



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

**(11) PI 0909219-6 B1**



**(22) Data do Depósito: 26/03/2009**

**(45) Data de Concessão: 02/03/2021**

---

**(54) Título:** MÉTODO PARA CORREÇÃO DE DADOS COLETADOS COM UM INSTRUMENTO EMISSOR DE NÊUTRON E INSTRUMENTO EMISSOR DE NÊUTRON

**(51) Int.Cl.:** G01V 5/10; G01V 5/04; G01N 23/00; G01T 3/00.

**(30) Prioridade Unionista:** 26/03/2008 US 12/055,599.

**(73) Titular(es):** BAKER HUGHES INCORPORATED.

**(72) Inventor(es):** XIAOGANG HAN; RICHARD PEMPER.

**(86) Pedido PCT:** PCT US2009038314 de 26/03/2009

**(87) Publicação PCT:** WO 2009/120817 de 01/10/2009

**(85) Data do Início da Fase Nacional:** 24/09/2010

**(57) Resumo:** CORREÇÃO DE FUNDO INELÁSTICO PARA UM INSTRUMENTO PULSADO A NÊUTRON. A presente invenção refere-se a um método para a correção dos dados coletados com um instrumento emissor de nêutron que inclui: a obtenção de dados de caracterização para o instrumento, os dados de caracterização incluindo os dados de fundo inelástico do instrumento e a correção dos dados coletados de acordo com os dados de caracterização. Um produto de programa de computador e um instrumento são fornecidos.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**MÉTODO PARA CORREÇÃO DE DADOS COLETADOS COM UM INSTRUMENTO EMISSOR DE NÊUTRON E INSTRUMENTO EMISSOR DE NÊUTRON**".

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

1. Campo da Invenção

[0001] A presente invenção refere-se à instrumentação nuclear e, em particular, a um instrumento de nêutron útil para avaliações geológicas.

2. Descrição da Técnica Relacionada

[0002] Na busca por materiais petroquímicos, tais como óleo e gás, muitas técnicas são usadas para avaliar os materiais de subsuperfície. Tipicamente, os materiais de subsuperfície são avaliados pela perfuração de poços na terra e execução de medições com vários instrumentos. A execução das medições é geralmente citada como "perfilagem do poço".

[0003] A perfilagem do poço é uma técnica usada para obter propriedades de medição dos materiais de subsuperfície dos poços. Em uma modalidade, um "instrumento de perfilagem" é abaixado na extremidade de um cabo de aço para dentro de um poço. O instrumento de perfilagem envia os dados através do cabo de aço para a superfície para registro. Em algumas outras modalidades, a perfilagem é executada enquanto perfurando, pelo uso de instrumentação incluída dentro de uma coluna de perfuração.

[0004] A medição da radiação gama que ocorre naturalmente (ou raios gama) é uma maneira para determinar as características dos materiais de subsuperfície. Dessa maneira, um detector de radiação gama pode ser usado como um componente do instrumento de perfilagem.

[0005] Os raios gama podem ser emitidos a partir de vários

materiais da subsuperfície. Por exemplo, os raios gama podem ser emitidos das várias camadas de formação e dos materiais do poço tal como lama. Em particular, a lama pode conter emissores naturais de radiação gama, tal como potássio. À medida que o detector de radiação gama se move ao longo do poço, os raios gama das várias fontes podem entrar no detector de radiação gama e ser detectados.

[0006] O detector de raios gama pode ser usado para estimar a energia de cada raio gama que entra no detector. Os níveis de energia do raio gama podem ser usados para criar espectros de energia do raio gama. Os espectros de energia do raio gama refletem tipos e quantidades de elementos (citados como rendimentos elementares em separação) nas camadas de formação e nos materiais do poço.

[0007] Outras técnicas podem tirar vantagem das medições dos raios gama. Por exemplo, uma fonte de nêutron pode ser usada para ativar os vários materiais de subsuperfície no ambiente de e circundando o poço. A ativação do nêutron resulta em emissões adicionais de raio gama. Dessa maneira, a ativação do nêutron dos materiais de subsuperfície é útil para gerar dados adicionais descritivos dos materiais da subsuperfície.

[0008] Um instrumento útil para executar a ativação do nêutron e análises de ativação é o instrumento FLEX<sup>®</sup>, comercialmente disponível de Baker Hughes Incorporated, de Houston, Texas. Com o instrumento FLEX, em geral, um pulso de nêutrons é usado para ativar os núcleos dos materiais de subsuperfície. Os nêutrons interagem com os núcleos, que podem emitir raios gama característicos, na maioria das vezes através de um de dois processos, a dispersão inelástica do nêutron e a captura do nêutron. Os raios gama da dispersão inelástica do nêutron ocorrem durante, ou logo depois de, o pulso de nêutrons. Os raios gama resultantes dos eventos de captura do nêutron são tipicamente retardados. Os raios gama podem ser detectados com vários detectores

de radiação gama.

[0009] Os raios gama resultantes das interações inelásticas do nêutron são usados para criar espectros de energia de "raio gama inelástico" enquanto as emissões de raios gama retardadas geralmente proporcionam espectros de energia do "raio gama de captura". Dados dos dois tipos de espectros de energia de raio gama são usados para deduzir os rendimentos elementares dos materiais de subsuperfície circundantes.

[00010] Infelizmente, um número significativo de raios gama de fundo é gerado a partir da matéria dentro do próprio instrumento. Esses raios gama de fundo interferem com a coleta dos sinais de dados dos materiais de subsuperfície. Embora raios gama de fundo resultantes da captura do nêutron possam ser reduzidos pela aplicação de um material, tal como boro, no exterior do alojamento do instrumento para impedir a interação do nêutron térmico externo com os materiais da ferramenta, nenhum material conhecido existe para a absorção de nêutrons rápidos que interagem com os materiais da ferramenta. Consequentemente, a análise dos espectros de raio gama associados com a dispersão inelástica do nêutron torna-se mais difícil para analisar.

[00011] O que são necessárias são técnicas para corrigir as medições da radiação gama emitida dos materiais de subsuperfície, onde a radiação gama é produzida pela dispersão inelástica do nêutron. Em particular, técnicas são necessárias para compensar a radiação gama resultante dos sinais de interferência, tal como raios gama de dentro do próprio instrumento de inspeção.

#### BREVE SUMÁRIO DA INVENÇÃO

[00012] É descrito um método para correção dos dados coletados com um instrumento emissor de nêutron, que inclui: a obtenção de dados de caracterização para o instrumento, os dados de caracterização incluindo dados de fundo inelástico do instrumento e a

correção dos dados coletados de acordo com os dados de caracterização.

[00013] Também é descrito um produto de programa de computador que inclui instruções legíveis por máquina armazenadas em meios legíveis por máquina, as instruções para corrigir os dados coletados com um instrumento emissor de nêutron, pela implementação de um método que inclui: a obtenção de dados de caracterização armazenados para o instrumento, os dados de caracterização incluindo dados de fundo inelástico do instrumento e a correção dos dados coletados de acordo com os dados de caracterização.

[00014] Também é descrito um instrumento para a avaliação dos materiais de subsuperfície, que inclui: uma fonte de nêutron em comunicação nuclear com os materiais de subsuperfície; pelo menos um detector de gama em comunicação nuclear com os materiais de subsuperfície; uma saída de dados do pelo menos um detector de gama para proporcionar os dados coletados para um processador; o processador equipado com acesso às instruções legíveis por máquina armazenadas nos meios legíveis por máquina, as instruções para corrigir os dados coletados pela obtenção de dados de caracterização armazenados para o instrumento, os dados de caracterização incluindo dados de fundo inelástico do instrumento e a correção dos dados coletados de acordo com os dados de caracterização e uma saída para fornecer os dados corrigidos para um usuário.

#### BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[00015] A matéria em questão que é considerada como a invenção é particularmente evidenciada e distintamente reivindicada nas reivindicações na conclusão do relatório descritivo. O precedente e outros aspectos e vantagens da invenção são evidentes a partir da descrição detalhada seguinte tomada em conjunto com os desenhos acompanhantes nos quais:

A figura 1 ilustra uma modalidade exemplar de um instrumento de perfilagem em um poço que penetra a terra,

A figura 2 representa aspectos de outra modalidade exemplar do instrumento de perfilagem,

A figura 3 representa volumes de inspeção exemplares para um instrumento de nêutron pulsado,

A figura 4 representa espectros de captura para um volume de calcário. Em combinação, os espectros mostram o efeito da colocação de boro no alojamento do instrumento,

A figura 5 representa os espectros resultantes da remoção dos raios gama de fundo inelástico do instrumento e

A figura 6 representa um método exemplar para estimar e remover um sinal de fundo interferente do instrumento.

#### DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

[00016] São descritas técnicas para descontar os dados associados com a ativação do nêutron de componentes de um instrumento dentro do poço usado para executar a ativação do nêutron dos materiais de subsuperfície. A contabilidade proporciona a remoção efetiva de um sinal de radiação de fundo interferente de um sinal de dados bruto e resulta em um sinal de dados corrigido. Como um exemplo, as técnicas proporcionam o desconto do sinal de radiação de fundo interferente resultante da ativação dos componentes dentro do instrumento do sinal de dados bruto medido por um detector de gama. O desconto resulta em um sinal de dados corrigido descritivo das propriedades dos materiais de subsuperfície e é relativamente livre de dados do sinal de radiação de fundo interferente.

[00017] Com referência agora à figura 1, um instrumento de perfilagem de poço exemplar 10 é mostrado disposto em um poço 2. O poço 2 é perfurado através da terra 7 e penetra em formações 4, que incluem várias camadas de formação 4A-4E. O instrumento de

perfilagem 10 pode ser abaixado para dentro e retirado do poço 2 pelo uso de um cabo elétrico armado 6 ou transporte similar como é conhecido na técnica.

[00018] Nas modalidades típicas, o poço 2 inclui materiais, tal como seria encontrado na exploração petrolífera, incluindo uma mistura de líquidos, tais como água, fluido de perfuração, lama, óleo, gases e fluidos de formação como pode ser inerente aos arredores. O versado na técnica reconhecerá que os vários aspectos geológicos como podem ser encontrados em um ambiente de subsuperfície podem ser citados como "formações", e que o arranjo dos materiais abaixo do poço (isto é, dentro do poço) pode ser citado como "materiais de subsuperfície". Isto é, as formações são formadas de materiais de subsuperfície. Dessa maneira, como usado aqui, deve ser considerado que embora o termo "formação" se refira de forma geral às formações geológicas de interesse, e "material de subsuperfície", ele inclui quaisquer materiais de interesse, tais como fluidos, gases, líquidos e assim por diante e podem incluir outros materiais, tal como lama de perfuração.

[00019] Os ensinamentos aqui propiciam executar medições precisas de propriedades dos materiais de subsuperfície. Em particular, certas medições são corrigidas para remover a radiação gama emitida do instrumento 10. Antes que o instrumento de perfilagem 10 e as técnicas sejam discutidos em detalhes, certas definições são fornecidas.

[00020] Como usado aqui, o termo "detector de radiação gama" se refere aos instrumentos que medem a radiação gama que entra no instrumento. Por exemplo, o detector de radiação gama pode usar um material cintilador que interage com a radiação gama e produz fótons que são detectados por um tubo fotomultiplicador acoplado na eletrônica. Detectores de radiação gama exemplares incluem, sem limitação, iodeto de sódio (NaI), iodeto de cério (CsI), germanato de

bismuto (BGO), iodeto de tálio (TII) e outros cristais orgânicos, cristais inorgânicos, plásticos e combinações desses.

[00021] Também como usado aqui, o termo "dados de caracterização" geralmente faz referência a um perfil radiológico (por exemplo, um perfil de emissão gama) do instrumento. Mais especificamente, o instrumento exibirá certas características radiológicas. Em várias modalidades, essas características são um resultado da irradiação com nêutrons, e a ativação dos componentes do instrumento que podem resultar finalmente na emissão dos raios gama provenientes dos componentes. Modalidades não limitadoras para a geração dos dados de caracterização são fornecidas aqui.

[00022] O termo "geometria do detector" se refere a uma configuração do detector de radiação gama. A geometria do detector pode incluir um tamanho e uma forma do material cintilador e fotomultiplicador. O termo "geometria de colocação" se refere à colocação de um detector de radiação gama dentro do instrumento de perfilagem 10 ou em relação ao volume circundante. O termo "perfilagem sem interromper a perfuração" (LWD) se refere à obtenção dos parâmetros de medição do poço 2 enquanto a perfuração está acontecendo. O termo "sonda" se refere a uma seção da ferramenta de perfilagem do poço 10 que contém sensores de medição em oposição à seção que contém a eletrônica e os abastecimentos de força.

[00023] Os termos "captura de nêutron" ou "captura" fazem referência a um tipo de interação nuclear na qual um nêutron colide com um núcleo atômico e é absorvido no núcleo formando um núcleo mais pesado. Como resultado, o núcleo mais pesado entra em um estado de energia maior. Pelo menos um pouco da energia da interação da captura do nêutron é geralmente perdida na emissão dos raios gama.

[00024] Os termos "colisão inelástica", "dispersão inelástica do nêutron" ou "inelástico" fazem referência a uma colisão na qual um



nêutron que chega interage com um núcleo alvo e faz com que o núcleo fique excitado, dessa maneira liberando um raio gama antes de retornar para o estado de terra. Nas colisões inelásticas, o nêutron que chega transfere um pouco da sua energia para o núcleo alvo antes que essa energia seja liberada na forma de um raio gama.

[00025] Além disso, deve ser observado que uma variedade de fontes emissoras de nêutron é conhecida. Exemplos incluem fontes de amerício-berílio (AmBe), fontes de plutônio-berílio (PuBe), fontes de califórnio (por exemplo, Cf-242) e outras. Portanto, embora os ensinamentos aqui sejam geralmente direcionados para uma fonte de nêutron pulsada, deve ser reconhecido que o termo "emissor de nêutron" pode ser considerado com referência à variedade de fontes agora disponível ou subsequentemente planejadas.

[00026] Com referência agora à figura 2, é mostrado um instrumento de perfilagem exemplar que usa emissões de nêutron pulsado. Nesse exemplo não limitador, o instrumento 10 faz uso de um detector de cintilação de BGO, eletrônica dentro do poço de alta velocidade e uma fonte de nêutron baseada em acelerador capaz de pulsar em altas frequências. Essa instrumentação é acondicionada dentro de um alojamento de titânio de alta resistência. O nêutron e os materiais de proteção do raio gama são estrategicamente colocados dentro do instrumento 10 para impedir a detecção dos raios gama a partir de direções desfavoráveis. Uma proteção rebaixada, de boro-carbureto resistente à abrasão (B<sub>4</sub>C) é colocada no alojamento sobre a seção detectora, reduzindo o fundo do raio gama de captura.

[00027] Enquanto operando no ambiente do poço na subsuperfície, a fonte de nêutron pulsado sincronizada eletronicamente emite nêutrons tendo uma energia de aproximadamente 14 MeV. Os nêutrons são emitidos para dentro da(s) formação (ões) ambiente(s) 4 e os materiais de subsuperfície. Em aproximadamente 1-2  $\mu$ s, esses nêutrons rápidos

prontamente interagem com os núcleos dos materiais de subsuperfície circundantes e dispersam de maneira elástica, bem como de maneira inelástica, finalmente perdendo sua energia. Alguns dos núcleos dos átomos com os quais os nêutrons interagem ficam energeticamente excitados durante o processo de dispersão inelástica, depois do que eles retornam para o estado de terra emitindo um ou mais raios gama com energias características do átomo de origem. Esse processo resulta no espectro inelástico medido das energias do raio gama, e pode somente acontecer se a energia do nêutron incidente é suficiente para elevar o núcleo do átomo de origem para um ou mais dos seus níveis de energia excitados ou estados limites.

[00028] Os nêutrons continuam o seu processo de redução de atividade até que eles alcançam o equilíbrio térmico com o meio circundante. Os nêutrons térmicos tipicamente possuem energia de aproximadamente 0,025 eV e podem permanecer em um processo de difusão por até aproximadamente 800  $\mu$ s antes de serem absorvidos pelos núcleos dos átomos circundantes. Essa absorção resulta em novos isótopos dos mesmos elementos. Com a absorção, os núcleos desses isótopos geralmente perdem o excitamento através da emissão retardada de um ou mais raios gama. Como no caso do espectro inelástico, essas energias transportam a característica do átomo de origem e permitem que cada elemento (isto é, isótopo) seja unicamente identificado. Esse processo de absorção leva à aquisição dos espectros de captura. Os espectros de captura e os espectros inelásticos para cada elemento individual são diferentes.

[00029] Refira-se agora à figura 3. Nesse gráfico exemplar, os raios gama que interagem dentro do detector são produzidos, geralmente dentro de dois volumes concêntricos que circundam o instrumento 10. Isto é, a figura 3 representa a profundidade de investigação da captura 31, e a profundidade de investigação inelástica 32 que é geralmente

mais curta do que a profundidade de investigação da captura 31. O(s) detector(es) do instrumento 10 identifica(m) os raios gama, de modo que a informação sobre o conteúdo elementar dos materiais de subsuperfície circundantes pode ser estimada. Infelizmente, um número significativo de raios gama de fundo é gerado a partir da matéria dentro do próprio instrumento 10, e esses interferem com o sinal desejado dos materiais de subsuperfície. Isso é verdadeiro para os espectros de energia de raio gama induzidos por ambas as interações de captura do nêutron e as interações de dispersão inelástica.

[00030] Os sinais de radiação de fundo resultantes da captura do nêutron podem ser substancialmente reduzidos pela aplicação de um material com uma alta seção transversal para absorção de nêutron, tal como boro, no alojamento do instrumento 10. Os efeitos do uso de uma proteção de boro são mostrados na figura 4, onde espectros comparativos resultantes das interações de captura de um instrumento com um revestimento de boro e um instrumento sem um revestimento de boro são mostrados. Os espectros foram coletados de medições dentro de uma formação 4 que era predominantemente formada de calcário. Observe que nesse diagrama, um sinal de fundo aparece na proximidade de aproximadamente 1,4 MeV e aproximadamente 6,5 MeV. Esse sinal é, até uma grande extensão, removido quando um revestimento de boro é aplicado no alojamento do instrumento 10. O pico de energia associado com cálcio (um dos componentes primários do calcário, exibindo uma emissão gama de 6,42 MeV) é mais facilmente observado com o sinal de fundo removido. Essa remoção é devido à grande seção transversal de captura do nêutron do boro, que é aplicado no instrumento 10 em uma maneira que proporciona a absorção do nêutron antes que os nêutrons entrem no alojamento externo do instrumento 10.

[00031] Enquanto que os materiais com altas seções transversais de

captura tal como boro podem ser usados para absorver nêutrons térmicos de baixa energia, não existe material conhecido para a absorção de nêutrons de alta energia de 14 MeV (também citados como "nêutrons rápidos"). Os nêutrons rápidos são emitidos da fonte de nêutron pulsado em velocidades de 115 milhões de mph, ou aproximadamente 17% da velocidade da luz. Desde que os nêutrons rápidos se originam da fonte de nêutron pulsado que é embutido dentro da ferramenta, uma fração significativa desses nêutrons interage com os materiais dentro do instrumento antes de alcançar os materiais de subsuperfície. Tais interações produzem um sinal de fundo interferente dos raios gama inelásticos de fundo associados com elementos dentro da ferramenta.

[00032] Um método é descrito aqui com o qual o sinal de fundo interferente é removido do sinal de dados bruto para produzir um sinal de dados corrigido. A aplicação do método resulta no que pode ser chamado como uma "proteção inelástica virtual".

[00033] Uma correção similar pode ser aplicada no espectro de captura, embora o efeito seja significativamente menor do que a correção necessária para o espectro inelástico. A correção no espectro de captura resulta dos raios gama de captura que se originam dos materiais dentro do instrumento. Tais raios gama de captura resultam dos nêutrons térmicos que não são absorvidos pelo revestimento de boro no exterior do alojamento. Essa correção minoritária no espectro de captura é citada como a "proteção de captura virtual".

[00034] Em geral, as técnicas exigem a medição do espectro inelástico de fundo na ausência de quaisquer outros materiais. Isso pode ser facilmente executado, por exemplo, medindo o espectro inelástico de fundo quando o instrumento está suspenso no ar. Depois que o espectro inelástico de fundo foi medido, o instrumento pode ser caracterizado. Na caracterização, várias outras tarefas podem ser

executadas para refinar a medição. Em operação, o espectro de fundo inelástico do instrumento que é medido e refinado como desejado, é geralmente subtraído dos sinais de dados brutos para fornecer o sinal de dados corrigido.

[00035] Com referência agora à figura 6, é mostrado um método exemplar para proporcionar dados corrigidos 60. No método para proporcionar os dados corrigidos 60, o espectro inelástico de fundo é gerado 61. Para realizar essa tarefa, o instrumento 10 fica suspenso no ar, vácuo ou algum outro material ou maneira, tal que uma medição com o instrumento 10 seja predominantemente essa do espectro inelástico de fundo do instrumento. Os raios gama inelásticos vêm de interações com o instrumento 10, desde que o ar fora do instrumento não tem densidade suficiente para que qualquer sinal inelástico adicional significativo seja gerado.

[00036] Como outro estágio do método para fornecer os dados corrigidos 60, a caracterização do instrumento 62 é executada. Esse estágio considera a aquisição do espectro inelástico de fundo em uma maneira adequada para uso subsequente. Por exemplo, múltiplas medições podem ser executadas. Um tempo de coleta apropriado pode ser pelo menos um de estimado e usado. Os resultados de coleta podem ser pelo menos um de combinado e testado para a seleção de um melhor espectro. Por exemplo, testes estatísticos podem ser usados para determinar as características dos espectros ou para outras finalidades. Tais testes podem incluir pelo menos um de avaliação da resolução, taxa de contagem e ganho.

[00037] Em um estágio subsequente do método para proporcionar os dados corrigidos 60, a correção do sinal de dados bruto 63 é executada. Em uma modalidade, a correção do sinal de dados bruto 63 exige a subtração do espectro inelástico de fundo do sinal de dados bruto. Em outra modalidade, a correção do sinal de dados bruto 63 exige a

execução de um ajuste estatístico ou outra correlação do sinal de dados bruto com o espectro inelástico de fundo.

[00038] Em outras modalidades, certos testes ou medidas de qualidade podem ser executados também. Por exemplo, pelo menos um nuclídeo do espectro inelástico de fundo do instrumento pode ser usado para correlacionar o espectro inelástico de fundo do instrumento com o sinal de dados bruto. Mais especificamente, um nuclídeo pode ser usado como uma chave de correlação ou marcador para garantir a qualidade apropriada. Por exemplo, um isótopo particular pode ser usado para verificar o ajuste de ganho do instrumento (se o isótopo particular é uma parte do instrumento ou incorporado para uso como a chave de correlação).

[00039] O método para proporcionar dados corrigidos 60 pode ser completado como uma caracterização inicial do instrumento 10, periodicamente, antes do uso ou em qualquer intervalo julgado apropriado por um usuário. Na realidade, o método para proporcionar dados corrigidos 60 propicia a caracterização do fundo inelástico que se origina de dentro do instrumento.

[00040] Em uma modalidade, o instrumento é caracterizado em um dispositivo de calibragem do instrumento, tal como um cilindro de calibragem de nêutron. Um cilindro de calibragem de nêutron é um tanque cilíndrico cheio com uma mistura de fluido que contém um grande furo concêntrico através do centro, onde a ferramenta pode ser colocada e calibrada. Nesse exemplo, o espectro inelástico gerado no cilindro pelo instrumento está correlacionado com o número de raios gama inelásticos de fundo para a voltagem específica motora aplicada na fonte de nêutron. Dessa maneira, nessa modalidade, não é necessário que o instrumento seja operado no ar. Entretanto, o instrumento deve ser calibrado, o que ocorre quando ele é colocado dentro do cilindro de calibragem de nêutron.

[00041] Resultados do método para proporcionar dados corrigidos 60 podem ser personificados em eletrônica, tal como pelo menos um de um armazenamento, uma memória e um processador. A modalidade, que pode ser citada como a "proteção inelástica virtual", pode incluir instruções executáveis por máquina armazenadas em meios executáveis por máquina, onde as instruções proporcionam pelo menos uma da geração, caracterização e correção.

[00042] Em defesa dos ensinamentos aqui, vários componentes de análise podem ser usados, incluindo sistemas digitais e/ou analógicos. O sistema pode ter componentes tais como um processador, meios de armazenamento, memória, entrada, saída, ligação de comunicações (por fiação, sem fio, lama pulsada, ótico ou outro), interfaces do usuário, programas de software, processadores de sinal (digital ou analógico) e outros tais componentes (tais como resistores, capacitores, indutores e outros) para proporcionar a operação e as análises do aparelho e métodos descritos aqui em qualquer uma de várias maneiras bem apreciadas na técnica. É considerado que esses ensinamentos possam ser, mas não precisam ser, implementados em conjunto com um conjunto de instruções executáveis por computador armazenadas em um meio legível por computador, incluindo memória (ROMs, RAMs), ótico (CD-ROMs) ou magnéticos (discos, unidades rígidas) ou qualquer outro tipo que quando executado induza um computador a implementar o método da presente invenção. Essas instruções podem propiciar a operação do equipamento, controle, coleta e análise de dados e outras funções julgadas relevantes por um projetista do sistema, dono, usuário ou outro tal indivíduo, além das funções descritas nessa revelação.

[00043] Um versado na técnica reconhecerá que os vários componentes ou tecnologias podem propiciar certas funcionalidades ou aspectos necessários ou benéficos. Dessa maneira, essas funções e aspectos conforme possam ser necessários no suporte das

reivindicações anexas e suas variações são reconhecidos como sendo inerentemente incluídos como uma parte dos ensinamentos aqui e uma parte da invenção descrita.

[00044] Embora a invenção tenha sido descrita com referência às modalidades exemplares, será entendido por aqueles versados na técnica que várias mudanças podem ser feitas e equivalentes podem ser substituídos por seus elementos sem se afastar do escopo da invenção. Além disso, muitas modificações serão verificadas por esses versados na técnica para adaptar um instrumento particular, situação ou material aos ensinamentos da invenção sem se afastar do seu escopo essencial. Portanto, é planejado que a invenção não seja limitada à modalidade particular revelada como o melhor modo considerado para execução dessa invenção, mas que a invenção inclua todas as modalidades que se situam dentro do escopo das reivindicações anexas.



## REIVINDICAÇÕES

1. Método para correção de dados coletados com um instrumento emissor de nêutron (10), o método compreendendo:

(a) obter dados de caracterização para o instrumento (10), os dados de caracterização compreendendo dados de fundo inelástico do instrumento (10); e **caracterizado por**

(b) corrigir os dados coletados de acordo com os dados de caracterização, a correção compreende a subtração dos dados de fundo inelásticos do instrumento (10) dos dados coletados.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** os dados de fundo inelástico compreendem um espectro.

3. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** ainda compreende: a estimativa de pelo menos um espectro de fundo inelástico do instrumento (10).

4. Método, de acordo com a reivindicação 3, **caracterizado pelo fato de que** a estimativa compreende a avaliação de uma pluralidade dos espectros de fundo inelástico do instrumento (10).

5. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** a obtenção compreende: a estimativa da contribuição para os dados coletados a partir dos raios gama de captura originando de materiais dentro do instrumento (10).

6. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** ainda compreende: a coleta dos dados de fundo inelástico em pelo menos um entre um dispositivo de calibragem do instrumento de nêutron e ar livre.

7. Método, de acordo com a reivindicação 6, **caracterizado pelo fato de que** o dispositivo de calibragem do instrumento de nêutron compreende um cilindro de calibragem de nêutron.

8. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado**

**pelo fato de que** a obtenção compreende a estimativa de pelo menos um entre o tempo de coleta, a resolução, o ganho e a taxa de contagem.

9. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** a correção compreende a correlação dos dados de fundo inelástico com os dados coletados.

10. Instrumento emissor de nêutron (10) para avaliação dos materiais da subsuperfície, o instrumento compreendendo:

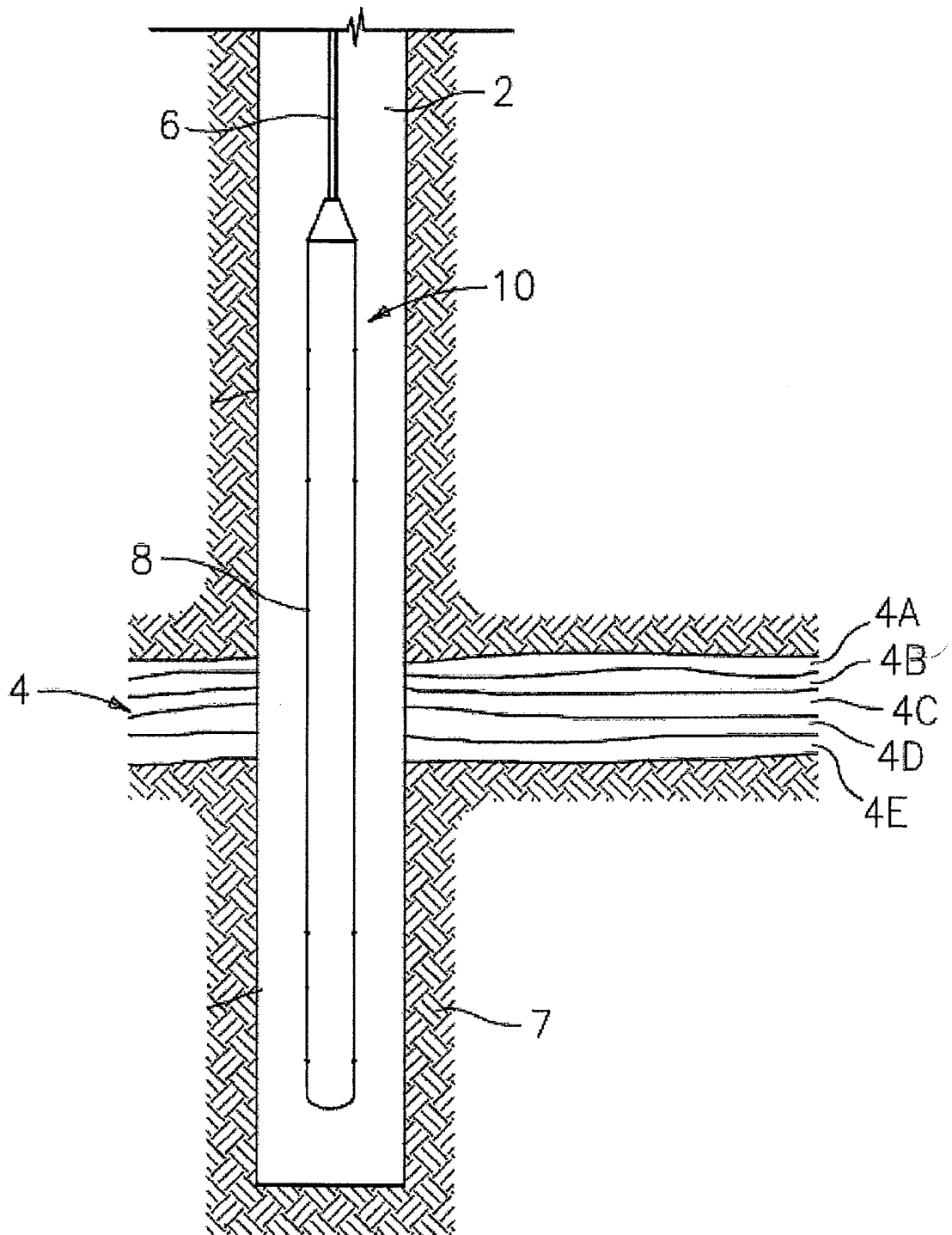
(a) uma fonte de nêutron em comunicação nuclear com os materiais da subsuperfície,

(b) pelo menos um detector de gama em comunicação nuclear com os materiais da subsuperfície,

(c) uma saída de dados do pelo menos um detector de gama para proporcionar os dados coletados para um processador,

(d) o processador equipado com acesso às instruções legíveis por máquina armazenadas nos meios legíveis por máquina, as instruções para correção dos dados coletados pela obtenção de dados de caracterização armazenados para o instrumento, os dados de caracterização compreendendo dados de fundo inelástico do instrumento; e **caracterizado por** corrigir os dados coletados de acordo com os dados de caracterização, a correção compreende a subtração de dados de espectro de fundo inelástico do instrumento a partir dos dados coletados; e

(e) uma saída para fornecer os dados corrigidos para o usuário.

**Fig. 1**

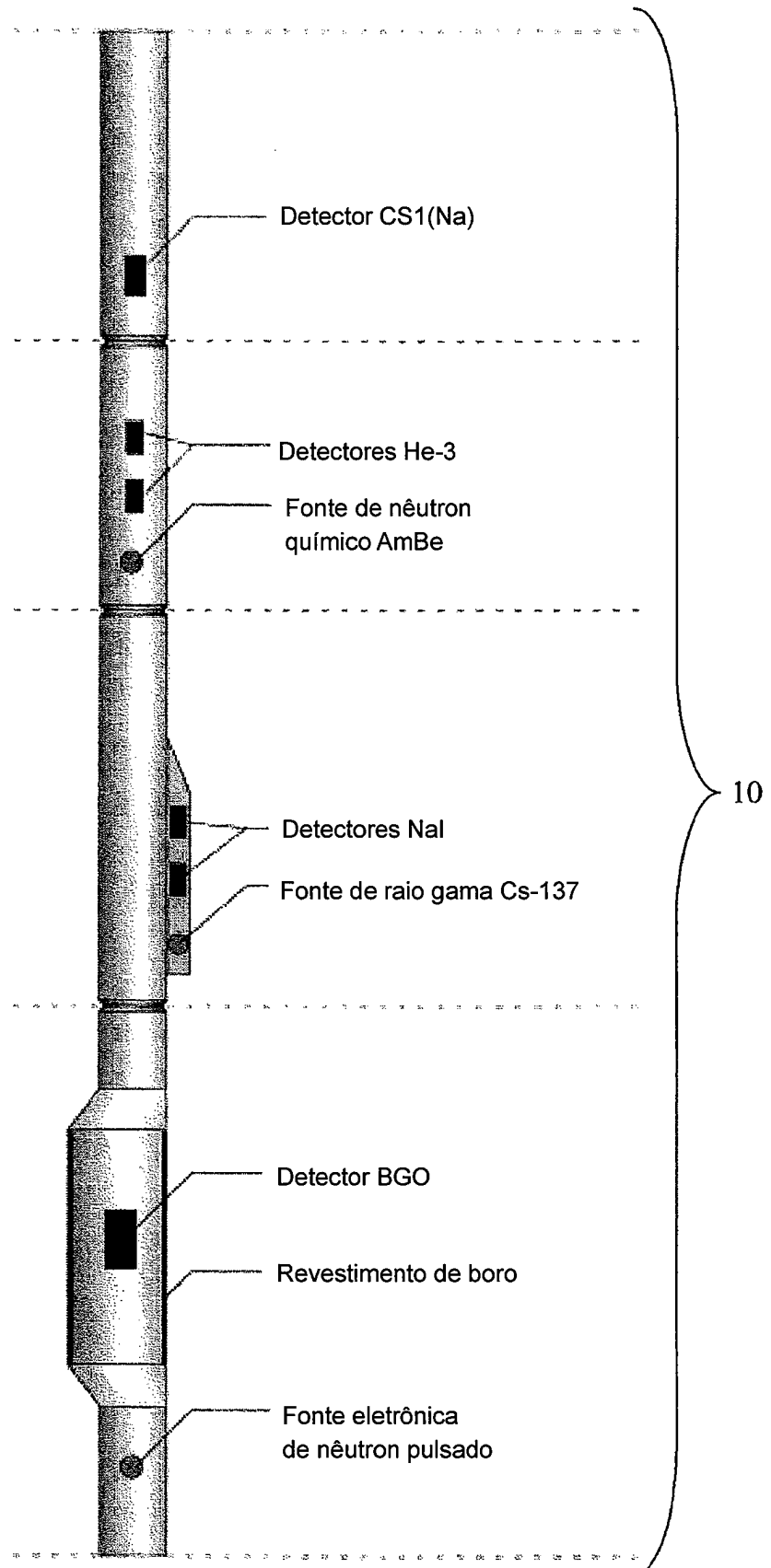
**Fig. 2**

FIG. 3

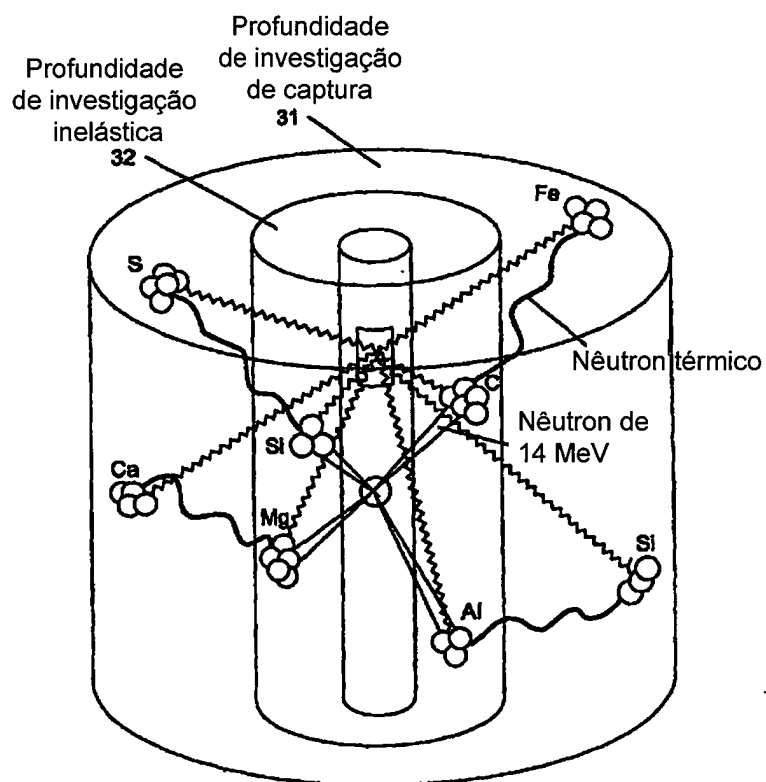


Fig. 4

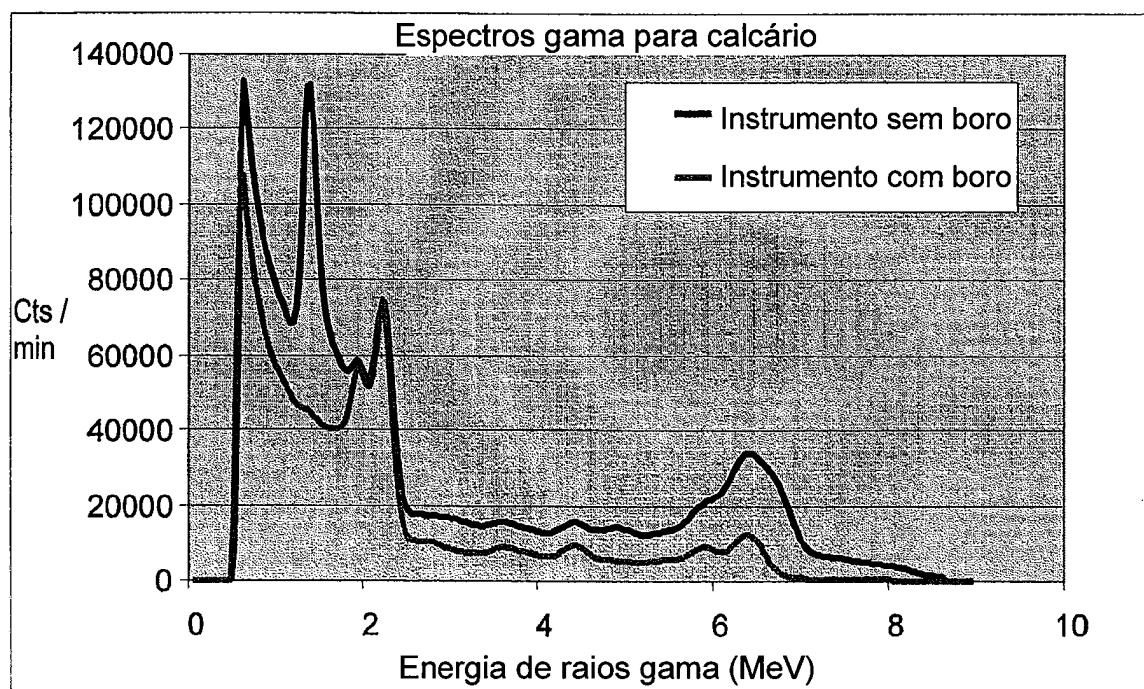


Fig. 5

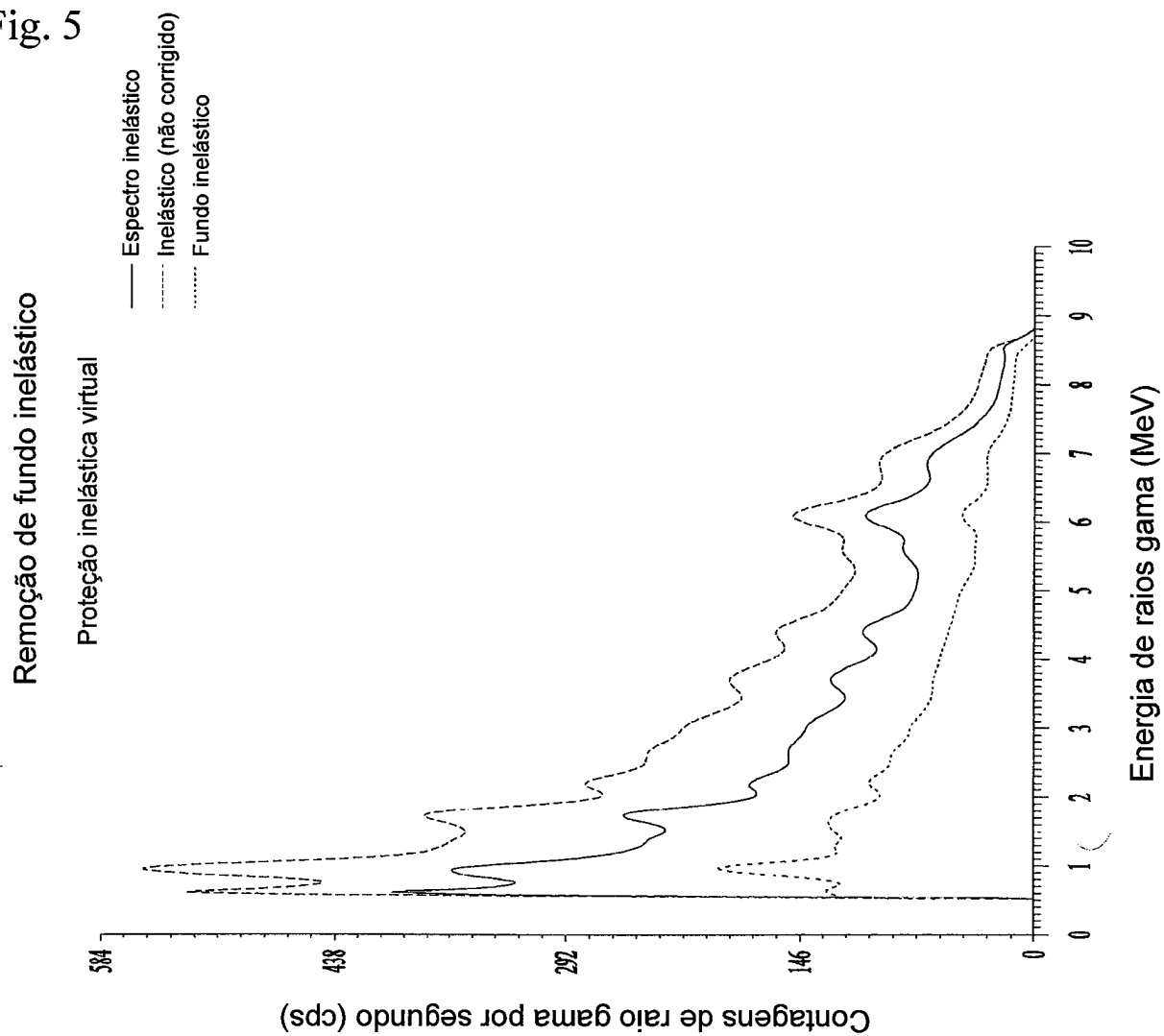


Fig. 6

