



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

**(11) PI 0702254-9 B1**

**(22) Data do Depósito: 03/04/2007**

**(45) Data de Concessão: 12/12/2017**



---

**(54) Título:** FERRAMENTA DE REGISTRO, E, MÉTODO EM UMA FERRAMENTA DE REGISTRO

**(51) Int.Cl.:** E21B 47/12

**(52) CPC:** E21B 47/12

**(73) Titular(es):** HALLIBURTON ENERGY SERVICES, INC.

**(72) Inventor(es):** IRMA VEHRA; JAMES J. FREEMAN; CHRISTOPHER A. GOLLA; RANDAL T. BESTE; MICHAEL S. BITTAR

## “FERRAMENTA DE REGISTRO, E, MÉTODO EM UMA FERRAMENTA DE REGISTRO”

### FUNDAMENTO DA INVENÇÃO

#### Campo da Invenção

[001] Várias concretizações da invenção são dirigidas a ferramentas de registro, tais como ferramentas de cabo de perfuração e ferramentas de registro usadas enquanto perfura. Mais particularmente, várias concretizações da invenção são dirigidas à calibração de sensores para compensar desvio de ferramenta que pode estar associado com temperatura e/ou idade da ferramenta.

#### Descrição da Técnica Relacionada

[002] Operações de perfuração modernas requerem uma grande quantidade de informação relativa aos parâmetros e condições encontradas furo abaixo. Tal informação tipicamente inclui características das formações de terra atravessadas pelo furo de sondagem, como também informação relativa ao próprio furo de sondagem.

[003] A coleta de informação relativa a condições furo abaixo, que é geralmente referida como "registro", pode ser executada através de vários métodos. Em registro por cabo de perfuração, um detector ou "sonda" é suspensa no furo de sondagem por meio de um cabo blindado (cabo de perfuração) depois que algum ou todo do poço foi perfurado. Também há ferramentas que coletam dados durante o processo de perfuração. Coletando, processando e transmitindo dados à superfície em tempo real enquanto perfura, a oportunidade de dados de medição de propriedades de formação é melhorada e, conseqüentemente, a eficiência de operações de perfuração é aumentada. Ferramentas que são usadas enquanto perfura podem ser referidas como ferramentas de medição enquanto perfura (MWD) ou de registro enquanto perfura (LWD). Enquanto pode haver alguma distinção entre MWD e LWD, os termos são freqüentemente usados de modo intercambiável, e para

propósitos desta especificação, o termo LWD será usado com a compreensão que LWD também pode se referir a operações de MWD.

[004] Uma formação contendo hidrocarbonetos tem certas características físicas bem conhecidas, tal como resistividade (o inverso de condutividade) dentro de uma gama particular. Medições de resistividade são baseadas em atenuação e deslocamento de fase de sinais eletromagnéticos se propagando pela formação, e assim é importante medir a amplitude e deslocamento de fase precisamente. Até mesmo pequenas quantidades de erro são relativamente significantes dada a pequena amplitude de sinais detectados no receptor, que são freqüentemente na ordem de 10 nV. Um fenômeno há muito conhecido como desvio de ferramenta introduz erros na medição de atenuação e deslocamento de fase. Em particular, quando temperatura de ferramenta varia, e quando a ferramenta envelhece, medições de atenuação e deslocamento de fase de um sinal eletromagnético recebido desviam. A quantidade de desvio varia de ferramenta para ferramenta, e pode ser significativa em poços profundos, onde temperaturas podem exceder 150°C.

[005] A fim de compensar desvio de ferramenta, ferramentas de registro da técnica relacionada podem ter sua resposta como uma função de temperatura determinada antes de desenvolvimento no furo de sondagem. As medições de furo abaixo são então compensadas baseadas em temperatura de furo abaixo e nas características de resposta de temperatura da ferramenta. Porém, determinar as características de resposta de temperatura de uma ferramenta é um processo muito demorado e laborioso, e não considera outros desvios que podem ser encontrados em uma ferramenta de registro, tal como o efeito de envelhecimento. Outras técnicas podem ser usar uma ferramenta de registro "compensada" tendo múltiplos pares de receptores simétricos. Porém, ferramentas que usam múltiplos pares de receptores simétricos requerem componentes e processamento adicionais. Ferramentas compensadas tendem a ser mais longas, assim de custo crescente. Além disso,

projeto de ferramenta "compensada" requer uma estrutura física particular da ferramenta, e assim ferramentas mais antigas podem não ser adequadas para ser substituídas com múltiplos pares de receptores simétricos.

### BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[006] Para uma descrição mais detalhada das várias concretizações da presente invenção, referência será feita agora aos desenhos acompanhantes, em que:

Figura 1 é um sistema de perfuração ilustrativo;

Figura 2 é uma vista esquemática de ferramenta de resistividade de acordo com concretizações da invenção; e

Figura 3 é um método de acordo com concretizações da invenção.

### NOTAÇÃO E NOMENCLATURA

[007] Certos termos são usados ao longo da descrição seguinte e reivindicações se referem a componentes de sistema particulares. Este documento não pretende distinguir entre componentes que diferem em nome, mas não função.

[008] Na discussão seguinte e nas reivindicações, os termos "incluindo" e "compreendendo" são usados de uma maneira geral, e assim deveriam ser interpretados significar "incluindo, mas não limitado a...". Também, o termo "acoplar" ou "acopla" é pretendido significar tanto uma conexão indireta ou direta. Assim, se um primeiro dispositivo se acopla a um segundo dispositivo, a conexão pode ser por uma conexão direta, ou por uma conexão indireta através de outros dispositivos e conexões.

### DESCRIÇÃO DETALHADA DA CONCRETIZAÇÃO PREFERIDA

[009] Figura 1 ilustra um sistema de perfuração. Em particular, um sistema de perfuração pode incluir um equipamento de perfuração 10 na superfície 12, suportando uma cadeia de broca 14. A cadeia de broca 14 pode ser uma montagem de seções de tubo de broca que são conectadas ponta a

ponta por uma plataforma de trabalho 16. Uma ponta de broca 32 acopla à extremidade inferior da cadeia de broca 14, e por operações de perfuração, a ponta 32 cria um furo de sondagem 18 por formações de terra 20 e 21. A cadeia de broca 14 tem em sua extremidade inferior uma montagem de furo de fundo (BHA) 26, qual BHA 26 pode incluir a ponta de broca 32, um motor de furo abaixo 40, uma ferramenta de registro 50 montada em seção de colar 55, e sensores direcionais localizados em um sub instrumento não magnético 60.

[0010] Fluido de perfuração é bombeado de uma cova 34 na superfície pela linha 37, na cadeia de broca 14 e à ponta de broca 32. Depois de fluir fora pela face da ponta de broca 32, o fluido de perfuração se eleva de volta à superfície pela área anular entre a cadeia de broca 14 e o furo de sondagem 18, onde é coletado e retornado à cova 34 para filtragem. O fluido de perfuração é usado para lubrificar e esfriar a ponta de broca 32 e remover cortes do furo de sondagem 18.

[0011] Um controlador de furo abaixo 22 controla a operação de transmissor de telemetria 28 e conduz a operação de componentes de furo abaixo. O controlador processa dados recebidos da ferramenta de registro 50 e/ou sensores no sub instrumento 60 e produz sinais codificados para transmissão à superfície pelo transmissor de telemetria 28. O controlador 22 também pode tomar decisões baseado nos dados processados.

[0012] Figura 2 ilustra uma ferramenta de resistividade 200 de acordo com concretizações da invenção, qual ferramenta tanto pode ser uma ferramenta de cabo de perfuração ou uma ferramenta de LWD, tal como a ferramenta de registro 50 (Figura 1). A ferramenta pode incluir uma pluralidade de regiões de diâmetro reduzido, tal como a região 202. Uma antena ou bobina com fio 204 é colocada na região 202 e espaçada longe do corpo de ferramenta 201 por uma distância constante. De acordo com concretizações da invenção, a bobina com fio 204 é uma bobina ou antena

transmissora, e bobinas com fio 206, 208 e 210 são bobinas receptoras. Em operação, a bobina transmissora 204 gera um sinal eletromagnético (EM) interrogante 212, que se propaga por uma formação circunvizinha e é recebido nas bobinas receptoras 206, 208 e 210. As bobinas receptoras, por sua vez, transmitem uma indicação dos sinais recebidos ao controlador (não mostrado na Figura 2), onde os sinais são digitalizados e processados. O controlador calcula a amplitude e fase de cada sinal eletromagnético. Relações de amplitude do sinal EM como entre as bobinas receptoras, como também a diferença de fase dos sinais EM como entre as bobinas receptoras, são indicativas de resistividade de uma formação circunvizinha.

[0013] De acordo com concretizações da invenção, calibração de ferramenta de resistividade 200 pode ser feita em tempo real para considerar desvio de ferramenta. Em particular, e de acordo com concretizações da invenção, um sinal de calibração é enviado pelos componentes receptores da mesma maneira como um sinal interrogante detectado pelas bobinas receptoras, e em algumas situações, o sinal de calibração é enviado sob aproximadamente as mesmas condições como um sinal interrogante é para ser recebido. Em vez de ser provido pelo transmissor na forma de uma onda eletromagnética, porém, um sinal de calibração de acordo com concretizações da invenção é provido por um gerador de sinal perto da componente eletrônico receptor. De acordo com algumas concretizações, a determinação de desvio de ferramenta é feita a um momento próximo quando a resistividade de formação está sendo medida (isto é, próximo bastante em tempo que as condições na ferramenta não mudaram significativamente).

[0014] Figura 2 também mostra vários componentes eletrônicos que incluem a ferramenta de resistividade 200. Para propósitos de ilustração, estes vários componentes eletrônicos são mostrados próximo ao corpo de ferramenta 201; porém, em operações reais, estes vários dispositivos eletrônicos seriam alojados dentro do corpo de ferramenta 201, ou dentro de

outras porções da BHA. Associado com cada uma das bobinas receptoras 206, 208 e 210 está um componente eletrônico receptor 214, 216 e 218, respectivamente. Bobina receptora 206 acopla ao componente eletrônico receptor 214 por suporte de fiação 220. Bobina receptora 208 acopla ao componente eletrônico receptor 216 por couraça 217. E bobina receptora 210 acopla ao componente eletrônico receptor 218 por suporte de fiação 219. Uma placa de calibração 228 (discutida mais completamente abaixo) acopla a cada componente eletrônico receptor. Cada componente eletrônico receptor também acopla a um processador (DSP), tal como o controlador 22 (Figura 1). Em algumas concretizações, cada uma das bobinas receptoras 206, 208 e 210, como também a bobina transmissora 204, incluem fios ou bobinas posicionadas ao redor do exterior do alojamento de ferramenta 201. As bobinas receptoras e transmissor, porém, podem ser equivalentemente outros tipos apropriados de transmissores e receptores, ou podem estar localizadas em outros locais adequados. Além disso, a ferramenta de resistividade 200 pode conter alternativamente bobinas transmissoras adicionais, e mais ou menos bobinas receptoras.

[0015] Cada componente eletrônico receptor 214, 216 e 218 é substancialmente idêntica, e assim a discussão seguinte, enquanto dirigida ao componente eletrônico receptor 214, é igualmente aplicável a cada um dos componentes eletrônicos receptores 214, 216 e 218. Em particular, o componente eletrônico receptor 214 inclui um transformador 224 que acopla indutivamente sinais interrogantes recebidos nos circuitos de amplificação, filtragem e memorização 234. O componente eletrônico receptor 214 também inclui um segundo transformador 222 que acopla indutivamente o atenuador 226 (discutido mais completamente abaixo) a ambas a bobina receptora 206 e os circuitos de amplificação, filtragem e memorização 234. Embora a Figura 2 ilustre dois transformadores 222 e 224 separados no componente eletrônico receptor 214, em concretizações alternativas, um único transformador com

múltiplos enrolamentos como mostrado pode ser usado.

[0016] Ainda se referindo à Figura 2, a ferramenta de resistividade 200 também inclui uma placa de calibração 228 que acopla a cada um dos componentes eletrônicos receptores 214, 216 e 218. De acordo com concretizações da invenção, a placa de calibração 228 inclui um gerador de onda senoidal 230, conversor digital para analógico (D/A) 232, e filtros e memórias temporárias 234. O gerador de onda senoidal 230 é projetado e configurado para criar uma onda senoidal de frequência e amplitude selecionáveis. A onda senoidal gerada por gerador de onda senoidal 230 ilustrativo acopla ao conversor D/A 232, e a versão analógica da onda senoidal criada pelo conversor D/A 232 então acopla aos filtros e memórias temporárias 234. Assim, o gerador de onda senoidal 230 como ilustrado na Figura 2 cria uma onda senoidal em um senso digital (um fluxo de valores digitais), e é convertido pelo conversor D/A a um sinal analógico. Em concretizações alternativas, o gerador de onda senoidal pode gerar diretamente a versão analógica da onda senoidal com a frequência e amplitude desejadas. A fim de gerar a onda senoidal de frequência e amplitude desejadas, o gerador de onda senoidal pode acoplar a um sinal de relógio (CLK) 238, e igualmente pode acoplar e receber comandos de um sinal de controle (CNTL) 236, que pode ser provido, por exemplo, pelo controlador 22 (Figura 1).

[0017] Ainda se referindo à Figura 2, a onda senoidal criada pela placa de calibração 228 é acoplada a cada um dos componentes eletrônicos receptores 214, 216 e 218, por exemplo por meio de suportes de fiação 240, 242 e 244, respectivamente. Uso da onda senoidal gerada por placa de calibração 228 será discutido com respeito ao componente eletrônico receptor 214 com a compreensão que a discussão é igualmente aplicável aos outros componentes eletrônicos receptores 216 e 218. A onda senoidal gerada pela placa de calibração 228 (em seguida referido como o sinal de calibração),

acopla ao atenuador 226 por meio do suporte de fiação 240. Em algumas concretizações, o atenuador 226 atenua o sinal de calibração tal que quando o sinal de calibração se propague pela bobina receptora 206 e componente eletrônico receptor 234 que tem aproximadamente a mesma intensidade de sinal como um sinal interrogante recebido na bobina receptora 206. Em algumas concretizações, um atenuador selecionável pode ser usado em cada componente eletrônico receptor, habilitando a amplitude de cada sinal de calibração ser personalizada à intensidade de sinal esperada em cada bobina receptora. Atenuação selecionável assim permite a amplificadores de placa receptora serem calibrados em tempo real a diferentes ajustes de ganho. Em algumas concretizações, o atenuador é construído de componentes passivos a fim de reduzir desvio. Depois de modificação pelo atenuador 226 (na maioria dos casos de atenuação), o sinal de calibração acopla indutivamente por transformador 222 à suporte de fiação 220, bobina receptora 206 e os vários conectores dele. O sinal de calibração então acopla indutivamente pelo transformador 224 ao componente eletrônico receptor 234. Depois de ser processado pelo componente eletrônico receptor, o sinal de calibração é transmitido ao DSP. Assim, cada sinal de calibração estimula substancialmente todos os componentes do circuito receptores, resultando em testar não só o componente eletrônico receptor, mas também a integridade das bobinas receptoras, suportes de fiação e vários conectores.

[0018] De acordo com algumas concretizações da invenção, a placa de calibração 228 está localizada perto do componente eletrônico receptor 214, 216 e 218. Neste contexto, "perto" significa mais perto do componente eletrônico receptor que da bobina transmissora. Porque a distância preferivelmente é relativamente curta, diafonia e interferência elétrica de sinais viajando no suporte de fiação é menos severa e menos provável. Além disso, e como ilustrado, o componente eletrônico transmissor 227 e componentes eletrônicos receptores 214, 216 e 218 são preferivelmente

isoladas em placas separadas, ademais minimizando o potencial para diafonia. Ainda ademais, a presença de um atenuador em cada placa receptora 214, 216 e 218 permite a um sinal de calibração de intensidade de sinal significativamente maior ser transmitido entre a placa de calibração 228 e os vários componentes eletrônicos receptores 214, 216 e 218, assim melhorando a relação de sinal para ruído de um sinal de calibração recebido em cada componente eletrônico receptor.

[0019] Outra vantagem de muitas concretizações da invenção é o uso de um gerador de sinal para gerar o sinal de calibração, em lugar de uso do componente eletrônico transmissor. Usando um sistema independente gerando sinais de baixo nível para a entrada de receptor, reduz a quantidade de potência requerida para gerar o sinal de calibração, estendendo a vida de bateria em dispositivos de LWD. Uso de um gerador de sinal separado para o sinal de calibração também permite colocação do gerador de sinal perto dos componentes receptores, evitando a necessidade por suportes de fiação longos entre o componente eletrônico transmissor e o componente eletrônico receptor.

[0020] Figura 3 ilustra um método de acordo com concretizações da invenção. Em particular, o processo ilustrativo começa transmitindo um sinal de calibração conhecido por cada componente eletrônico receptor para produzir um primeiro conjunto de sinais de calibração de medição (bloco 310). Depois disso, a ferramenta de registro é colocada em um furo de sondagem (bloco 320). Em concretizações alternativas, a calibração inicial (bloco 310) pode ser completada depois que a ferramenta é colocada dentro do furo de sondagem (bloco 320). A um momento depois da calibração inicial (bloco 310), outro sinal de calibração conhecido é transmitido por cada componente eletrônico receptor (bloco 330), produzindo um segundo conjunto de sinais de calibração medidos. Depois disso, um sinal interrogante pode ser transmitido pela formação e recebido pela ferramenta de registro

(bloco 340). Embora o método ilustrativo da Figura 3 mostre que a transmissão do sinal interrogante é feita depois de medir o segundo conjunto de sinais de calibração, em concretizações alternativas, a transmissão de sinais interrogantes pela formação pode executada antes da segunda transmissão do sinal de calibração. Indiferente da ordem precisa, é preferível que o segundo sinal de calibração seja provido à bobina receptora e componente eletrônico receptor sob condições semelhantes como recebido do sinal de interrogação pela formação. Depois disso, o desvio de ferramenta é determinado, possivelmente por comparação dos sinais de calibração medidos (bloco 350). Depois de determinar o desvio de ferramenta (bloco 350), os sinais de interrogação recebidos são corrigidos para desvio de ferramenta (bloco 360). Finalmente, um cálculo de resistividade pode ser feito usando os sinais de interrogação corrigidos para desvio (bloco 370). Porque o sinal de calibração é transmitido pela ferramenta de resistividade sob as mesmas condições (ou bem semelhantes) àquelas que a ferramenta está operando sob furo abaixo, os efeitos de desvio de ferramenta em cada sinal de calibração e no sinal interrogante recebido são substancialmente os mesmos, assim fazendo a correção para desvio de ferramenta mais precisa.

[0021] Em algumas concretizações, correção para desvio de ferramenta pode ser realizada furo abaixo, tal como pelo controlador 22 (Figura 1). Nestes casos, o controlador pode enviar leituras de resistividade à superfície, onde os dados subjacentes já foram corrigidos para desvio de ferramenta. Em concretizações alternativas, os conjuntos de sinais de calibração podem ser enviados por telemetria à superfície, junto com os sinais de interrogação recebidos, e computadores de superfície (não especificamente mostrados) podem fazer as correções apropriadas para desvio de ferramenta. Em casos onde dispositivos de furo abaixo fazem correções para desvio de ferramenta e calculam resistividade, decisões considerando parâmetros de perfuração (tal como direção), também podem ser feitas furo abaixo.

[0022] Uma vantagem das várias concretizações é a habilidade para testar as bobinas receptoras e suportes de fiação. Incluindo estes componentes, um quadro completo é provido de possíveis fontes de desvio de ferramenta. No entanto, é acreditado que desvio é associada principalmente com componente eletrônico ativo, e mais especificamente o componente eletrônico ativo associado com processar o sinal detectado nas bobinas receptoras. O termo "ativo" como usado aqui significa um circuito que requer energia externa para operar, ao invés de circuitos "passivos" que não requerem uma provisão externa para operar. O desvio em fase e ganho devido às antenas receptores e suporte de fiação permanece relativamente estável, devido à natureza passiva destes componentes. Assim, é acreditado que a redução ou eliminação de desvio no componente eletrônico receptor ativa resulta na eliminação da maioria de desvio na ferramenta de registro. De acordo com concretizações alternativas da invenção, o sinal de calibração pode ser provido só pelos componentes ativos.

[0023] Enquanto várias concretizações desta invenção foram mostradas e foram descritas, modificações delas podem ser feitas por alguém qualificado na técnica sem partir do espírito ou ensinamento desta invenção. Por exemplo, qualquer número de transmissores ou receptores pode ser usado. Além disso, embora seja esperado que calibração de pelo menos o componente eletrônico receptor ativa em uma ferramenta de resistividade seja a abordagem mais efetiva em custo e eficiente para minimizar os efeitos de desvio em medições de ferramenta de resistividade, deveria ser apreciado que as várias concretizações podem ser aplicadas a qualquer componente de uma ferramenta que está sujeita ao desvio de ferramenta. Ainda ademais, aplicar sinal de calibração de baixa intensidade à bobina receptora e componente eletrônico economiza energia sobre aplicar um grande sinal a transmissor, e assim as concretizações são particularmente adequadas a um ambiente de LWD; porém, as várias concretizações também podem achar aplicação em

uma ferramenta de cabo de perfuração. Por conseguinte, a extensão de proteção não está limitada às concretizações descritas aqui, mas só está limitada pelas reivindicações que seguem, a extensão de quais incluirá todos os equivalentes do assunto das reivindicações.

REIVINDICAÇÕES

1. Ferramenta de registro (50) compreendendo:

um corpo de ferramenta (201);

uma antena transmissora (204) associada com o corpo de ferramenta (201);

um componente eletrônico transmissor (227) acoplado à antena transmissora (204);

uma primeira antena receptora (206) associada com o corpo de ferramenta (201);

um primeiro componente eletrônico receptor (214) acoplado à primeira antena receptora (206); e

um gerador de sinal (230) separado do primeiro componente eletrônico transmissor (227), o gerador de sinal (230) acoplado ao primeiro componente eletrônico receptor (214), e o primeiro gerador de sinal (230) provê um sinal de calibração ao primeiro componente eletrônico receptor (214);

a ferramenta de registro (50), caracterizada pelo fato de que o primeiro componente eletrônico receptor (214) compreende:

um circuito atenuador (226);

um circuito de amplificação (234) acoplado ao circuito atenuador (226) e à primeira antena receptora (206);

em que o circuito atenuador (226) atenua o sinal de calibração para criar um sinal de calibração atenuado que é provido ao circuito de amplificação (234);

em que o sinal de calibração atenuado também é provido à antena receptora (206); e

um transformador (224) que acopla indutivamente sinais interrogantes recebidos na primeira antena receptora (206) ao circuito de amplificação (234);

um segundo transformador (222) que acopla indutivamente o circuito atenuador (226) a ambas primeira antena receptora (206) e circuito de amplificação (234).

2. Ferramenta de registro (50), de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de compreender ainda:

uma segunda antena receptora (208); e

um segundo componente eletrônico receptor (216) acoplado à segunda antena receptora (208) e ao gerador de sinal (230);

em que o gerador de sinal (230) provê o sinal de calibração ao segundo componente eletrônico receptor (216).

3. Ferramenta de registro (50), de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que o circuito atenuador (226) atenua seletivamente o sinal de calibração.

4. Ferramenta de registro (50), de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que o corpo de ferramenta (201) é configurado para uso como uma ferramenta de registro por cabo de perfuração.

5. Ferramenta de registro (50), de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que o corpo de ferramenta (201) é configurado para uso como uma ferramenta de registro enquanto perfura.

6. Ferramenta de registro (50), de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que o componente eletrônico transmissor (227) e a antena transmissora (204) geram um sinal de interrogação (212) que se propaga por uma formação cercado o corpo de ferramenta (201); e a ferramenta de registro (50) compreendendo ainda:

um gerador de sinal (230) acoplado à primeira antena receptora (206) e ao primeiro componente eletrônico receptor (214), o gerador de sinal (230) gera um sinal de calibração;

em que o gerador de sinal (230) provê o sinal de calibração à primeira antena receptora (206) e ao primeiro componente eletrônico receptor

(214) a momentos quando a antena transmissora (204) e o componente eletrônico transmissor (227) estão inativos.

7. Ferramenta de registro (50), de acordo com a reivindicação 6, caracterizada pelo fato de compreender ainda:

uma segunda antena receptora (208); e

um segundo componente eletrônico receptor (216) acoplado à segunda antena receptora (208) e ao gerador de sinal (230);

em que o gerador de sinal (230) provê o sinal de calibração à segunda antena receptora (208) e ao segundo componente eletrônico receptor (216).

8. Método em uma ferramenta de registro, caracterizado pelo fato de compreender:

prover um primeiro sinal de calibração (310) a um circuito atenuador (226) e, através de transformadores (222, 224) a um circuito de amplificação (234) compreendido em um primeiro componente eletrônico receptor (214) de uma ferramenta de registro (50), o primeiro sinal de calibração gerado em um componente eletrônico de calibração (228), o componente eletrônico de calibração (228) diferente do componente eletrônico transmissor (227) acoplado a uma antena transmissora (204);

fazer uma primeira medição de calibração baseada em uma resposta do primeiro componente eletrônico receptor (214) ao primeiro sinal de calibração;

colocar (320) dita ferramenta de registro (50) em um furo de sondagem;

prover um segundo sinal de calibração (330) ao circuito atenuador (226) e, através de transformadores (222, 224) a um circuito de amplificação (234) compreendido no primeiro componente eletrônico receptor (214), o segundo sinal de calibração gerado no componente eletrônico de calibração (228);

fazer uma segunda medição de calibração baseada em uma resposta do primeiro componente eletrônico receptor (214) ao segundo sinal de calibração; e

determinar (350) o desvio de ferramenta para o primeiro componente eletrônico receptor (214) baseado na primeira medição de calibração e na segunda medição de calibração.

9. Método, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que prover o primeiro sinal de calibração inclui adicionalmente prover o primeiro sinal de calibração do componente eletrônico de calibração (228) perto do primeiro componente eletrônico receptor (214).

10. Método, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que prover o primeiro sinal de calibração inclui adicionalmente prover o primeiro sinal de calibração ao primeiro componente eletrônico receptor (214) e uma primeira antena receptora (206) associada.

11. Método, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de compreender ainda:

transmitir um primeiro sinal por uma formação cercado a ferramenta de registro (50) para produzir uma primeira resistividade de formação medida; e

ajustar a resistividade de formação medida pelo desvio de ferramenta para produzir um resistividade (370) de formação ajustada.

12. Método, de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de compreender ainda transmitir a medição de resistividade de formação ajustada de um local dentro do furo de sondagem para um local fora do furo de sondagem.

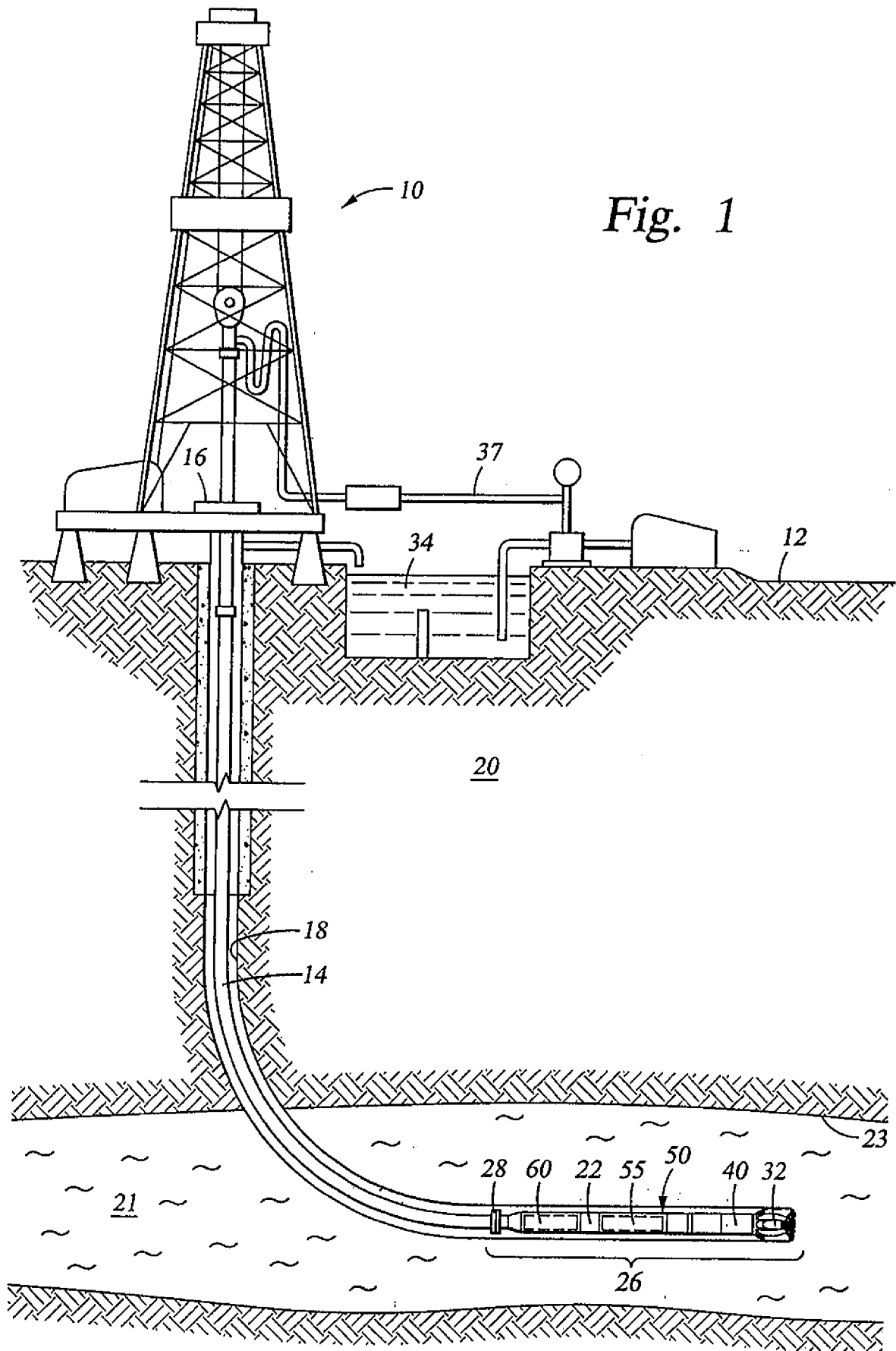
13. Método, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que determinar o desvio de ferramenta ademais inclui determinar um desvio de atenuação.

14. Método, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado

pelo fato de que determinar o desvio de ferramenta ademais inclui determinar um desvio de fase.

15. Método, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que determinar o desvio de ferramenta ademais inclui determinar enquanto a ferramenta de registro está no furo de sondagem.

16. Método, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de compreender ainda fazer a segunda medição de calibração perto em tempo para medir uma propriedade de formação com a ferramenta de registro.



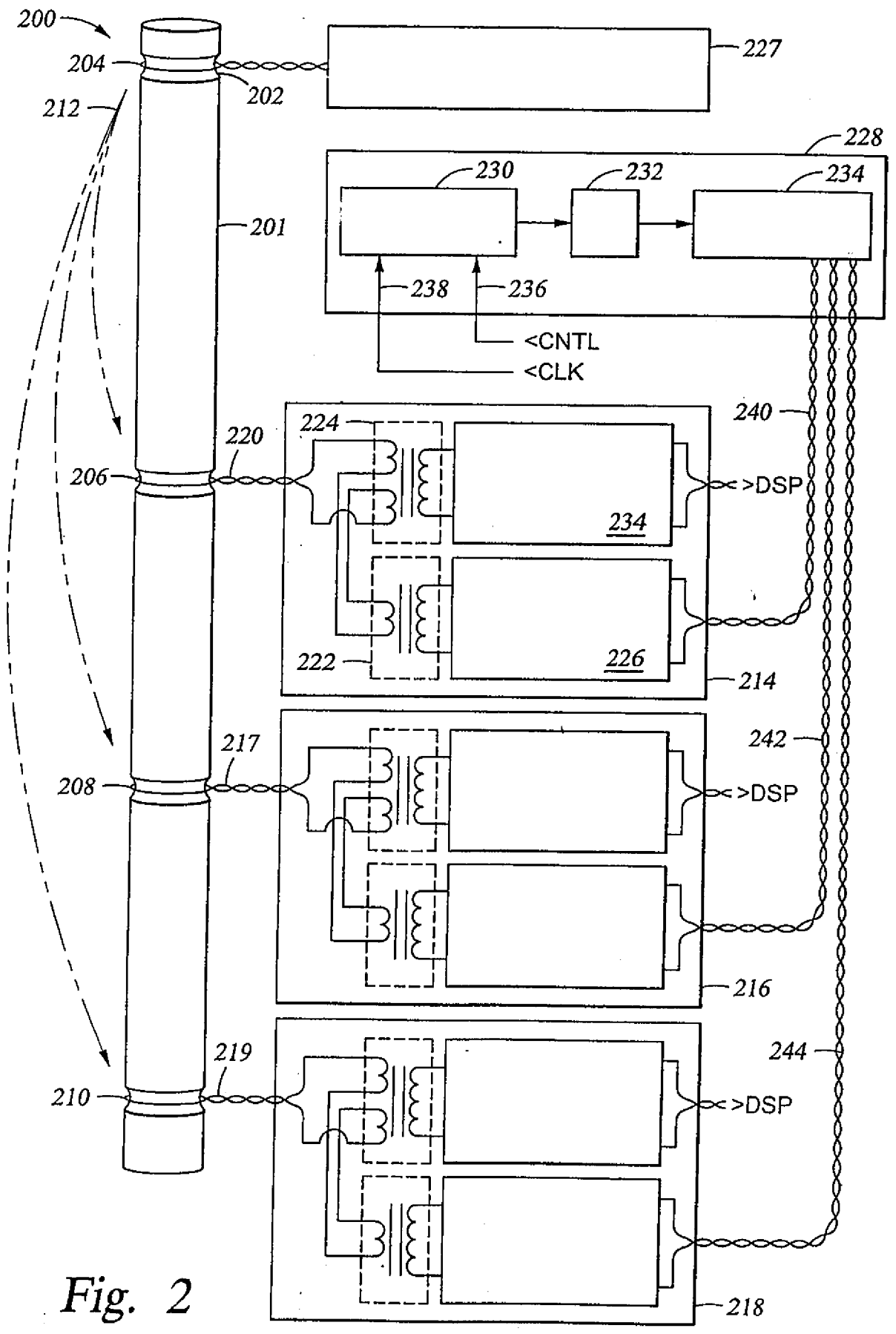
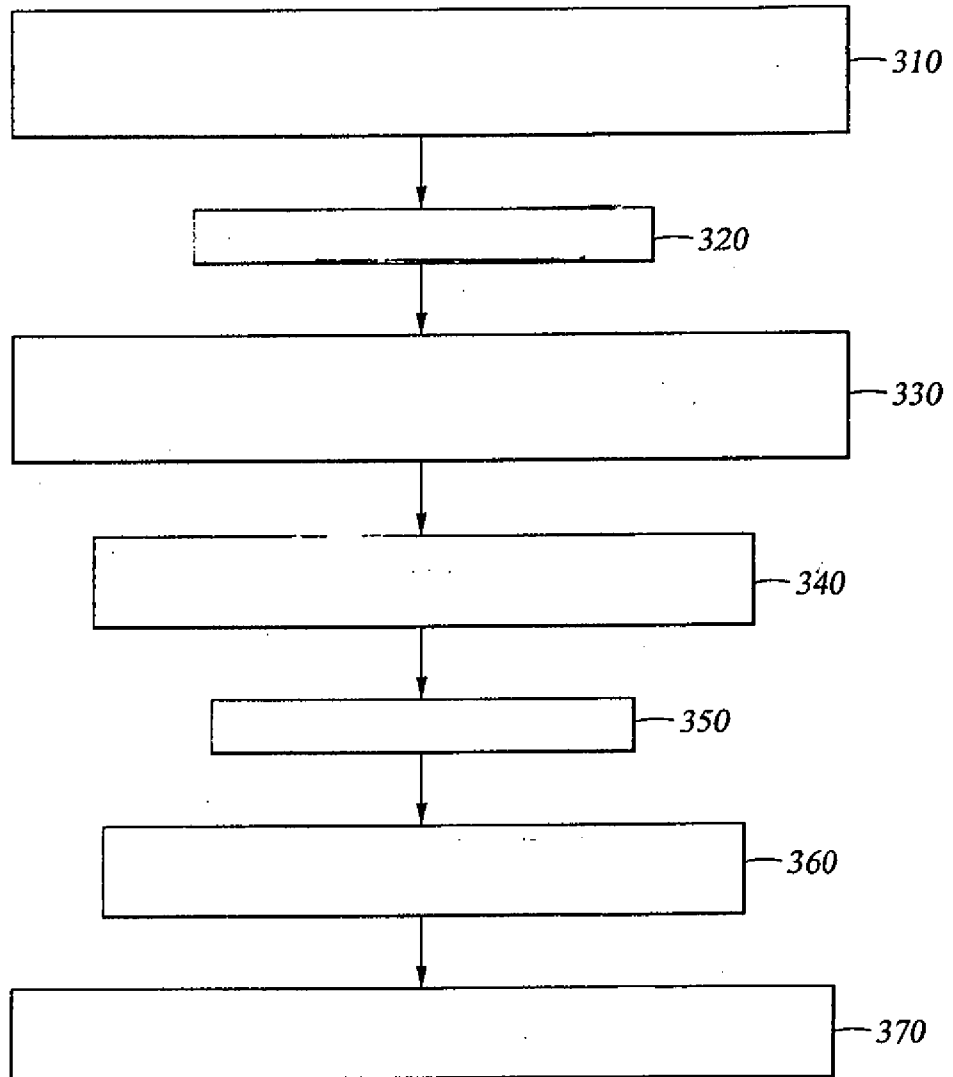


Fig. 2



*Fig. 3*