarefa. O enrolamento único 51 apresentado na FIGURA 5 proporciona a concretização dipolar, onde a direção do primeiro campo magnético B_1 e do segundo campo magnético B_2 são opostas uma à outra. Como com a concretização representada na FIGURA 4, os materiais magnéticos 23 podem ser colocados em cada fenda 12 abaixo (por exemplo, por trás) do condutor. Dependendo de um projeto da antena multipolar 15, o enrolamento 51 pode ser acompanhado por um retorno 52. Nestas concretizações, o enrolamento 51 proporciona o redirecionamento da corrente na antena multipolar 15, enquanto o retorno 52 proporciona o retorno da corrente para uma orientação original ou para outra orientação.

Dito de outra forma, o enrolamento 51 proporciona alteração de uma orientação do momento magnético, enquanto o retorno 62 proporciona o retorno do momento magnético para uma orientação original ou para outra orientação. Os versados na técnica irão reconhecer que vários enrolamentos 51 e retornos 52 podem ser proporcionados. Observe que o termo "enrolamento" não necessariamente significa que o condutor da antena é enrolado no sentido tradicional. Ou seja, o enrolamento pode simplesmente ser realizado como um cruzamento. Em algumas concretizações, os condutores no cruzamento possuem algum grau de separação um do outro.

Uma variação da concretização apresentada na FIGURA 5 é representada na FIGURA 6. Na FIGURA 6, outra concretização da antena multipolar 15 é representada. A concretização da FIGURA 6 é outra antena

dipolar. Na FIGURA 6, as 2N fendas 13 são divididas em dois grupos separados pelo eixo Y. Nesta representação, um primeiro conjunto de fendas 61 (de N em número) está em um lado esquerdo do eixo Y, enquanto um segundo conjunto de fendas 62 (também N em número) está em um lado direito do eixo Y. O condutor da antena no primeiro conjunto de fendas 61 é enrolado em uma direção oposta ao condutor no segundo grupo de fendas 62. Nesta concretização, o condutor da antena pode ser enrolado ao redor de um material contendo ferrita em cada fenda 13.

Esta disposição proporciona a antena multipolar 15. Mais especificamente, a corrente no primeiro conjunto de fendas 61 percorre em uma direção no sentido horário, ao passo que a corrente no segundo conjunto de fendas 62 percorre em uma direção no sentido anti-horário. Isto resulta em um momento magnético opostos entre o primeiro conjunto de fendas 61 e o segundo conjunto de fendas 62.

A FIGURA 7 ilustra uma antena monopolar transversal da técnica anterior. Nesta concretização, as fendas 13 são cortadas na direção circunferencial (normal ao eixo geométrico da ferramenta). A antena de resistividade da técnica anterior 8 desta representação é referida como uma antena monopolar transversal 71.

A FIGURA 8 proporciona um aperfeiçoamento em relação à antena monopolar transversal 71 representada na FIGURA 7. Na FIGURA 8, uma antena dipolar transversal 81 é representada. A antena dipolar transversal 81 desta concretização é proporcionada por se passar a corrente nos condutores superior e inferior nas direções opostas. Como com a concretização da FIGURA 5, pode ser considerado que um enrolamento 51 e um retorno 52 proporcional a antena dipolar transversal 81. Além disso, como com outras concretizações, ferrita ou outros materiais magnéticos 23 podem ser inseridos por baixo do condutor da antena para aumentar a eficiência da antena 15. O enrolamento da antena 15 de uma maneira que é similar a esta representada na FIGURA 6, também pode ser utilizada para construir concretizações adicionais da antena dipolar transversal 81. Em geral, a antena transversal 81 é montada ao longo do comprimento da ferramenta de perf-

lagem de poço 3.

Os versados na técnica irão reconhecer que a antena multipolar revelada neste documento pode ser utilizada em várias orientações. Por exemplo, a antena multipolar revelada neste documento pode ser utilizada em
5 uma orientação diferente da axial ou da transversal com relação á ferramenta 3.

A FIGURA 9 representa aspectos de um método ilustrativo para construir a antena multipolar 90. O método para construir a antena multipolar 90 requer selecionar um projeto de antena 91, fabricar a antena 92 por proporcionar pelo menos um enrolamento 51 e um retorno opcional 52, opcionalmente colocar materiais magnéticos 93 por trás do condutor da antena
10 (em algumas concretizações, uma bobina 21 no condutor da antena) e opcionalmente colocar material de enchimento 94 ao redor dos espaços vazios.

As capacidades da presente invenção podem ser implementadas utilizando software, firmware, hardware ou alguma combinação dos
15 mesmos. Como um exemplo, um ou mais aspectos da presente invenção podem estar incluídos em um artigo de fabricação (por exemplo, um ou mais produtos de programa de computador) possuindo, por exemplo, mídia utilizável por computador. A mídia tem incorporada na mesma, por exemplo,
20 dispositivo de código de programa legível por computador para proporcionar e facilitar as capacidades da presente invenção.

Adicionalmente, pelo menos um dispositivo de armazenamento de programa legível por uma máquina para proporcionar e facilitar as capacidades da presente invenção.

Adicionalmente, pelo menos um dispositivo de armazenamento de programa legível por uma máquina, de forma tangível incorporando pelo menos um programa de instruções executáveis pela máquina para executar as capacidades da presente invenção pode ser proporcionado.
25

Os fluxogramas representados neste documento são apenas exemplos. Podem existir variações junto a estes diagramas ou etapas (ou operações) descritas nos mesmos sem afastamento do espírito da invenção. Por exemplo, os aspectos das etapas podem ser executados em uma ordem
30

diferente, etapas podem ser adicionadas, apagadas e modificadas como desejado. Todas estas variações são consideradas uma parte da invenção reivindicada.

5 Enquanto a invenção foi descrita com referência a uma concretização ilustrativa, será entendido pelos versados na técnica que várias alterações podem ser feitas e equivalentes podem ser substitutos para elementos da mesma sem afastamento do escopo da invenção. Em adição, várias modificações podem ser feitas para adaptar uma situação ou material particular às instruções da invenção sem afastamento do escopo essencial da
10 mesma. Portanto, é pretendido que a invenção não seja limitada à concretização particular revelada como o melhor modo contemplado para realizar esta invenção, mas que a invenção irá incluir todas as concretizações se situando dentro do escopo das reivindicações anexas.

REIVINDICAÇÕES

1. Antena multipolar para realizar perfilagem durante a perfuração (LWD), a antena compreendendo:

5 (a) um condutor para produzir e receber um campo eletromagnético, o condutor compreendendo pelo menos um cruzamento para prover um momento magnético em uma primeira porção da antena que é oposta ao momento magnético de uma segunda porção da antena.

10 2. Antena multipolar, de acordo com a reivindicação 1, em que o pelo menos um cruzamento compreende uma pluralidade de enrolamentos para prover uma pluralidade correspondente de momentos magnéticos opostos.

3. Antena multipolar, de acordo com a reivindicação 1, compreendendo ainda um acoplamento para acoplar a antena a uma fonte de corrente para a produção.

15 4. Antena multipolar, de acordo com a reivindicação 1, compreendendo ainda um acoplamento para acoplar a antena a eletrônicos para a recepção.

20 5. Antena multipolar, de acordo com a reivindicação 1, compreendendo ainda um retorno para mudar uma orientação do momento magnético.

6. Antena multipolar, de acordo com a reivindicação 1, compreendendo ainda materiais magnéticos em uma orientação para o condutor.

25 7. Antena multipolar, de acordo com a reivindicação 1, compreendendo ainda um material de enchimento em uma orientação para o condutor.

8. Antena multipolar orientada axialmente para uma ferramenta de perfilagem de poço, a antena compreendendo:

30 (a) um condutor para produzir e receber um campo magnético, o condutor compreendendo pelo menos um cruzamento para prover um momento magnético em uma primeira porção da antena que é oposta ao momento magnético de uma segunda porção da antena;

(b) em que o condutor é disposto em torno de uma circunferên-

cia da ferramenta.

9. Antena multipolar orientada transversalmente para perfilagem de poço, a antena compreendendo:

5 (a) um condutor para produzir e receber um campo magnético, o condutor compreendendo pelo menos um cruzamento para fornecer um momento magnético em uma primeira porção da antena que é oposta ao momento magnético de uma segunda porção da antena;

(b) em que o condutor é disposto em torno de um comprimento da ferramenta.

10 10. Método para construir uma antena multipolar para realizar perfilagem durante a perfuração (LWD), o método compreendendo:

(a) selecionar um condutor para produzir a antena;

(b) fabricar a antena por meio do fornecimento de pelo menos um cruzamento no condutor de tal modo que quando a antena for usada para um de produzir e receber um campo magnético, o condutor permite um momento magnético na primeira porção da antena que é oposta ao momento magnético da segunda porção da antena.

11. Método de acordo com a reivindicação 10, compreendendo ainda um retorno para modificar uma orientação do momento magnético.

20 12. Método de acordo com a reivindicação 10, compreendendo ainda dispor materiais magnéticos em uma orientação para o condutor.

13. Método de acordo com a reivindicação 10, compreendendo ainda dispor um material de filtro em uma orientação para o condutor.

25 14. Método de acordo com a reivindicação 10, compreendendo ainda fornecer um acoplamento para acoplar a antena a uma fonte de corrente para a produção.

15. Método de acordo com a reivindicação 10, compreendendo ainda fornecer um acoplamento para a antena a eletrônicos para a recepção.

30 16. Ferramenta para executar perfilagem durante a perfuração (LWD), a ferramenta:

(a) antena multipolar compreendendo um condutor para produção e recepção de um campo magnético, o condutor compreendendo pelo

menos um cruzamento para fornecer um momento magnético em uma primeira porção da antena que é oposta ao momento magnético de uma segunda porção da antena.

FIG. 1

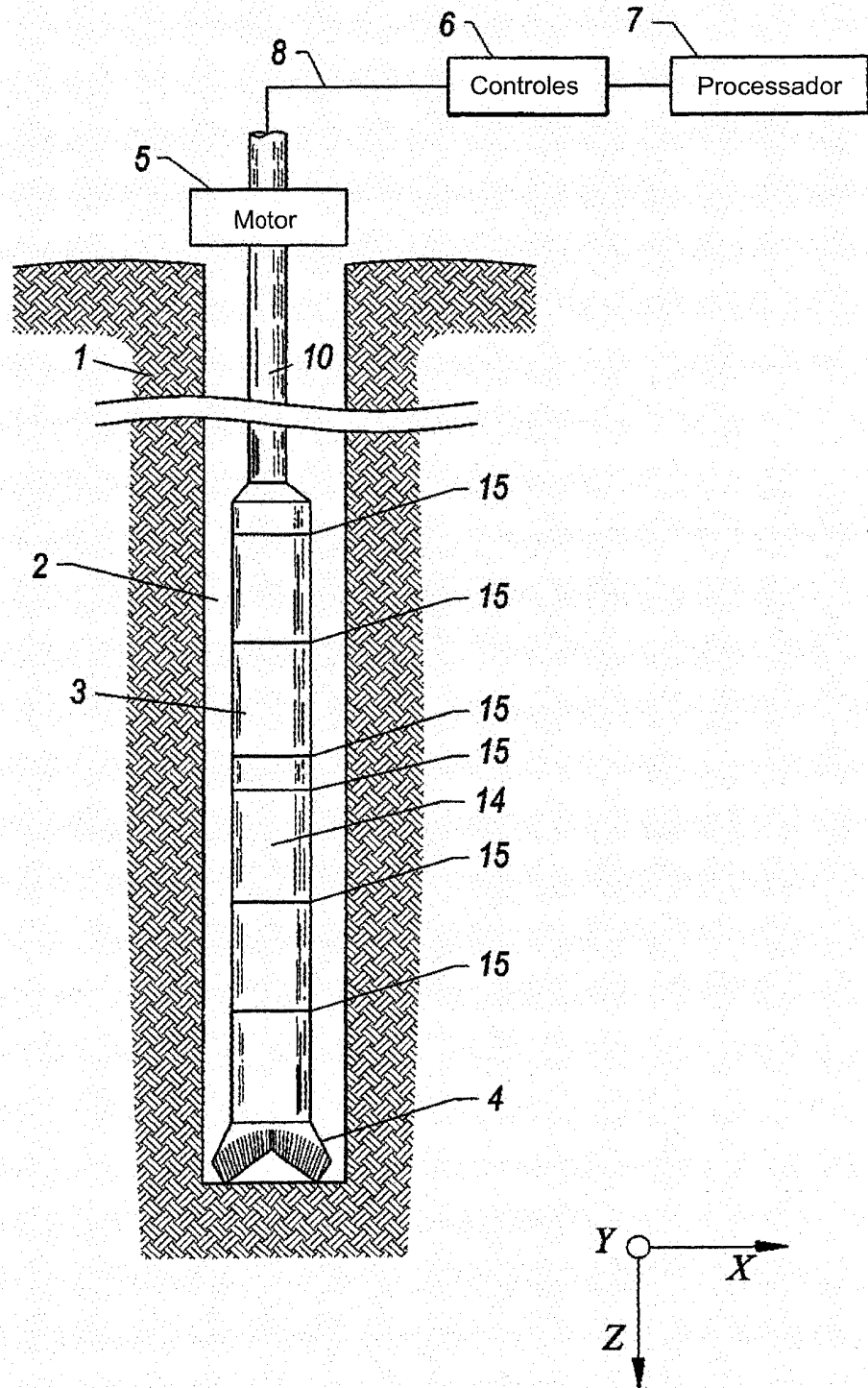


FIG. 2
Técnica Anterior

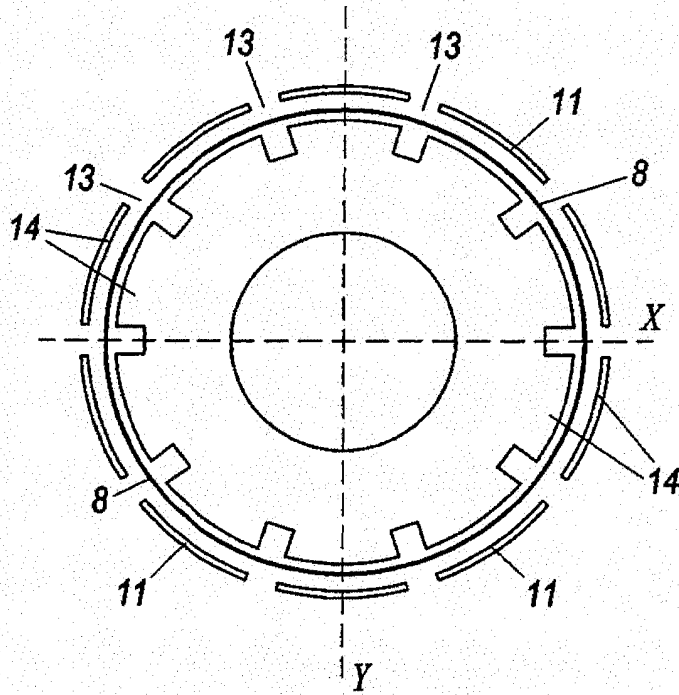


FIG. 3

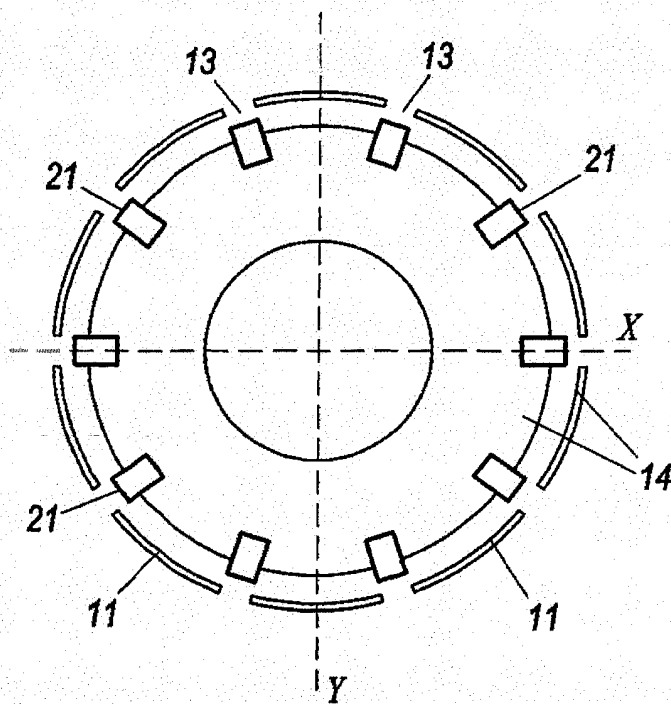


FIG. 4

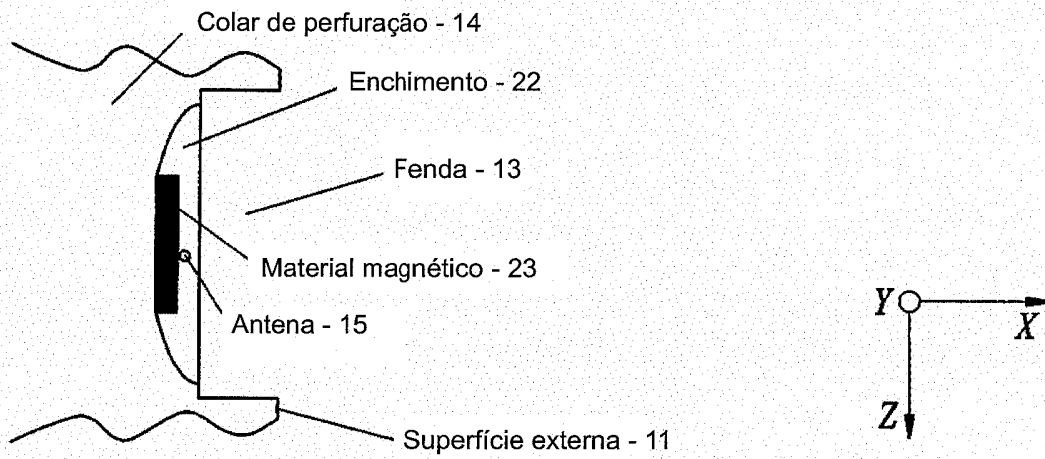


FIG. 5

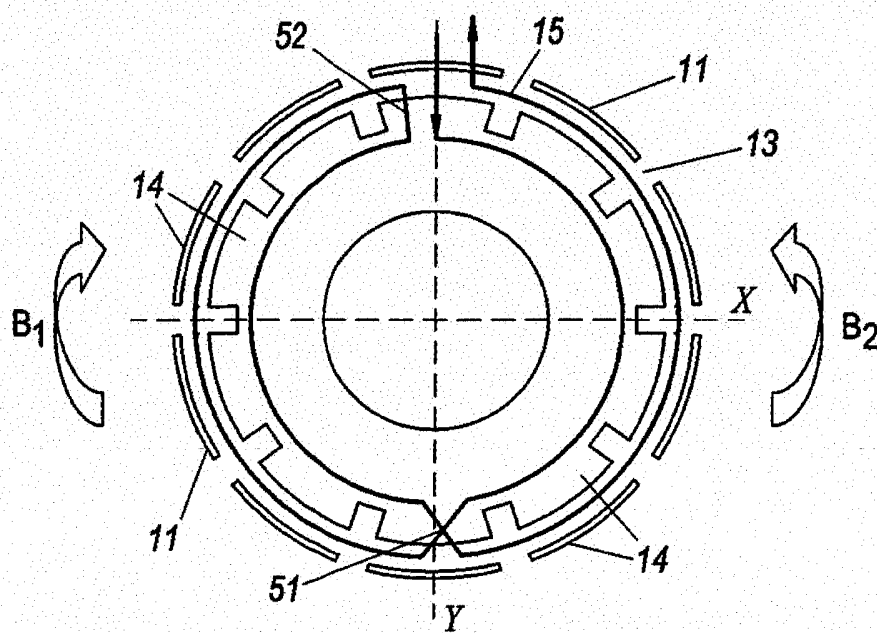


FIG. 6

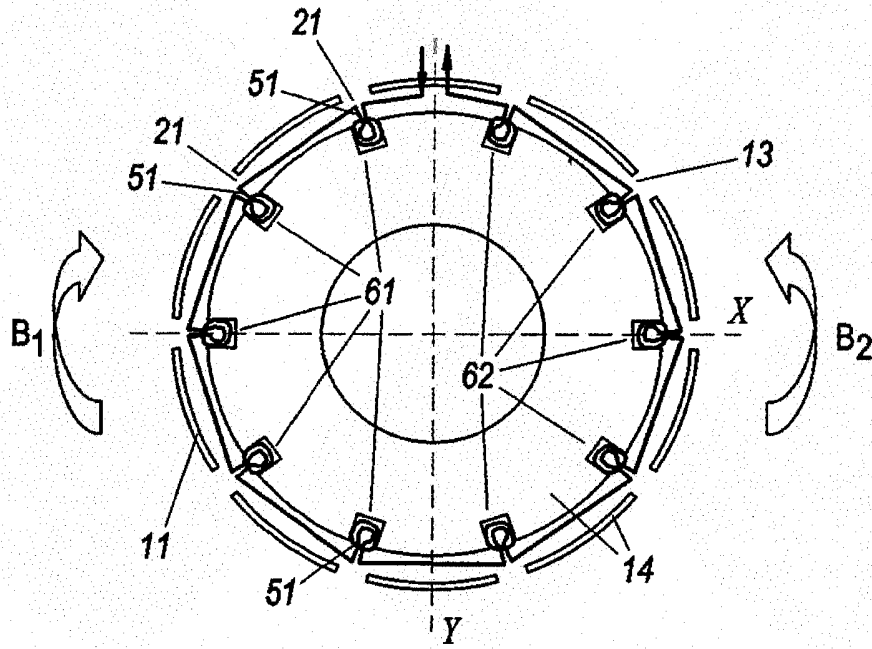
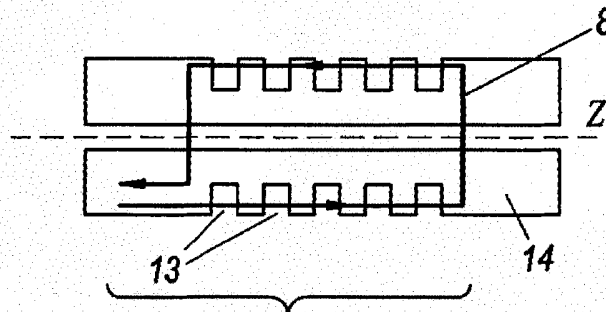


FIG. 7

Técnica Anterior



Antena monopolo transverso-71

FIG. 8

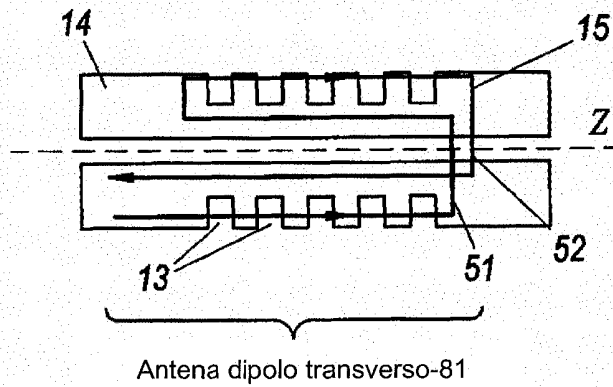


FIG. 9

