



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

(21) **PI 1004700-0 A2**

(22) Data de Depósito: 05/11/2010
(43) Data da Publicação: 26/02/2013
(RPI 2199)



(51) *Int.Cl.:*
E21B 49/08
G01J 3/00

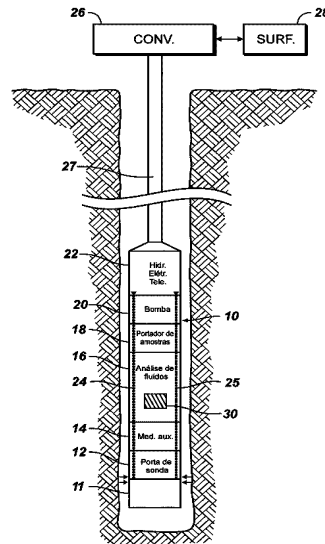
(54) **Título:** MONTAGEM DE DETECTOR DE MÚLTIPLOS CANAIS PARA ESPECTROSCOPIA DE FUNDO DE POÇO

(30) **Prioridade Unionista:** 06/11/2009 US 12/613,808

(73) **Titular(es):** Precision Energy Services, Inc.

(72) **Inventor(es):** Bryan W. Kasperski, Jess V. Ford, Margareth C. Waid, Sean M. Christian, Thomas Blankinship

(57) **Resumo:** MONTAGEM DE DETECTOR DE MÚLTIPLOS CANAIS PARA ESPECTROSCOPIA DE FUNDO DE POÇO. A presente invenção refere-se a uma montagem de detector de múltiplos canais para espectroscopia de fundo de poço tem uma unidade de detectores de referência opticamente acoplada a um canal de referência de uma fonte e tem uma unidade de detectores de medição acoplada a um canal de medição da fonte. Os detectores de referência e de medição detectam os sinais espectrais através de uma faixa espectral de comprimentos de onda dos canais de referência e de medição. O conjunto de circuitos converte os sinais espectrais detectados em sinais de referência e sinais de medição, e os circuitos de controle processam os sinais de referência e de medições baseado em uma forma de codificação usada pela fonte. Então, o conjunto de circuitos pode controlar a saída dos sinais espectrais a partir da fonte baseado nos sinais processados ou escalar o sinal de medição para corrigir flutuações da fonte ou trocas em condições ambientais.



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"MONTAGEM DE DETECTOR DE MÚLTIPLOS CANAIS PARA ESPECTROSCOPIA DE FUNDO DE POÇO"**.

ANTECEDENTES

5 O presente pedido é depositado simultaneamente com o Pedido número de série 12/613.700 e intitulado "Multi-Channel Source Assembly for Downhole Spectroscopy" (Doc. nº 135-007US) e com o Pedido número de série 12/613.665 e intitulado "Filter Wheel Source Assembly for Downhole Spectroscopy" (Doc. nº 135-0079US), sendo que ambos estão incorporados
10 ao presente integralmente por referência.

ANTECEDENTES

As ferramentas de fundo de poço usam vários tipos de sensores para testar uma formação de fundo de poço, analisar os fluidos e efetuar outras operações. Devido ao ambiente no fundo do poço ter altas temperatu-
15 ras, altas pressões, produtos químicos ásperos, e vibrações mecânicas, as ferramentas de fundo de poço precisam ser projetadas mecanicamente para lidar com os problemas associados às tais condições ásperas, e os sensores de fundo de poço precisam ainda ser capazes de operar com precisão analítica e confiabilidade. Adicionados a estes desafios, os sensores de fundo de
20 poço precisam ajustar-se no espaço limitado disponível no ambiente do fundo do poço, precisam ter um peso leve e energia eficaz, e precisam ter uma grande faixa dinâmica.

Na técnica, espectrofotômetros, espectrômetros, espectrofluorômetros, analisadores de índice refrativo, e dispositivos similares são usa-
25 dos para analisar os fluidos de fundo de poço medindo a resposta espectral do fluido. Cada um destes dispositivos usa tipicamente alguma forma de radiação eletromagnética (EM) para efetuar esta função (isto é, analisar o fluido). Em geral, os comprimentos de onda da radiação EM podem estar nos raios-x, gama, ultravioleta, visíveis, infravermelho ou quaisquer combinações
30 destas faixas. Quando a radiação é detectada, a resposta pode identificar as características do fluido analisado, tal como o tipo de fluido (por exemplo, óleo, água, e/ou gás), o nível de contaminação do filtrado, a composição de

hidrocarboneto (por exemplo, quantidade de metano (C1), etano (C2), propano (C3) etc.). O conhecimento destas categorias pode então ser empregado para modelar o reservatório, produção da fábrica, e efetuar outras tarefas.

5 Um número de dispositivos óticos é desenvolvido na técnica para análise espectral. Por exemplo, os espectroscópios pequenos usam LEDs e detectores. Vide, Cantrell et al., "The SLIM Spectrometer", *Analytical Chemistry*, vol. 75, nº 1, pp. 27-35 (2003); vide também Yeh et al., "Low Cost LED Based Spectrometer", *Journal of the Chinese Chemical Society*, vol. 53, 10 pp. 1067-1072 (2006).

Em outro exemplo, um espectrômetro divulgado na Patente US nº 6.075.595 usa diodos de emissão de luz (LEDs) para fontes de luz e usa um detector para detecção. O espectrômetro pode formar imagens dos LEDs em um canal ótico único, e o detector obtém os pulsos de radiação relacionados a cada LED por sua vez. Vide também Malinen ET al, "LED-based 15 NIR Spectrometer Module for Hand-Held and Process Analyser Applications", *Sensors & Actuators B*, vol. 51, nº (1-3), pp. 220-226 (1998). Assim, parece que o espectrômetro não é capaz de detecção síncrona.

Em outro exemplo, um fotômetro de múltiplos comprimentos de 20 onda usa sete LEDs, fibras óticas de plástico de 1 mm, um acoplador de 7x2, e dois fotodiodos. Vide Hauser et al., "A Multi-wave length Photometer Based on Light-Emitting Diodes", *Talanta*, vol. 42, nº 4, pp. 605-612 (1995). Os dois fotodiodos podem aparentemente corrigir as diferenças de correnteza e de intensidade. Além disso, os LEDs são iluminados por vez de modo 25 que o fotômetro não parece capaz de detecção síncrona.

Nenhum dos dispositivos acima descritos é apropriado para usar em um ambiente de fundo de poço. Além disso, cada um dos dispositivos oferece somente um número limitado de canais espectrais para saída e detecção, que afeta adversamente tanto a resolução espectral como a faixa em 30 detecção e ainda torna estes dispositivos inapropriados para uso no fundo de poço.

Outros dispositivos descritos na técnica podem ser usados para

fundo de poço. Na Patente US nº 6.476.384 para Mullins et al., por exemplo, um dispositivo tem uma fonte de lâmpada de halogênio de banda larga e tem uma roda com cortador mecânica impulsionada por um motor. A formação de imagem da lâmpada é em um feixe de fibra ótica, e a luz a partir do feixe é dirigida a um fotodiodo usado para sincronizar o motor da roda cortadora. Uma roda de calibração impulsionada por um comutador solenóide rotativo seleciona se luz a partir do feixe passa em uma via, uma segunda via, ou ambas. Na primeira via, a luz é dirigida para um distribuidor de luz formando parte de um detector. Na segunda via, a luz é fornecida como entrada para uma célula de medição e é depois dirigida para o distribuidor de luz para o detector. O distribuidor de luz distribui a luz recebida das vias para um número de diferentes canais, com cada canal tendo um sistema de detecção dedicado (lente, fotodiodo de filtro). Embora esta fonte de difusão do dispositivo forneça um número de canais espectrais, o dispositivo precisa usar um cortador mecânico, não pode efetuar a detecção síncrona e requer um sistema de detecção complexo consistindo em múltiplos díodos (isto é, um por canal espectral).

Nas Patentes nºs US 7.336.356 e 7.379.180 de Vannuffelen et al., um dispositivo tem uma fonte de banda larga que pode ter uma pluralidade de fontes de luz. O dispositivo usa uma roda de cortador rotativo girada por um motor para modular a frequência das vias de referência e de medição independentemente. Por exemplo, a via de dimensão tem uma primeira frequência e é dividida em duas partes, e a via de referência tem uma segunda frequência e é dividida em duas partes. Cada uma destas partes é então encaminhada para os sistemas de detecção múltipla.

Na Publicação de Patente US nº 2007/0109537, Vannuffelen et al. divulgam uma abordagem alternativa que utiliza cortadores mecânicos e motores. Infelizmente, esta abordagem, pelo projeto, é aparentemente limitada à espectroscopia de varredura de Raster convencional (CRS), que envolve a varredura de uma pluralidade de fontes ou comprimentos de onda de medição em um aspecto sequencial usando um tempo fixado por canal (isto é, fonte ou comprimentos de onda). Como uma consequência, CRS previne

a detecção síncrona de todos os canais espectrais. Além disso, o dispositivo requer sinais de referência e de medição para serem de-convolvidos a partir da resposta de um detector único. Devido à convolução usando um cortador mecânico único resultar em harmônicos compartilhados, o dispositivo usa

5 montagens de cortadores mecânicos duplos para contornar a complicação dos harmônicos compartilhados. Embora isto possa simplificar a deconvolução dos sinais, ainda é adicionada complexidade aos dispositivos e aumenta os interesses com relação a espaço, confiabilidade mecânica, e precisão.

Outro dispositivo para análise de fluidos de fundo de poço divulgado na Publicação de Patente nº 2007/0013911 para DiFoggio et al. fornece Espectroscopia de Modulação de Comprimentos de onda (WMS). O dispositivo usa uma fonte de feixe estreita e um filtro ótico sintonizável (TOF). Nas divulgações adicionais de Patentes nºs US 7.280.214 e 7.362.422, os

10 filtros sintonizáveis, tanto os filtros sintonizáveis eletricamente como os filtros sintonizáveis mecanicamente (isto é, girando) são usados para WMS. Como pretendido, WMS elimina a necessidade de um segundo canal de referência

15 espectral. No entanto, os dispositivos têm faixa espectral limitada, que limita seu uso para análise de fluidos de fundo de poço. Especificamente, cada filtro, se elétrico ou mecânico por natureza, possui uma banda larga espectral sintonizável limitada. Para aumentar a faixa espectral, o dispositivo re-

20 quer múltiplas fontes de banda estreita e filtros sintonizáveis, que é mecanicamente incômodo para o ambiente no fundo do poço. Além disso, o dispositivo usa um sistema de detecção de canal único que proíbe a detecção síncrona porque os filtros óticos sintonizáveis são atuados usando uma monta-

25 gem de motor única, que dá a cada canal espectral uma frequência fundamental comum. Assim, parece que o dispositivo usa varredura de Raster convencional e não é capaz de detecção síncrona.

Como descrito na Publicação de Patente US nº 2008/165356 para DiFoggio et al., outro dispositivo tem uma fonte matriz de diodo a laser

30 contendo uma pluralidade de fontes de luz de semicondutor que possibilita a varredura de Raster convencional (CRS) e a varredura de Hadamard e de Transformação Fourier Rápida (FFT) síncrona. No entanto, o dispositivo é

desprovido de um modo para escalar dinamicamente a resposta espectral, e as fontes do dispositivo desprovidas de um meio para formação de imagem de um grande número de canais espectrais em um analisador espectral único.

5 Consequentemente, à luz do acima, o que falta na técnica é um sistema de detecção de fundo de poço que é apropriado para uso com uma fonte de múltiplos canais de banda larga para análise espectral de fundo de poço e que possibilita auto-referência, operação com baixo teor de energia, detecção síncrona, e aperfeiçoamento S/N usando modulação discreta de
10 canais espectrais individuais.

SUMÁRIO

 Uma montagem de detector de múltiplos canais pode ser usado em uma ferramenta de fundo de poço para medir os sinais óticos para espectroscopia de fundo de poço. A montagem do detector tem detectores es-
15 pectrais individuais que medem os sinais óticos através de uma faixa espectral de comprimentos de onda. Estes detectores podem ser um fotodiodo de elemento único, um fotodiodo de múltiplos elementos, um fotodiodo de avalanche, um tubo fotomultiplicador, uma placa de micro-canais, um bolômetro ou uma termopilha.

20 Em particular, a montagem tem uma unidade de referência com pelo menos um detector de referência e tem uma medição com pelo menos um detector de medição. A unidade de referência é óticamente acoplada a um canal de referência de uma fonte, e pelo menos um detector de referência detecta os primeiros sinais espectrais através de uma faixa espectral de
25 comprimentos de onda a partir do canal de referência. A unidade de medição é óticamente acoplada a um canal de medição da fonte, e pelo menos um detector de medição detecta os segundos sinais espectrais a partir do canal de medição após interação com uma amostra de fluido.

30 Em uma implementação, uma pluralidade de detectores de referência e detectores de medição pode ser usada. Para os detectores de referência, uma primeira montagem de roteador divide o canal de referência em uma pluralidade de primeiros feixes ou bandas espectrais e encaminha cada

um dos primeiros feixes para um dos detectores de referência. Similarmente, uma segunda montagem de roteador divide o canal de medição em segundos feixes ou bandas espectrais para encaminhar cada detector de medição. Os roteadores podem usar um ou mais elementos óticos dispostos em uma via ótica do canal para dividir o canal em dois ou mais feixes ou bandas espectrais. Os elementos espectrais usados podem ser filtros passa-alta, filtros passa-baixo, elementos dicróicos ou um elemento ótico adaptável.

Comunicativamente acoplado aos detectores de referência e de medição, o conjunto de circuitos de conversão converte os primeiros e segundos sinais espectrais em sinais de referência e sinais de medição, e conjunto de circuitos de controle comunicativamente acoplado ao conjunto de circuitos de conversão processa estes sinais. No processamento de sinais, o conjunto de circuitos de controle de-convolve os sinais baseados no tipo de codificação usada para codificar os sinais espectrais quando emitidos pela fonte. Em geral, a codificação pode ser baseada na codificação de Transformação Fourier Rápida (FFT). A codificação de Hadamard, codificação temporal, codificação espectral ou outro tipo de codificação.

Devido à montagem utilizar um canal de referência dedicado, o conjunto de circuitos de controle pode processar os sinais de medição e de referência destes canais para melhorar a operação da fonte e para melhorar as capacidades de detecção da montagem de detector. Para melhorar a operação da fonte, por exemplo, o conjunto de circuitos de controle pode ser acoplado operativamente à fonte e pode controlar a saída de sinais espectrais a partir da fonte baseado pelo menos nos sinais de referência processados. Porque o canal de referência é uma medição direta da fonte, o conjunto de circuitos de controle pode interrogar a fonte para flutuações e/ou inclinações de modo que o conjunto de circuitos de controle pode deste modo controlar diretamente a amplitude da fonte baseado no canal de referência. O conjunto de circuitos de controle também pode sincronizar temporariamente a saída dos sinais espectrais da fonte com pelo menos os primeiros sinais espectrais detectados pelo detector de referência e controlar a fonte e a detecção em conformidade.

Para melhorar a detecção, por exemplo, o conjunto de circuitos de controle pode usar o canal de referência para escalar dinamicamente qualquer canal de medição. Com esta escala dinâmica, o conjunto de circuitos de controle pode ser levado em conta para flutuações, correntezas, etc., na fonte e pode melhorar os níveis de sinais em ambos os canais. Por exemplo, o conjunto de circuitos de controle pode escalar dinamicamente o sinal de medição com o sinal de referência quando processando os sinais. O resultado desta escala é um sinal de medição escalado que já tem correção em tempo real de variações no canal de medição causada por respostas ambientais disparadas, tal como, mas não limitado a, trocas na temperatura, correnteza na operação da fonte, e correnteza na eletrônica de montagem do detector. Em outras palavras, o conjunto de circuitos de controle escala o canal de medição com o canal de referência de modo que o canal de medição escalado é essencialmente imune a respostas ambientais disparadas.

Além destas formas de controle, o conjunto de circuitos de controle pode receber os dados de uma ou mais condições ambientais a partir de um ou mais transdutores externos. O conjunto de circuitos de controle pode então usar a informação a partir dos transdutores externos como entrada em uma função de escala ou uma tabela de pesquisa empregada para escalar o sinal de medição processado. Esta escala pode, deste modo, ser levada em conta para trocas espectrais que poderiam ser causadas pelas condições ambientais detectadas pelos transdutores.

Na configuração da fonte, o conjunto de circuitos de controle pode configurar a sucessão de pulsos modulados para iluminar a fonte definindo a amplitude, tempo de partida, frequência de pulsos, ciclo de trabalho, forma de pulsos, ou outras características temporais para a sucessão de pulsos modulados. Esta sucessão de pulsos modulados pode então ser usada pela fonte para gerar a saída dos sinais espectrais. Assim, o conjunto de circuitos de controle tendo configurado a fonte conhece a sucessão de pulsos modulados usada, e o conjunto de circuitos de controle de-convolve matematicamente os sinais espectrais detectados a partir dos canais de referência e de medição baseado nos parâmetros de configuração da sucessão

de pulsos modulados conhecida fornecidos pelo sinal de sincronização da fonte do conjunto de circuitos de controle.

A deconvolução usa uma série de etapas matemáticas envolvendo, mas não limitadas à centralização média, inversão, soma e escala
5 dinâmica. Por exemplo, por valores de centralização médios da sucessão de pulsos, invertendo a sucessão de pulsos médios centralizados nos locais temporais únicos e somando os valores de sucessão de pulsos invertidos, o conjunto de circuitos de controle pode determinar o valor da sucessão de pulsos pulsados somados que podem ser diretamente correlacionados com
10 uma amplitude do sinal espectral. Por último, esta correlação permite a análise espectroscópica para determinar as características do fluido interagindo com o canal de medição. Além desta forma de deconvolução, a deconvolução do sinal ótico pode utilizar transformações matemáticas FFT ou de Hadamard, cada uma requerendo um conjunto de parâmetros operacionais pelo conjunto de circuitos de controle.
15

Este sumário mencionado acima não pretende resumir cada modalidade potencial ou cada aspecto da presente divulgação.

DESCRIÇÃO RESUMIDA DOS DESENHOS

A figura 1 ilustra uma ferramenta de fundo de poço que tem um
20 dispositivo de medição para análise de fluidos.

A figura 2A ilustra esquematicamente um dispositivo de medição para análise de fluidos que tem uma montagem de fonte, uma unidade de amostra, e uma montagem de detector.

A figura 2B mostra a operação geral do dispositivo de medição
25 mostrado na figura 2A.

A figura 3 ilustra esquematicamente a montagem de detector que tem unidades de detectores únicas.

As figuras 4A-4B ilustram vistas explodidas de um acoplamento de fibra a um detector para o arranjo único da figura 3.

A figura 5 ilustra esquematicamente a montagem do detector
30 que tem unidades de medição e de referência de detector duplo.

As figuras 6 A-6B ilustram roteadores baseados em fibra para as

unidades de detectores duplo da figura 5.

A figura 7 mostra uma lente ótica exemplar para os roteadores das figuras 6A-6C.

5 A figura 8 mostra um roteador para a unidade de detectores duplos que tem uma lente ótica da figura 7 e que tem um refletor.

A figuras 9A-9B ilustram roteadores adicionais para as unidades de múltiplos detectores.

10 A figura 10 ilustra esquematicamente o conjunto de circuitos de controle para a montagem do detector divulgada que tem um arranjo de unidades de medição e de referência de detector duplo.

A figura 11 ilustra uma vista lateral de um dispositivo de medição que tem uma montagem de fonte de múltiplos canais e uma unidade de detectores.

15 A figura 12 ilustra diagramaticamente arranjos para a montagem da fonte e as unidades de detectores do dispositivo da figura 11.

A figura 13 mostra um processo para efetuar um modo da operação de análise de frequência fixa.

As figuras 14A-14C mostram exemplos de sinais durante processamento sob o modo da figura 11.

20 **DESCRIÇÃO DETALHADA**

Uma ferramenta de Fundo de Poço tendo Dispositivo de Medição para Análise de Fluidos

25 Uma ferramenta de fundo de poço 10 na figura 1 tem um dispositivo de medição 30 para amostragem e análise de fluidos *in situ* em um fundo de poço. Um aparelho transportador 26 na superfície implanta a ferramenta 10 no fundo do poço usando um tubular, um cabo, um fio, ou componente similar 27. Como mostrado na figura 1, a ferramenta 10 pode ser um dispositivo de teste da formação tal como divulgado na Publicação de Patente no 2008/0173083, depositada em 24 de janeiro de 2007, que é incorporada ao presente por referência. No entanto, o dispositivo de medição 30 pode ser implantado em qualquer ferramenta apropriada para teste da formação com fio, produção de log, Log enquanto Perfurando/Medição en-

30

quanto Perfurando (LWD/MWD), ou outras operações.

1. Ferramenta de Fundo de Poço

Como mostrado na figura 1, a ferramenta de teste da formação 10 tem linhas duplas de fluxo de fluido 24/25 que se estendem através das seções da ferramenta 10 e que são funcionalmente configuráveis. No entanto, outros tipos de ferramentas de teste da formação também poderiam ser usados, tal como os que têm uma linha de fluxo única. Em operação, uma sonda 12 que tem uma porta de entrada retira o fluido de dentro da ferramenta 10. Para isolar as amostras de contaminados dos fluidos da formação no anel, a ferramenta 10 pode usar os elementos de isolamento, tal como os obturadores 11 ou outros dispositivos, para isolar uma região da formação.

Uma bomba 20 então bombeia o fluido coletado a partir da sonda 12 de dentro da ferramenta 10 através das linhas de fluxo 24/25. O fluido, que pode conter componentes de hidrocarboneto (sólido, líquido, e/ou gás) bem como filtrado de lodo de perfuração ou outros contaminantes, flui através da ferramenta 10 e vários instrumentos e sensores na ferramenta 10 analisam o fluido. Por exemplo, uma seção de medição 14 pode ter sensores que medem vários parâmetros físicos (isto é, pressão, temperatura, etc.) do fluido e o dispositivo de medição 30 na seção de análise de fluidos 16 pode determinar as propriedades físicas e químicas de óleo, água e constituintes de gás do fundo de poço do fluido. Eventualmente, o fluido dirigido através das linhas de fluxo 24/25 tanto pode ser purgado ao anel como pode ser dirigido ao portador de amostras 18 onde as amostras podem ser retidas para análise adicional na superfície.

Os componentes adicionais 22 da ferramenta 10 podem operar hidráulicamente válvulas e outros elementos dentro da ferramenta 10, pode fornecer controle e energia a vários eletrônicos, e podem comunicar dados através de telemetria sem fio ou de fluido à superfície. Poço acima, o equipamento 28 de superfície pode ter uma unidade de telemetria de superfície (não mostrada) para se comunicar com os componentes de telemetria de ferramenta no fundo do poço. O equipamento 28 de superfície também pode ter um processador de superfície (não mostrado) que efetua o processamen-

to adicional dos dados medidos pela ferramenta 10.

2. Dispositivo de Medição para Análises de Fluidos de Fundo de Poço

Como observado acima, a seção de análise de fluidos 16 usa o dispositivo de medição 30 para análise de fluidos de fundo de poço. Dependendo da configuração e dos tipos de fontes e detectores usados e de sua orientação com relação a uma amostra, o dispositivo de medição 30 pode operar como um analisador fotométrico, refletômetro, espectroscópio, espectrofotômetro, espectômetro, ou similares. Por exemplo, o dispositivo de medição 30 pode operar como um analisador fotométrico de múltiplos canais em que comprimentos de onda discretos são interrogados em uma dada faixa de medição. Em utilização comum, tal analisador fotométrico de múltiplos canais pode ser referido como um espectrômetro. Assim, o dispositivo de medição 30 pode usar vários canais espectrais discretos para efetuar análises espectroscópicas de fluido de fundo de poço passando pelos mesmos quando o fluido é bombeado através da ferramenta 10 (figura 1). Como tal, a análise espectroscópica discutida no presente pode incluir, mas não pode ser limitada a, análises de transmissão, absorvência, fluorescência, ou de espectros de refletância, nas quais quimiométricas, espectroscopia derivada, e outras técnicas conhecidas na técnica podem ser aplicadas. Os detalhes de como um espectroscópio pode ser implementado em uma ferramenta de fundo de poço são discutidos na Patente US 7.508.506, que é incorporada ao presente por referência.

Como mostrado esquematicamente na figura 2A, o dispositivo de medição 30 tem uma montagem de fonte 40, uma montagem de interface de amostra 70, e uma montagem de detector 100. A montagem de fonte 40 pode ter uma ou mais fontes espectrais 42, que pode incluir fontes de banda larga (por exemplo, lâmpada de tungstênio halogênio, fonte de luz de deutério, fonte de luz de xenônio, emissor de IR de filamento embobinado, lâmpada de arco, halogeneto de metal, etc.) e fontes eletrônicas no estado sólido (por exemplo, diodo de emissão de luz (LED), diodo de emissão de luz super-luminescente (SLED), diodo de laser (LD), etc.) Em uma implementação, a montagem de fonte 40 pode ser uma montagem como divulgado no Pedi-

do número de Série 12/613.700, incorporado, e intitulado "Montagem de Fonte de Múltiplos Canais para Espectroscopia de Fundo de Poço" ou como divulgado no Pedido número de Série 12/613.665, incorporado, e intitulado "Montagem de Fonte de Roda de Filtro."

5 A montagem de fonte 40 gera os sinais espectrais divididos em dois canais , um canal de referência 50 e um canal de medição 60. O canal de referência 50 move-se diretamente para a montagem de detector 100. O canal de medição 60, no entanto, interage com um fluido da amostra através de uma montagem de amostra 70 e então move-se para a montagem de
10 detector 100. Por sua vez, a montagem de detector 100 inclui uma unidade de detectores de referência 110 para o canal de referência 50, uma unidade de detectores de medição 120 para o canal de medição, e o conjunto de circuitos 130 acoplados a estas unidades 110/120. Embora um canal de medição 50 seja mostrado junto com um canal de referência 60, será apreciado
15 que múltiplos canais de medição 50 podem ser fornecidos para o mesmo canal de referência 60. Portanto, o dispositivo 30 pode ter vários canais de medição 50 junto com montagens de amostra 70 e unidades de detectores 80 para análises separadas.

Um esquema operacional do dispositivo de medição 30 é discutido simultaneamente com referência à figura 2B. O conjunto de circuitos de controle de detecção 130 inicia a montagem de fonte 40 de modo que a
20 montagem de fonte 40 gera energia de fonte (isto é, sinais espectrais de radiação EM) com suas uma ou mais fontes 42 (bloco 90). Por exemplo, o conjunto de circuitos de controle 130 pode controlar a montagem de fonte 40 operando as fontes espectrais 42 usando um conjunto específico de parâmetros de operação (tempo de partida, frequência, ciclo de trabalho, etc.). Os parâmetros em operação especificam a codificação das fontes óticas, facilitando o processamento de sinais após detecção. Quando da geração dos
25 sinais espectrais, por exemplo, a montagem de fonte 40 pode codificar os sinais usando Varredura de Raster Convencional (CRS), Transformação Fourier (FT) ou outra técnica de codificação para análises espectroscópicas.
30

Após gerar os sinais, a montagem de fonte 40 encaminha ou di-

vide espectralmente os sinais gerados para dentro do canal de referência 50 e canal de medição 60 (bloco 91). Por exemplo, a montagem de fonte 40 pode criar uma primeira via ótica constituindo uma primeira fração ou a minoria dos sinais gerados a serem usados como o canal de referência 50 e
5 podem criar uma segunda via ótica constituindo uma segunda fração ou maioria dos sinais gerados a serem usados como o canal de medição 60. Em uma implementação, o canal de medição 60 constitui 90% dos sinais gerados, enquanto o canal de referência 50 constitui 10% dos sinais gerados, embora outras percentagens pudessem ser usadas em outras imple-
10 mentações. Por toda esta divulgação, estes canais 50/60 ou vias de luz são referidos como um "canal de medição" e um "canal de referência" para indicar que o canal de medição 60 interroga uma amostra com radiação EM enquanto o canal de referência 50 é usado par referência dinâmica ou outros fins descritos no presente.

15 Os sinais espectrais do canal de medição 60 interagem com uma amostra através de uma unidade de amostra 70 (bloco 94). Para esta parte, a montagem de fonte 70 pode usar projetos diferentes, incluindo, mas não limitados a, uma célula da amostra, um acessório de refletância, um acessório de transmitância, um acessório de fluorescência, um acessório de
20 Refletância Total Atenuada (ATR), uma célula de fluxo extrativa, ou qualquer outro dispositivo de amostragem ou de monitoração conhecido dos versados na técnica.

Os canais de medição e de referência 50 e 60 são coletados pelas unidades de detectores 110 e 120, respectivamente (bloco 92/95). Por
25 exemplo, a unidade de detectores de referência 110 detecta os sinais espectrais e envia os sinais de referência detectados ao conjunto de circuitos de controle (bloco 92). Na detecção destes sinais, a unidade de detectores de referência 110 pode detectar uma ou mais bandas espectrais usando um ou mais detectores espectrais como detalhado abaixo. Após interação com a
30 amostra, por exemplo, a unidade de detectores de medição 120 detecta os sinais espectrais e envia os sinais de medição detectados para o conjunto de circuitos de controle 130 (bloco 95). Como com a unidade de detectores de

referência 110, a unidade de detectores de medição 120 pode detectar uma ou mais bandas espectrais com um ou mais detectores.

Neste ponto, o conjunto de circuitos 130 processa a saída de um ou mais detectores para os canais 50/60 (blocos 93/96) e escala se necessário, a saída de cada detector de medição usando o sinal de detector de referência correspondente (bloco 97). Esta escala dinâmica pode ter em conta as anomalias da fonte devido às condições ambientais no fundo do poço, envelhecimento, ou similares. Uma vez processados e escalados, os sinais processados fornecem a informação que pode ser usada para correlacionar a resposta espectral com propriedades e características específicas dos fluidos, e os dados espectrais resultantes podem ser usados para determinar as propriedades químicas e/ou físicas do fluido da amostra. Isto pode ser efetuado pelo conjunto de circuitos de controle 130 por si mesmo ou por algum outro controlador. Por último, como referenciado acima, o de medição 30 da figura 1 pode transmitir os dados espectrais para um sistema de processamento (não mostrado) localizado na ferramenta 10 ou no equipamento de superfície 28.

Em algum ponto durante o processamento, o conjunto de circuitos de controle 130 determina se a saída da montagem de fonte 40 precisa ser modificada (Decisão 98). Se nenhuma modificação é necessária, a operação continua usando os parâmetros operacionais originalmente especificados. Se a modificação é necessária, no entanto, a montagem de fonte 40 é reiniciada com um novo conjunto de parâmetros operacionais (bloco 90). Por exemplo, a(s) fonte(s) 42 na montagem de fonte 40 pode(m) ser operada(s) usando modulação de largura de pulso, e o conjunto de circuitos de controle 130 pode configurar uma sucessão de pulsos modulados usados para operar as fontes 42 com características específicas, tal como amplitude e frequência de modulação. Neste caso, o conjunto de circuitos de controle 130 pode modificar a saída da(s) montagem (ns) de fonte sinalizando a montagem de fonte 40 para fazer um ajuste necessário ou configurando e suprindo características temporais para a sucessão de pulsos a serem usados pela montagem de fonte 40 na geração dos sinais espectrais (bloco 99). Em

geral, estas características temporais de sucessão de pulsos podem incluir, mas não estão limitadas a tempo de partida, frequência de pulsos, ciclo de trabalho, e forma de pulsos.

B. Montagem de Detector de Múltiplos Canais de Fundo de Poço

5 Com uma compreensão da medição 30 e da ferramenta de fundo de poço 10 à qual ele pode ser implantado, a discussão volta-se agora para arranjos diferentes de uma montagem de detector de múltiplos canais 110 para espectroscopia de fundo de poço de acordo com certos ensinamentos da presente divulgação.

1. Arranjo de Detector Único

Em um primeiro arranjo mostrado na figura 3, a montagem de detector de múltiplos canais 100 é configurada com um arranjo de detector único para cada canal 50/60. Como mostrado, as unidades de detectores 110A/120A têm, cada uma, um detector único 112/122 para detectar um feixe ou banda de energia espectral de seu respectivo canal 50/60. Em geral, os detectores 112/122 nas unidades 110/120 podem usar qualquer uma das várias configurações disponíveis (isto é, fotodiodos de elementos múltiplos ou únicos (PD), fotodiodos de avalanche (APD), tubos fotomultiplicadores (PMT), Placas de Múltiplos Canais (MCP), bolômetros, termopilhas, etc.) e podem ter um substrato de sensoriamento composto de Si, SiC, InGaAs, InAlGaAs, Pbs, PbSe, ou qualquer outro material conhecido para radiação espectral de sensoriamento. Por exemplo, os detectores 112/122 podem ser fotodiodos capazes de sensoriamento no espectro quase infravermelho (NIR), ultravioleta (UV) e/ou visível (Vis), ou em alguma outra faixa espectral dependendo da implementação.

Em operação, os detectores 112/122 detectam os sinais espectrais a partir dos canais 50/60 na banda específica usada, e o conjunto de circuitos de controle 130 recebe a saída a partir dos detectores 112/122 para processamento e análise. Como observado acima, por exemplo, o canal de referência 50 pode então ser usado como realimentação óptica para controlar a montagem de fonte (40) e/ou para escalar dinamicamente o sinal espectral do canal de medição 60.

Em geral, os sinais espectrais de cada canal 50/60 podem passar através do espaço livre usando uma série de elementos óticos discretos em um arranjo baseado em não fibra. Alternativamente, como mostrado, os sinais espectrais de cada canal 50/60 podem ser conduzidos a partir da
5 montagem de fonte (40) por um cabo de fibra ótica 52/62 e formados em imagem sobre o detector 112/122 usando um acoplamento ótico 200. Nas figuras 4A-4B, um acoplamento ótico representativo 200 é mostrado, que pode ser usado neste arranjo. Este acoplamento 200 forma imagem de um cabo de fibra ótica 52 sobre um fotodiodo único de detector 112 (mostrado
10 no presente para o canal de referência 50). Uma posição de lente colimadora 202 e de lente de focalização 204 em um alojamento de lente 208 separou-se por um espaçador de lente 206. O alojamento 208 com as lentes 202/204 é anexado ao fotodiodo do detector 112, que tem um tubo de comunicação 205 e uma janela 207. Na outra extremidade, uma montagem de
15 fibra-casquilho 210, inicialização de alívio de tensão 212, tubo de montagem de casquilho 214 e luva de alinhamento 216 acoplam a fibra 52 ao alojamento 208. Será apreciado que, além deste acoplamento ótico 200, outros arranjos baseados em fibra ou em não fibra poderiam ser usados para formar imagem dos sinais espectrais a partir dos canais 50/60 sobre os detectores
20 112/122.

2. Arranjo de Detector Duplo

Em um segundo arranjo mostrado na figura 5, a montagem de detector de múltiplos canais 100 é configurada com um arranjo de detector duplo para os canais de referência e de medição 50/60. Como mostrado,
25 cada unidade de detectores 110B/120B tem detectores duplos 112A/B/122A-B para detectar dois feixes ou bandas de energia espectral de seus respectivos canais 50/60. Por exemplo, os primeiros detectores 122A/122A podem ser fotodiodos capazes de sensoriamento no espectro quase infravermelho (NIR), enquanto os segundos detectores 112B/122B podem ser fotodiodos
30 capazes de sensoriamento nas faixas de espectros de ultravioleta (UV)/visíveis (Vis), embora outras faixas espectrais pudessem ser usadas. Em combinação, cada unidade de detectores de banda dupla 110B/120B

pode detectar uma faixa de comprimentos de onda de cerca de 350 a cerca de 2400-nm, por exemplo.

Uma montagem de roteador dentro de cada unidade de detectores de banda dupla 110B/120B divide os sinais espectrais dos canais (50/60) em feixes ou bandas separadas ou diferentes. (Em geral, pode haver alguma sobreposição entre as bandas espectrais nos dois feixes). Dentro de cada unidade 110B/120B, por exemplo, um divisor de feixes passa-alta 116/126 divide o canal que entra (50/60) em uma primeira banda (NIR) e uma segunda banda (UV-Vis) refletindo todos os comprimentos de onda mais curtos do que um comprimento de onda de corte e passando todos os comprimentos de onda mais longos, ou vice versa. Em uma implementação, o comprimento de onda de corte do divisor 116/216 pode estar entre 900 e 1000-nm. Em geral, o divisor 116/126 pode ser um elemento dicróico (por exemplo, um filtro passa-alta, um filtro passa baixa, um espelho metalizado parcial ou quaisquer elementos óticos conhecidos na técnica que podem dividir os sinais espectrais em bandas espectrais discretas.

Uma vez que os canais (50/60) são divididos em bandas, os primeiros detectores (NIR) 112A/122A detectam as primeiras bandas isoladas passando através dos divisores 116/126. Estes primeiros detectores (NIR) 112A/122A podem ser fotodiodos InGaAs usados para sensoriar a faixa de comprimentos de onda de NIR, por exemplo. Do mesmo modo, os segundos detectores (VIS) 12B/122B detectam as segundas bandas isoladas a partir dos divisores 116/126. Estes segundos detectores (VIS) 112B/122B podem ser fotodiodos baseados em silício usados para sensoriar a faixa de comprimentos de onda visíveis e/ou de ultravioleta, por exemplo. Após a detecção, o conjunto de circuitos de controle 130 acoplado a cada um dos detectores 112A-B/122A-B interroga as respostas dos detectores para processamento e análise.

As figuras 6A-6C mostram as modalidades de uma unidade de detectores duplos 110B para o canal de referência (50) em mais detalhe, embora alguns dos componentes circundantes para alojar os elementos das unidades não sejam mostrados para simplicidade. (A unidade de detectores

duplos 120B para o canal de medição pode ser configurada similarmente). Um cabo de fibra ótica 52 conduz os sinais espectrais do canal de referência (50) e a montagem do roteador que tem lentes óticas 114 e o divisor 116 divide os sinais e encaminha as bandas separadas ou diferentes para os detectores duplos 112A-B. Em particular, uma primeira lente ótica 114 colima o sinal a partir do cabo de fibra ótica 52. O sinal colimado passa para o divisor 116 que divide a energia dentro das duas bandas, uma párea o primeiro detector 112A e outra para o segundo detector 112B. Lentes óticas adicionais 114 então formam a imagem das bandas separadas ou diferentes para as matrizes dos fotodiodos dos detectores 112A-B. Como mostrado na figura 6 A, os detectores 112A-B podem ser dispostos perpendicularmente. Alternativamente, eles podem ser dispostos em um ângulo agudo como na figura 6B.

Na figura 6C, a unidade de detectores de banda dupla 110B para o canal de referência (50) tem uma montagem de roteador com um elemento ótico adaptável 111 para dividir o canal de referência (50). Como acima, o cabo de fibra ótica 52 conduz os sinais espectrais para o canal de referência (50) e a montagem do roteador tem uma lente ótica 114 que colima o sinal do cabo de fibra ótica 52. Neste ponto, a montagem do roteador usa seu elemento ótico adaptável 111, que oscila entre duas ou mais orientações, para dividir os sinais de entrada em feixes separados alternadamente, encaminhados aos detectores duplos 112A-B. O elemento ótico adaptável 111 pode ser um espelho de varredura, tal como um dispositivo de espelho micro-eletromecânico (MEM) ou um espelho de varredura do Sistema Micro-Eletromecânico MEMS)

Um primeiro feixe refletido a partir do elemento 111 em uma primeira lente ótica 114 que forma a imagem do feixe para o primeiro detector 112A, e um segundo feixe refletido a partir do elemento 111 passa para uma segunda lente ótica 114 que forma a imagem do feixe para o segundo detector 112B. Um benefício com o arranjo da figura 6C é que não há perda ótica devido a um divisor de feixes. Consequentemente, toda a energia ótica no sistema pode ser transmitida a cada detector 112A-B. Com a configuração

mostrada na figura 6C, também é fácil de imaginar haver múltiplos canais de medição, e um canal de referência único.

Em uma implementação, os dois feixes do elemento ótico adaptável 111 podem ser as mesmas bandas (isto é, pode haver a mesma faixa 5
espectral de comprimentos de onda) e as lentes óticas 114 para os detectores separados 112A-B podem ser filtros filtrando comprimentos de onda diferentes na faixa espectral comum. Em outra implementação, o elemento ótico adaptável 111 pode ter uma grade sobre sua superfície de modo que as 10
bandas espectrais diferentes são refletidas a partir do elemento 111 em diferentes ângulos. Deste modo, um dos feixes refletidos a partir do elemento 111 de grade pode ter uma faixa espectral específica para o primeiro detector 112A que é diferente do que a para o segundo detector 112B.

Em geral, as lentes óticas 114 das figuras 6A-6C podem ser uma 15
lente acromática, um par de lentes acromáticas, uma lente de plano convexo óticamente acoplado a uma lente biconvexa, etc. A figura 7 mostra uma lente ótica 114 exemplar que pode ser usada para os roteadores descritos no presente. A lente ótica 114 é um tipo de lente acromática tendo uma lente plano-convexa (PCX) 115 e uma lente bicôncava 117, que podem ter uma 20
separação física usando um espaçador (não mostrado) ou que podem ser cimentadas juntas usando um cimento óticamente transmissivo apropriado. O cimento ótico usado precisa ser capaz de suportar as temperaturas de operação do fundo do poço. Os tipos de material e as formas das duas lentes 115/117 são escolhidos para terem efeitos de comprimento focal em desvio. Assim, como o comprimento de onda varia, a lente focal das lentes bicôncavas 117 troca mais rapidamente do que a da lente plano-convexa 115. Esta 25
troca disparada no comprimento focal com comprimentos de onda serve para reduzir a dependência total de comprimento focal combinado em uma faixa de comprimentos de onda.

A figura 8 mostra uma unidade de detectores de banda dupla 30
110B para o canal de referência (50) usando a lente ótica exemplar 114 da figura 7. Na montagem do roteador, uma lente ótica 114 de entrada recebe o sinal espectral a partir do cabo de fibra ótica 52 para o canal de referência

(50) e a ótica 114A colima o sinal. O divisor 116 então divide o sinal colimado dentro das duas bandas como descrito anteriormente, permitindo que comprimentos de onda mais longos passem através do divisor 116 e refletindo comprimentos de onda mais curtos. Uma banda que passa a partir do divisor 116 alcança outra lente ótica 114B, que condensa o sinal e forma a imagem do mesmo sobre a matriz do primeiro detector (NIR) 112A. A outra banda refletida a partir do divisor 116 alcança um refletor 118.

Embora mostrado aqui como um prisma de ângulo reto, o refletor 118 pode ser um espelho ou outro elemento ótico comparável. O refletor 118 dirige sua banda para outra lente ótica 114C, que condensa o sinal e forma a imagem do mesmo sobre a matriz do segundo detector (UV/Vis) 112B. O refletor 118, portanto, mostra que ambas as bandas correm paralelamente uma à outra e permitem que os dois detectores 112A-B sejam acondicionados um ao outro. Isto não somente conserva o espaço, que é importante em uma ferramenta de fundo de poço, mas, sendo capaz de acondicionar os dois detectores 112 A-B juntos, possibilita que os mesmos sejam dispostos co-planares um ao outro e experimentem as mesmas trocas ambientais, tal como as mesmas condições térmicas totais.

3. Arranjo de Múltiplos Detectores

Como discutido acima, a montagem de detector 100 na figura 3 representa um arranjo de detector único capaz de sensoriamento em uma banda ou espectro, por exemplo, faixas espectrais quase infravermelho (NIR) ou ultravioleta (UV)/visível (Vis), enquanto a montagem de detector 100 na figura 5 representa um arranjo de detector duplo que pode medir e referenciar simultaneamente em duas bandas ou faixas de espectro, por exemplo, faixas de UV-Vis e NIR. Como observado anteriormente, as unidades de detectores duplos 110B/120B podem ser usadas para cobrir uma faixa de medição de interesse de cerca de 350-nm a cerca de 2400-nm. No entanto, detectores adicionais também poderiam ser incluídos na unidade 110B/120B tanto para ainda dividir a faixa dentro das bandas discretas como para estender a faixa para cobrir uma faixa espectral mais ampla, tal como de cerca de 200-nm a acima de 3000 nm.

Na figura 9A, por exemplo, uma unidade de múltiplos detectores 110C tem uma montagem de roteador com uma série de filtros passa-baixo 116 que filtram os sinais espectrais a partir do cabo de fibra ótica 52 de referência nos estágios de feixes ou bandas para uma série de detectores de referencia 112. Novamente, as lentes óticas 114 formam imagem dos sinais colimados para as matrizes de diodo dos detectores 112. Em razão de serem usados filtros passa-baixo 116, as várias combinações de detectores 112 e filtros passa-baixo 116 podem diminuir o comprimento de onda ($\lambda_7-\lambda_0$) uma vez que eles estão posicionados mais longe do cabo de fibra ótica 52 de modo que comprimentos de onda mais curtos (frequências mais altas) alcançarão ainda os detectores 112. Um arranjo reverso também pode ser usado, em que uma série de filtros passa-alta (ao contrário dos filtros passa-baixo) é usada. E a combinação dos detectores 112 e filtros passa-alta 116 pode aumentar em comprimento de onda ($(\lambda_0-\lambda_7)$) uma vez que eles estão posicionados mais longe a partir do cabo de fibra ótica 52 de modo que comprimentos de onda mais longos (frequência mais baixas) alcançarão ainda os detectores 112.

Além dos arranjos acima, a figura 9B mostra uma unidade de múltiplos detectores 110D tendo múltiplos detectores 112, lentes 114, e filtros 116 tendo um arranjo de roteador agrupado. Os filtros 116 dirigem e dividem os comprimentos de onda de interesse a partir do cabo de fibra ótica 52 de referência para os vários detectores 112 de um modo similar ao discutido anteriormente, mas com um arranjo mais compacto que limita o número de passagens dos filtros através da banda espectral.

25 **C. Arranjos de Alojamento para Montagem de Detectores de Múltiplos Canais**

Em razão da montagem de detector 100 ser usada no fundo do poço, o alojamento de seus componentes pode ser restringido pelo espaço de ferramenta disponível e as especificações ambientais do fundo do poço. Idealmente, os componentes da montagem de detector 100 têm um alojamento que é passível de implantação no fundo do poço e que pode caber dentro do espaço apertado do fundo do poço. Portanto, a montagem de de-

ector 100 é de preferência construída como uma unidade modular discreta que pode ser incorporada ou conectada a outras unidades modulares, tal como unidades modulares para a montagem de fonte (40) e montagem de amostra (70) em uma ferramenta de fundo de poço.

5 Em razão dos múltiplos detectores 112/122 serem usados e estarem sujeitos a parâmetros ambientais com trocas potenciais tal como temperatura, os detectores particulares 112/122 usados são de preferência mapeados para determinar como as trocas em sua responsividade ocorrem como uma função de trocas nos parâmetros ambientais. Este mapeamento
10 pode então ser usado para corresponder à responsividade durante uso no fundo do poço às trocas ambientais em tempo real que ocorrem durante a operação. Isto possibilita o uso de múltiplos detectores 112/122 a despeito do fato de que tal abordagem de múltiplos detectores é vista como não prática na arte devido a variações na operação e responsividade de detector para
15 detector. Idealmente, os detectores 112/122 também são de preferência super combinados para ainda reduzir as diferenças de detector para detector na responsividade ambientalmente induzida e são, de preferência co-condicionados em um alojamento único para reduzir a complexidade de acondicionamento eletrônico e mecânico.

20 **D. Conjunto de circuitos e controle**

A montagem de detectores de múltiplos canais 100 é esquematicamente mostrada em mais detalhe na figura 10, ilustrando os componentes adicionais do conjunto de circuitos de controle 130. Como mostrado, o conjunto de circuitos de controle 130 tem conjunto de circuitos de conversão
25 140, conjunto de circuitos de processamento de sinais 150 e interface de entrada/saída 160. O conjunto de circuitos de conversão 140 conecta-se às unidades de detectores 110B/120B. O conjunto de circuitos de processamento de sinais 150 recebe os sinais detectados a partir do conjunto de circuitos de conversão 140 e conecta-se à interface 160. Por sua vez, a interface
30 160 conecta-se aos transdutores externos 80 através de entradas 168 e conecta-se a outros componentes do dispositivo de medição usado entradas/saídas 162/164 digitais e análogas. A interface 160 também pode conec-

tar-se à memória 170 apropriada.

As unidades de detectores 110B/120B mostradas no presente são para o arranjo de banda dupla. Portanto, a unidade de detectores de referência 110B tem detectores duplos 112A-B, e a unidade de detectores de medição 120B tem detectores duplos 122A-B. Os divisores 116/126 dividem os canais de referência e de medição 50/60 dentro das duas bandas para os detectores 112A-B/122A-B como discutido anteriormente. O conjunto de circuitos de conversão 140 recebe os sinais detectados a partir dos detectores 112A-B/122A-B e digitaliza os sinais análogos detectados para cada canal 50/60.

Para manipular os sinais análogos a partir dos detectores 112A-B/122A-B, o conjunto de circuitos de conversão 140 tem circuitos de ganho 142 que podem incluir conjunto de circuitos de detectores de fotodiodos. Filtros análogos e ampliadores para cada um dos detectores 112A-B/122A-B. Os circuitos de ganho 142 podem usar uma operação fotovoltaica de inclinação normalmente zero e podem ser configurados para manipular as várias fontes de ruído, tal como ruído de disparo de sinal, ruído de disparo de corrente escura, ruído térmico de resistência de derivação (Johnson), etc.

A partir dos circuitos de ganho 142, os sinais de detectores análogos passam para o conjunto de circuitos de conversão 144 análogos a digitais (ADC) que convertem os sinais de detectores análogos em sinais digitais para o conjunto de circuitos de processamento de sinais 150 processar. Para este arranjo de banda dupla, o conjunto de circuitos ADC 144 pode usar quatro entradas de conversão A/D com duas entradas para as duas bandas do canal de referência a partir dos detectores de referência 112A-B e duas entradas para as bandas dos detectores de medição a partir dos detectores de medição 122A-B. As entradas de conversão A/D múltiplas do conjunto de circuitos 144 podem ser parte de um chip integrado (IC) (isto é, a4, 8 ou 16 A/D de canal ou podem utilizar múltiplos A/D's de canal único. Quando se usa modulação de frequência, a velocidade de conversão de A/D é de preferência pelo menos 8 vezes a frequência de modulação máxima usada para codificar os sinais espectrais para assegurar amostragem apropriada.

Após o conjunto de circuitos ADC 144 converter os sinais de detectores análogos para sinais digitais, o conjunto de circuitos de processamento de sinais 150 recebe os sinais digitais e usa esquemas de controle programáveis para processar os sinais (isto é, para comparar os sinais para os dois canais (50/60), para comparar os sinais para cada banda de canal, para controlar a montagem da operação de controle 100, para efetuar análises de dados espectrais, para acondicionar os dados para comunicação "up-hole", etc.). Usando os sinais digitais, por exemplo, o conjunto de circuitos de processamento de sinais 150 efetua a filtração digital (detecção de travamento), conversão do valor absoluto, filtração de RC, cálculo da média dos sinais de intensidade brutos, Transformação Fourier Rápida ou e/ou técnicas de deconvolução similares, entre outras funções. Em geral, o conjunto de circuitos de processamento de sinais 150 pode ter um microprocessador ou Série de Portas Programáveis de Campo (FPGA) e outra eletrônica apropriada.

Após processar os sinais, o conjunto de circuitos de controle 130 pode armazenar a informação na memória 170 e pode comunicar a informação a outros componentes (por exemplo, montagem de fonte (40), outro controlador, unidade de telemetria, etc.) usando a interface de entrada/saída 160 e qualquer uma das várias técnicas conhecidas. Em geral, o conjunto de circuitos de controle 130 pode comunicar a informação processada "up-hole" em tempo real como um ou mais conjuntos de dados que incluem todos os dados brutos, dados brutos parciais, médias, e outros. Em um exemplo, o conjunto de circuitos de controle 130 pode comunicar uma intensidade bruta média de tanto as unidades de detectores de medição como de detectores de referência 110B/120B nas bandas separadas (NIR e UV/Vis). A transmissão destes conjuntos de dados "up-hole" permite aos operadores na superfície revisar cada conjunto de dados, deste modo aprimorando as capacidades de diagnóstico para definir sinalizadores de integridade de dados. Em outro exemplo, o conjunto de circuitos de controle 130 pode comunicar os dados de sinais processados, tal como as relações. Deste modo, somente um conjunto dados único precisa ser transmitido. Independente de como os

dados são comunicados, o equipamento de processamento na superfície pode analisar os dados e converter os dados em valores únicos.

Em geral, o conjunto de circuitos de controle 130 pode operar como um controlador autônomo que comunica (envia e recebe) o início do funcionamento com a montagem de fonte (40), que pode ter seu próprio controlador de modo que o conjunto de circuitos de controle 130 pode coordenar sua operação com a da montagem de fonte (40). Alternativamente, o conjunto de circuitos de controle 130 pode implementar o controle direto da montagem de fonte (40) configurando atualmente alguns dos parâmetros operacionais da montagem de fonte e enviando os sinais de controle, parâmetros e/ou o início do funcionamento à montagem de fonte (40) para implementar. Ainda em alternativa, a montagem de fonte (40) pode controlar ativamente a montagem de detector 100 configurando alguns de seus parâmetros operacionais, ou um controlador inteiramente separado pode controlar tanto a montagem de fonte (40) como a montagem de detector 100.

Como mostrado, a interface de entrada/saída 160 tem entradas 162 e saídas 164 que podem ser análogas e digitais e tem uma entrada de sinal escalado 166 e entradas 168 para os transdutores externos 80. A interface 160 pode ser usada para iniciar o funcionamento de um controle externo de outros componentes de controle, tal como um controlador da montagem de fonte (40; figura 2A). A interface 160 também pode receber sinais de controle usados para o controle manual ou automático da operação do conjunto de circuitos. Este controle externo pode ser de uma fonte externa, tal como um controlador da montagem de fonte (40), equipamento de superfície, ou de um controlador de fundo de poço separado. Quando recebidos, os sinais de controle podem configurar a operação do conjunto de circuitos de controle 130 para ter em conta as condições variáveis, tal como uma troca em temperatura, uma troca no fluido a ser analisado, uma troca no modo desejado de operação a ser usada, etc.). O controle externo também pode operar o conjunto de circuitos de controle 130 para lidar com os eventos que requerem temporização exata para usar as entradas e saídas digitais 162/164 para os sinais de início de funcionamento.

E. Dispositivo de Medição e Arranjo de Fonte

Na figura 11, uma vista lateral de um dispositivo de medição 200 tem uma montagem de fonte de múltiplos canais 210 e uma montagem de detector 260 dispostos sobre um corpo de fluxo 280. Para uso em uma ferramenta de fundo de poço, o corpo de fluxo 280 ajusta-se sobre um chassi da ferramenta (não mostrado) que retém o corpo de fluxo 280 no lugar e retém a eletrônica requerida. Por sua vez, o corpo de fluxo 280 acopla-se com uma submontagem (não mostrada) que encaminha os barramentos de fluxo na ferramenta de fundo de poço, e o chassi da ferramenta ajusta-se dentro de um alojamento de ferramenta (não mostrado) da ferramenta de fundo de poço. O fluido de um dos barramentos de fluido na ferramenta passa através uma passagem 282 de uma extremidade do corpo de fluxo 280 para outra e passa pela montagem de fonte 210 e montagem de detector 260.

Como mostrado, a montagem de fonte 210 pode ter alojamentos 212/214 que se acoplam ao corpo de fluxo 280. Um alojamento 212 retém as fontes de LED 220 dispostas sobre uma placa de circuito 222. O outro alojamento 214 retém um arranjo de divisores de feixes e prismas (230, 240, 250).

Por sua parte, a montagem de fonte 260 pode ser similarmente configurada sobre o lado oposto do corpo de fluido 280. Consequentemente, um alojamento 262 fixado ao corpo de fluxo 280 aloja os detectores de fotodiodos 270 dispostos sobre uma placa de circuito 272. Também, outro alojamento 264 aloja um arranjo de divisores de feixes e prismas (240, 250), que são detalhados abaixo na figura 12.

Os sinais para os canais de medição e de referência saem da montagem de fonte 210 e passam para a montagem de detector 260 usando elementos através do espaço ótico (não mostrados). O canal de referência pode passar diretamente para a montagem de fonte 260, e o canal de medição pode interagir com o fluido passando através do corpo de fluxo 280 antes de passar para a montagem 260. Assim, o canal de medição pode passar através de um acessório de amostra (não mostrado), tal como uma célula de amostra, ou similares, no corpo de fluxo 280.

Voltando então à vista esquemática plana na figura 12, ambos os canais podem ser encaminhados através de fibra, espelhos, e similares, para a montagem de detector 260. Por exemplo, através do espaço ótico e de abordagens de encaminhamento de fibra conhecidos dos versados na técnica ou divulgados no presente podem ser usados para encaminhar os canais para a montagem de detector 260. Primeiramente os detectores de fotodiodos 270 recebem o canal de referência e têm um divisor de feixes de placa 240 e prisma de ângulo reto 250. Do mesmo modo, os segundos detectores de fotodiodos 270 recebem o canal de medição e têm similarmente um divisor de feixe de placa 240 e prisma de ângulo reto 250.

Como mostrado, a montagem de detector 260 tem dois detectores de fotodiodos 270 para cada canal, com um detector 270 recebendo comprimentos de onda $<1000\text{-nm}$ e o outro recebendo comprimentos de onda $>1000\text{-nm}$. Os divisores de feixe de placa 240 podem ter um corte intermediário de comprimento de onda para as faixas de detector e tanto transmitem acima do corte como refletem abaixo do corte. Estes detalhes pretendem ser meramente exemplares, uma vez que um versado na técnica apreciará que um número de detectores 270 e divisores de feixes 240 bem como os comprimentos de onda e outros valores podem ser configurados para uma implementação particular.

F. Referência Dinâmica

Sendo implantado no fundo do poço, o dispositivo de medição (30; figura 2A) pode demonstrar sensibilidades a estresses ambientais. No entanto, a montagem de detector 100 correlaciona espectralmente os canais de referência e de medição 50/60 usando o canal de referência 50 para escala em tempo real de modo que vários efeitos ambientais podem ser levados em conta durante operação e análise. Embora os detectores 112/122 possam ainda responder diferencialmente às trocas nas condições ambientais, através de calibração, é possível escalar a saída dos detectores de medição 122A-B com a saída dos detectores de referência 112A-B, deste modo compensando as trocas espectrais ambientalmente induzidas na montagem de fonte (40) ou as trocas na responsividade induzidas ambientalmente dos

detectores 112A-B/122A-B em tempo real. Além disso, o conjunto de circuitos de controle 130 pode usar o canal de referência (50) como a realimentação em tempo real para controlar a operação da montagem de fonte (40) e para melhorar dinamicamente a relação de sinal para ruído através do controle em tempo real dos parâmetros de aquisição espectral.

1. Correlacionar os Sinais Detectados usando Referencia Dinâmica

Na escala dinâmica, por exemplo, o conjunto de circuitos de controle 130 usa o canal de referência (50) para escalar dinamicamente o canal de medição (60). Para fazer esta escala, o conjunto de circuitos de processamento de sinais 150 primeiramente processa os canais de medição e de referência (50/60) deconvolvendo seus sinais espectrais detectados baseado no tipo de codificação usada para codificar os sinais emitidos para montagem de fonte (40). Dependendo da implementação, por exemplo, o circuito 150 deconvolve os sinais baseados na codificação de Varredura Raster Convencional (CRS), codificação de Transformação Fourier Rápida (FFT), codificação de Hadamard, outra codificação espectral, ou semelhante. Então, o conjunto de circuitos de processamento de sinais 150 sincroniza temporariamente a medição deconvolvida e os sinais de referência e escala os valores de amplitude do sinal de medição deconvolvido usando os valores de amplitude do sinal de referência deconvolvido.

O resultado desta escala é um sinal de medição (166) que é corrigido em tempo real para as variações causadas pelas respostas disparadas, tal como, mas não limitadas a trocas de temperatura, correnteza na operação da fonte (42), e correnteza na eletrônica da montagem de detector. A saída 166 da interface 160 pode então enviar o sinal escalado para outros componentes do dispositivo de medição (30; figura 2A), tal como a montagem de fonte (40) outro controlador, ou outro destino.

2. Configurar a Montagem de Fonte usando Referência Dinâmica

Além de correlacionar os sinais detectados, o conjunto de circuitos de controle 130 pode usar a resposta a partir dos detectores de referência 112A-B como realimentação para configurar a saída da montagem de fonte (40), assim a montagem de fonte (40) pode manter um perfil de ilumi-

nação relativamente plano ou consistente através de uma faixa de temperatura completa que pode ser experimentada no fundo do poço. Para isto, o conjunto de circuitos de controle pode usar os sinais detectados a partir do canal de referência (50) como uma indicação quando trocas na modulação da largura de pulsos, intensidade, ou similares precisam ser feitas para a saída dos sinais espectrais a partir da montagem de fonte (40) de modo que os sinais tanto para o canal de medição como para o canal de referência (50/60) sejam aperfeiçoados.

Além de determinar as trocas diretamente através da referência dinâmica, o conjunto de circuitos de controle 130 também pode receber os dados das condições ambientes do fundo do poço de um ou mais transdutores externos 80, incluindo, mas não limitados a transdutores de pressão e de temperatura. O conjunto de circuitos de controle 130 pode então usar estas condições ambientais medidas no fundo do poço em conjunto com a referência dinâmica do canal de referência (50) para compensar a operação das unidades de detectores 110B/120B e da montagem de fonte (40) para ter em conta as questões de trocas de temperatura, correnteza na operação da fonte e correnteza eletrônica de montagem causadas por tais condições ambientais. Por exemplo, o conjunto de circuitos de controle pode usar a informação a partir dos transdutores externos como entrada para uma função escalada ou uma mesa de pesquisa empregada para escalar o sinal de medição processado. Esta escala pode deste modo ter em conta as trocas espectrais que poderiam ser causadas pelas condições ambientais detectadas pelos transdutores.

Para configurar a saída da montagem de fonte (40), o conjunto de circuitos de controle 130 pode iniciar o funcionamento da montagem de fonte (40), que pode ter seu próprio controlador, trocar os parâmetros operacionais para ter em conta as trocas ambientais determinadas através da referência dinâmica e/ou transdutores externos 80. Alternativamente, o conjunto de circuitos de controle 130 pode controlar diretamente a montagem de fonte (40) configurando seus parâmetros operacionais e enviando os sinais de controle para a montagem (40) para operação.

Em um exemplo resumido de tal controle direto, o conjunto de circuitos de controle 130 pode inicialmente configurar como as fontes (42) na montagem de fonte (40) devem ser operadas e podem enviar os sinais de controle para a montagem de fonte (40) para implementar a operação confi-
5 gurada. Por exemplo, o conjunto de circuitos de controle 130 pode configurar a amplitude na qual operar as fontes (42), deste modo alterando ou aumentando a intensidade ótica total dos sinais. Alternativamente, o conjunto de circuitos de controle 130 pode configurar uma ou mais sucessão de pulsos modulados usados para controlar a iluminação da fonte (42) e pode enviar
10 as características temporais (tempo de partida, frequência de pulsos, ciclo de trabalho, ou forma de pulsos) da sucessão de pulsos para a montagem de fonte (40) para implementar quando operando as fontes.

À medida que a montagem de fonte (40) então gera os sinais espectrais como configurado, o conjunto de circuitos de controle 130 detecta
15 os sinais espectrais gerados pela montagem de fonte (40) usando a unidade de detector de referência 110B. Comparando o sinal detectado a como a saída é configurada para a fonte, o conjunto de circuitos de processamento de sinal 150 pode determinar quais discrepâncias existem entre como a montagem de fonte (40) está sendo operada e como os sinais espectrais
20 estão sendo detectados, e o conjunto de circuitos de controle 130 pode correlacionar quaisquer discrepâncias às trocas espectrais pelas condições ambientais. Baseado nesta análise, o conjunto de circuitos de controle 130 pode então fazer modificações em como ele controla a montagem de fonte (40), deste modo controlando a iluminação e a amplitude resultante da mon-
25 tagem de fonte (40) para manter um perfil de iluminação relativamente plano ou consistente a despeito das grandes trocas ambientais.

G. Modos de Processamento de Detecção/Sinais

Além da referência dinâmica, a montagem de detector 100 pode ser operada em um ou mais modos de processamento de detecção/sinais
30 que podem dar aos operadores o controle sobre a velocidade de varredura, a relação de sinal para ruído, e a metodologia de monitoramento do processo. Em geral, estes modos de processamento para a montagem de detector

100 podem ser implementados como software ou similares no conjunto de circuitos de controle 130. Dependendo da implementação, os componentes de hardware da montagem 100 (FPGA, ADC, multiplexadores, etc.) podem ser especificamente configurados para operar utilizando um dos modos particulares ou podem ser configurados para operar sob vários destes modos diferentes. Deste modo, a operação da montagem de detector 100 em um destes modos desejados pode simplesmente requerer trocas na programação para o conjunto de circuitos de controle 130, que podem ocorrer durante a instalação ou mesmo durante o uso do fundo do poço pela interface 160.

Dependendo da implementação, o processamento de detecção e de sinais em cada um destes modos pode ser efetuado separadamente em cada canal 50/60 usando os sinais espectrais a partir das unidades de detecção separadas 110/120. Do mesmo modo, o processamento de cada canal 50/60 pode ser efetuado separadamente sobre as bandas detectadas de cada detector nos arranjos de bandas múltiplas.

1. Modo de Varredura de Raster Convencional

Em um primeiro modo de processamento de detecção/sinais, a montagem de detector 100 pode ser operada usando a varredura de Raster. Deste modo, o conjunto de circuitos de controle 130 configura a montagem de fonte (40) para iluminar cada fonte (42) sequencialmente uma de cada vez, e o conjunto de circuitos de controle 130 pode correlacionar as medições tanto o canal de referência como de medição (50/60) para cada fonte (42) em um aspecto em série, deste modo adquirindo uma varredura espectral completa com o passar do tempo. Este modo não requer modulação de fonte.

Alternativamente, o conjunto de circuitos de controle 130 configura a montagem de fonte (40) para iluminar cada fonte (42) sequencialmente uma de cada vez com cada fonte (42) sendo oscilada em uma frequência fixada comum para todas as fontes (42) para melhorar a relação de sinal para ruído. Então, o conjunto de circuitos de controle 130 pode efetuar a varredura de Raster com a detecção de travamento dos canais de referência e de medição (50/60) detectada pelas unidades de detectores 110B/120B. A

detecção de travamento pode ser implementada por filtração digital, determinação dos valores absolutos, cálculo da média e quaisquer outras técnicas conhecidas dos versados na técnica de análise de sinais.

De qualquer modo, os canais de referência e de medição (50/60) são imediatamente correlacionados, e o sinal modulado recebido nas unidades de detectores de referência e de medição 110B/120B pode então ser usado durante o processamento dos dados. A operação da montagem de detector 110 deste modo pode permitir facilitar o nível de ruído versus permuta de tempo de integração. Por último, o conjunto de circuitos de controle 130 que precisa operar deste modo pode requerer menos complexidade, que pode beneficiar o uso do fundo do poço.

2. Canal Selecionado para Varredura de Raster

Um segundo modo de processamento de detecção/sinais é uma forma modificada de varredura de Raster. Neste modo, o conjunto de circuitos de controle 130 configura a montagem de fonte (40) para iluminar um número reduzido de fontes espectrais disponíveis (42) (por exemplo, LEDs) na montagem de fonte (40). Quando uma troca é detectada nas bandas espectrais para estas fontes selecionadas (42), o conjunto de circuitos de controle 130 configura a montagem de fonte (40) para operar sob um modo de varredura de Raster completo como discutido acima, de modo que uma varredura espectral completa pode correr para outra discriminação do fluido de amostra que está sendo medido. Este modo de varredura de Raster modificada permite que a montagem de detector 100 corra relativamente rápida e com mais flexibilidade para reunir os requisitos de uma aplicação pretendida.

3. Modo de Transformação Fourier Rápida (FFT)

Em um terceiro modo de processamento de detecção/sinais, o conjunto de circuitos de controle 130 configura a montagem de fonte (40) para iluminar todas as fontes (42) (por exemplo, LEDs) da montagem de fonte (40) simultaneamente, assim seus sinais espectrais podem todos ser processados simultaneamente. Este modo FFT oferece varredura espectral completa síncrona das propriedades de fluido e pode também levar a uma relação de sinal para ruído (S/N) aperfeiçoada na maioria das condições

ambientais. Para operar sob este modo FFT com a montagem de fonte (40) tendo múltiplas fontes (42) tal como LEDs, o conjunto de circuitos de controle 130 pode precisar processar simultaneamente em excesso de 256 canais de dados para o arranjo de banda dupla da montagem de detector 100 como na figura 10.

Deste modo, o conjunto de circuitos de controle 130 configura as fontes (42) para iluminar a amostra na montagem de fonte (70; figura 2A) simultaneamente com todas as fontes (42) e a montagem de fonte (40) usa as operações de FFT para aquisição de dados de disparo únicos através da faixa de medição completa. Para isto, o conjunto de circuitos de controle 130 configura cada fonte (42) para modular em uma frequência independente, e o conjunto de circuitos de controle 130 deconvolve os sinais os sinais detectados a partir das unidades de detectores de medição e de referência 110B/120B usando análise FFT para fornecer informação de intensidade para o processamento de dados posterior. Deste modo, um tempo de amostra é usado para definir a resolução de frequência. Além disso, a precisão de amplitude da medição é definida por uma resolução de bit de conversores análogos para digitais, a duração e frequência da amostra, o número de médias de varreduras, e a relação de sinal para ruído das unidades de detectores 110/120.

4. Modo de Análise de Frequências Fixas (FFA)

Em um quarto modo de processamento, que é similar em termos de excitação simultânea ao modo FFT, a montagem de detector 100 usa uma análise de frequência fixa (FFA) em que um conjunto de frequências fixas que têm propriedades predefinidas é usado para iluminar as fontes (42) (por exemplo, LEDs). Com referência simultaneamente à montagem de detector 100 na figura 10 e a um processo 300 na figura 13, o conjunto de circuitos de controle 130 neste modo FFA configura as fontes (42) para pulsarem simultaneamente usando incrementos de frequências fixas, e o conjunto de circuitos de controle 130 configura os comprimentos de onda para pulsarem as fontes (42) baseado em um número inteiro de ciclos. Para isto, o conjunto de circuitos de controle 130 pode definir as características temporais

(tempo de partida, frequência, ciclo de trabalho e retardo de fase) de uma sucessão de pulsos modulados usados para operar as fontes (42) baseados nos incrementos de frequências fixas e nas propriedades predefinidas (bloco 302). Então, o conjunto de circuitos de controle 130 envia a sucessão de pulsos modulados para a montagem de fonte (40) para implementar.

Como a montagem de fonte (40) gera sinais espectrais baseados na sucessão de pulsos modulados, o conjunto de circuitos de controle 130 efetua a deconvolução espectral dos sinais detectados usando um método numérico pré-definido para análise de sinais que é baseada nas características temporais conhecidas do comprimento de onda configurado. Em particular, a montagem de detector 100 detecta a amplitude (intensidade) dos sinais detectados (320; figura 14A) a partir das fontes (42) tendo a sucessão de pulsos modulados conhecida (bloco 304).

Os circuitos de controle 130 pretende centralizar a amplitude dos sinais detectados para criar um sinal centralizado médio (230; figura 14B) (bloco 306) e então inverte os valores no sinal centralizado médio em locais específicos de comprimentos de onda discretos (isto é, tempos) da sucessão de pulsos modulados conhecida para criar um sinal invertido (240; figura 14C) (bloco 308). Neste ponto, o conjunto de circuitos de controle 130 soma os valores da sucessão de pulsos invertidos, centralizados médios para formar um valor de sucessão de pulsos somado (bloco 310). Então, o conjunto de circuitos de controle 130 correlaciona este valor de sucessão de pulsos somados com a amplitude dos sinais espectrais detectados de modo que análise subsequente pode ser efetuada para determinar as características do fluido de amostra (bloco 312).

Nesta técnica, a sucessão de pulsos modulados requer um deslocamento de fase de sinal que é conhecida ou insignificamente pequena com relação à frequência de modulação usada. Além disso, o período de amostra mínimo usado na análise é de preferência maior do que $1/\Delta f$, onde Δf é o incremento da frequência acima da frequência fundamental (f_0) usada para iluminar as fontes individuais (42). Finalmente, nenhum múltiplo ímpar da frequência f (isto é, 1 kHz e 3 kHz) é usado para pulsar as fontes (42).

O modo FFA produz resultados similares como o modo FFT discutido acima. No entanto, o modo FFA pode ser preferido porque implementar este modo FFA em hardware é mais simples comparado a requisitos de hardware para efetuar a análise no modo FFT discutido anteriormente. Em particular, o modo FFA reduz a carga computacional no conjunto de circuitos de controle 130 no fundo do poço, reduzindo os requisitos de energia e de tamanho de equipamento total. Comparado ao modo FFT que requer 2^n canais, o processamento de dados no modo FFA é mais rápido porque usa somente tantos canais quando necessários. Qualquer atraso de sinal entre aquisição e visualização pode, portanto, ser significativamente reduzido. Além disso, a taxa de aquisição de dados pode ser facilmente trocada em conjunto com a média de sinais para aperfeiçoar a relação de sinal para ruído.

5. Codificação de Transformação de Hadamard Assíncrona

Ainda em outro modo operacional, o conjunto de circuitos de controle 130 opera as fontes (42) usando a codificação de Transformação de Hadamard Assíncrona. Neste modo, o conjunto de circuitos de controle 130 configura a montagem de fonte (40) para iluminar uma sequência única de um subconjunto de fontes (42) (por exemplo, LEDs) em um aspecto cíclico com somente um subconjunto de fontes (42) em operação em um dado ponto de tempo. Enquanto operando neste modo, cada fonte (42) também pode ser modulada em frequências independentes. Por sua vez, o conjunto de circuitos de controle 130 deconvolve os sinais detectados das unidades de detectores de medição e de referência 110B/120B usando a análise de Hadamard para fornecer a informação de intensidade para o processamento de dados posterior.

A descrição acima das modalidades preferidas e outras não é pretendida para limitar ou restringir o escopo ou aplicabilidade dos conceitos inventivos concebidos pelos requerentes. Embora vários modos de processamento de detecção/sinais para a montagem de detecção 100 tenha sido discutida acima, por exemplo, será apreciado que a montagem 100 pode ser operada baseada em outros modos de operação conhecidos dos versados

na técnica.

Na troca para divulgar os conceitos inventivos contidos no presente, os requerentes desejam todos os direitos de patente oferecidos pelas reivindicações anexas. Portanto, pretende-se que as reivindicações anexas
5 incluam todas as modificações e alterações na extensão completa em que elas estão dentro do escopo das seguintes reivindicações ou equivalentes das mesmas.

REIVINDICAÇÕES

1. Montagem de detector para espectroscopia de fundo de poço, compreendendo:

5 uma unidade de referência tendo pelo menos um detector de referência e detectando os primeiros sinais espectrais através de uma faixa espectral de comprimentos de onda a partir de um canal de referência de uma fonte;

10 uma unidade de medição que tem pelo menos um detector de medição e detectando os segundos sinais espectrais através da faixa espectral de comprimentos de onda a partir de um canal de medição da fonte após interação com uma amostra de fluido;

os circuitos de conversão acoplados em comunicação às unidades de referência e de medição e convertendo o primeiro e segundo sinais espectrais em sinais de referência e de medição; e

15 os circuitos de controle acoplados em comunicação ao conjunto de circuitos de conversão e à fonte dos sinais espectrais, o conjunto de circuitos de controle processando os sinais de referência e de medição e configurando a saída dos sinais espectrais a partir da fonte baseado pelo menos nos sinais de referência processados.

20 2. Montagem, de acordo com a reivindicação 1, em que os detectores de referência e de medição são selecionados a partir do grupo consistindo em um fotodiodo de elemento único, um fotodiodo de múltiplos elementos, um fotodiodo de avalanche, um tubo fotomultiplicador, uma placa de micro-canais, um bolômetro e uma termopilha.

25 3. Montagem, de acordo com a reivindicação 1, em que a unidade de referência compreende:

uma pluralidade de detectores de referência; e

30 um primeiro roteador dividindo o canal de referência em uma pluralidade de primeiros feixes e encaminhando cada um dos primeiros feixes para um ou mais dos detectores de referência.

4. Montagem, de acordo com a reivindicação 3, em que o primeiro roteador compreende pelo menos um elemento ótico disposto em uma via

ótica do canal de referência.

5 5. Montagem, de acordo com a reivindicação 4, em que o pelo menos um elemento ótico é selecionado a partir do grupo consistindo em elementos de seleção de comprimentos de onda, um filtro passa-alta, um filtro passa-baixa e um elemento dicróico.

6. Montagem, de acordo com a reivindicação 4, em que cada um dos primeiros feixes compreende uma banda espectral única diferente da dos outros primeiros feixes.

10 7. Montagem, de acordo com a reivindicação 4, em que o pelo menos um elemento ótico compreende um elemento ótico adaptável oscilável entre pelo menos duas orientações na via ótica do canal de referência, cada uma das pelo menos duas orientações correspondendo a um dos primeiros feixes.

15 8. Montagem, de acordo com a reivindicação 3, em que a unidade de medição compreende:

uma pluralidade de detectores de medição; e

um segundo roteador dividindo o canal de medição em uma pluralidade de segundos feixes, cada um dos segundos feixes para um ou mais dos detectores de medição.

20 9. Montagem, de acordo com a reivindicação 8, em que os detectores de medição e os segundos feixes correspondem no arranjo aos detectores e aos primeiros feixes.

25 10. Montagem, de acordo com a reivindicação 1, em que para processar os sinais e configurar a saída, os circuitos de controle escalam dinamicamente o sinal de medição usando o sinal de referência.

11. Montagem, de acordo com a reivindicação 1, em que para processar os sinais e configurar a saída, os circuitos de controle deconvolvem os sinais de medição e de referência baseado em um tipo de codificação usada para codificar a saída dos sinais espectrais pela fonte.

30 12. Montagem, de acordo com a reivindicação 11, em que os circuitos de controle deconvolvem os sinais baseados na codificação de Varredura de Raster, codificação de Transformação Fourier Rápida, outras codi-

ficações temporais, codificação de Hadamard, ou outra codificação espectral.

13. Montagem, de acordo com a reivindicação 1, em que para processar os sinais e configurar a saída, os circuitos de controle sincronizam temporariamente a saída da fonte com pelo menos os primeiros sinais espectrais detectados por pelo menos um detector de referência para determinar as características temporais da fonte.

14. Montagem, de acordo com a reivindicação 1, em que para processar os sinais e configurar a saída, os circuitos de controle escalam o sinal de medição com o sinal de referência para compensar uma flutuação na fonte ou uma troca em uma condição ambiental.

15. Montagem, de acordo com a reivindicação 1, em que para processar os sinais e configurar a saída, os circuitos de controle escalam a saída da fonte para ter em conta as trocas espectrais causadas por condições ambientais.

16. Montagem, de acordo com a reivindicação 1, em que os circuitos de controle recebem dados de uma ou mais condições ambientais de um ou mais transdutores externos, e em que o conjunto de circuitos escala o sinal de medição, os sinais de referência, ou ambos os sinais de medição e de referência baseado nas trocas espectrais indicadas por uma ou mais condições ambientais.

17. Montagem, de acordo com a reivindicação 1, em que para processar os sinais e configurar a saída, os circuitos de controle configuram uma sucessão de pulsos modulados para controlar a iluminação na fonte.

18. Montagem, de acordo com a reivindicação 17, em que para configurar uma sucessão de pulsos modulados, os circuitos de controle definem pelo menos uma característica temporal da sucessão de pulsos modulados. Em que a pelo menos uma característica temporal inclui tempo de partida, frequência de pulsos, ciclo de trabalho ou forma de pulsos.

19. Montagem, de acordo com a reivindicação 17, em que para processar os sinais e configurar a saída, os circuitos de controle são configurados para:

valores centralizados médios da sucessão de pulsos modulados detectados;

inverter os valores centralizados médios da sucessão de pulsos detectados em locais temporais discretos;

- 5 somar os valores da sucessão de pulsos invertidos; e
correlacionar o valor da sucessão de pulsos somados com uma ampliação dos sinais específicos.

20. Ferramenta de análise de fluido de fundo de poço, compreendendo:

- 10 um fundo de poço implantável no alojamento da ferramenta e tendo uma passagem de fluxo para uma amostra de fluido; e

um dispositivo de análise de fluido disposto no alojamento da ferramenta com relação à passagem de fluido, o dispositivo de análise de fluido incluindo pelo menos:

- 15 uma fonte emitindo os sinais espectrais através de uma faixa espectral de comprimentos de onda e dividindo os sinais espectrais em um canal de referência e um canal de medição;

- uma unidade de referência tendo pelo menos um detector de referência e detectando os primeiros sinais espectrais a partir do canal de referência;
- 20

uma unidade de medição tendo pelo menos um detector de medição e detectando os segundos sinais do canal de medição;

- os circuitos de conversão acoplados em comunicação com as unidades de referência e de medição e convertendo os primeiros e segundos sinais espectrais em sinais de referência e sinais de medição; e
- 25

- os circuitos de controle acoplados em comunicação com os circuitos de conversão e à fonte dos sinais espectrais, os circuitos de controle processando os sinais de referência e de medição e configurando a saída dos sinais espectrais a partir da fonte baseado pelo menos nos sinais de referência processados.
- 30

21. Método de espectroscopia de fundo de poço, compreendendo:

detectar os primeiros sinais espectrais através de uma faixa espectral de comprimentos de onda a partir de uma saída de canal de referência por uma fonte usando pelo menos um detector de referência;

5 detectar os segundos sinais espectrais através da faixa espectral de comprimentos de onda a partir de saída do canal de medição pela fonte após interação com uma amostra de fluido usando pelo menos um detector de medição;

digitalizar os primeiros e segundos sinais espectrais dentro dos sinais de referência e de medição;

10 processar os sinais de referência e medição; e

configurar a saída dos sinais espectrais a partir da fonte baseado pelo menos nos sinais de referência processados;

22. Método, de acordo com a reivindicação 21, em que os detectores são selecionados a partir do grupo consistindo em fotodiodos de elemento único, fotodiodos de múltiplos elementos, fotodiodos de avalanche, 15 tubos fotomultiplicadores, placas de micro-canais, bolômetros e termopilhas.

23. Método, de acordo com a reivindicação 21, em que o pelo menos um detector de referência compreende uma pluralidade de detectores de referência, e em que o método compreende dividir o canal de referência 20 em uma pluralidade de primeiros feixes e encaminhar cada um dos primeiros feixes para um dos detectores de referência.

24. Método, de acordo com a reivindicação 23, em que a divisão do canal de referência compreende dispor pelo menos um elemento ótico em uma via ótica do canal de referência e dividir o canal de referência em 25 pelo menos dois feixes com o pelo menos um elemento ótico.

25. Método, de acordo com a reivindicação 24, em que o pelo menos um elemento ótico é selecionado de um filtro passa-alta, um filtro passa baixa, e um elemento dicróico.

26. Método, de acordo com a reivindicação 24, em que cada um 30 dos primeiros feixes compreende uma banda espectral única diferente dos outros primeiros feixes.

27. Método, de acordo com a reivindicação 24, em que o pelo

menos um elemento ótico compreende um elemento ótico adaptável oscilável entre pelo menos duas orientações na via ótica do canal de referência, cada uma das pelo menos duas referências correspondendo a um dos primeiros feixes.

5 28. Método, de acordo com a reivindicação 23, em que o pelo menos um detector de medição compreende uma pluralidade de detectores de medição, e em que o método compreende dividir o canal de medição em uma pluralidade de segundos feixes e encaminhar cada um dos segundos feixes para um dos detectores de medição.

10 29. Método, de acordo com a reivindicação 28, em que os detectores de medição e os segundos feixes correspondem, no arranjo, aos detectores de referência e aos primeiros feixes.

 30. Método, de acordo com a reivindicação 20, em que processar os sinais e configurar da saída compreende escalar dinamicamente o
15 sinal de medição com o sinal de referência.

 31. Método, de acordo com a reivindicação 30, em que escalar dinamicamente o sinal de medição com o sinal de referência compreende compensar uma flutuação na fonte ou uma troca em uma condição ambiental.

20 32. Método, de acordo com a reivindicação 21, em que processar os sinais e configurar a saída compreende deconvolver os sinais baseado em um tipo de codificação usada para codificar as saídas de sinais espectrais pela fonte.

 33. Método, de acordo com a reivindicação 32, em que a codificação usada inclui uma codificação de Varredura de Raster, codificação de
25 Transformação Fourier Rápida, outra codificação temporal, configuração de Hadamard, ou outra codificação espectral.

 34. Método, de acordo com a reivindicação 21, em que processar os sinais e configurar a saída compreende sincronizar temporalmente a
30 saída dos sinais espectrais pela fonte com os sinais espectrais pelo menos detectados por pelo menos um detector de referência.

 35. Método, de acordo com a reivindicação 21, em que proces-

sar os sinais e configurar a saída compreende ter em contra as trocas espectrais causadas por condições ambientais escalando a saída dos sinais espectrais.

5 36. Método, de acordo com a reivindicação 21, em que processar os sinais e configurar a saída compreende:

receber os dados de uma ou mais condições ambientais a partir de um ou mais transdutores externos; e

10 escalar o sinal de medição, os sinais de referência, ou ambos os sinais de medição e de referência baseado nas trocas espectrais indicadas por uma mais condições ambientais.

37. Método, de acordo com a reivindicação 21, em que processar os sinais e configurar a saída compreende configurar uma sucessão de pulsos modulados para iluminar a fonte.

15 38. Método, de acordo com a reivindicação 37, em que configurar a sucessão de pulsos modulados compreende definir pelo menos uma característica temporal da sucessão de pulsos, em que pelo menos uma característica temporal inclui tempo de agitação, frequência de pulso, ciclo de trabalho, ou forma do pulso.

20 39. Método, de acordo com a reivindicação 37, em que processar os sinais e configurar a saída compreende:

valores centrais médios da sucessão de pulsos detectados;

inverter os valores centrais médios das sucessões de pulso detectados em locais temporais discretos;

somar os valores de sucessões de pulso invertidos; e

25 correlacionar o valores das sucessões de pulsos com uma amplitude do sinal espectral a partir da fonte.

40. Método de análise de fluido do fundo de poço, compreendendo:

30 implantar um fundo de poço na ferramenta, a ferramenta tendo uma passagem de fluxo para uma amostra de fluido; e analisar a amostra de fluido

operando uma fonte para gerar sinais espectrais através de uma

faixa espectral de comprimentos de onda em um canal de referência e um canal de medição;

detectar os sinais espectrais do canal de referência usando pelo menos um detector de referência;

5 detectar os sinais espectrais a partir do canal de medição após interação com a amostra de fluido usando pelo menos um detector de medição;

digitalizar os sinais espectrais sensorizados por pelo menos um detector de referência nos sinais de referência;

10 digitalizar os sinais espectrais sensorizados por pelo menos um dos detectores de medição dentro dos sinais de medição;

processar os sinais de referência e medição; e

controlar a saída dos sinais espectrais a partir da fonte baseado pelo menos nos sinais de referência processados.

15 41. Método de processamento de sinais com espectroscopia de fundo de poço, compreendendo:

operar uma fonte de sinais espectrais através de uma faixa espectral de comprimentos de onda;

detectar os sinais espectrais a partir da fonte;

20 valores centralizados médios da sucessão de pulsos modulados nos sinais espectrais detectados;

inverter os valores centralizados médios da sucessão de pulsos modulados em locais temporais discretos;

somar os valores da sucessão de pulsos invertidos; e

25 correlacionar o valor da sucessão de pulsos somados com uma amplitude dos sinais espectrais detectados.

1/8

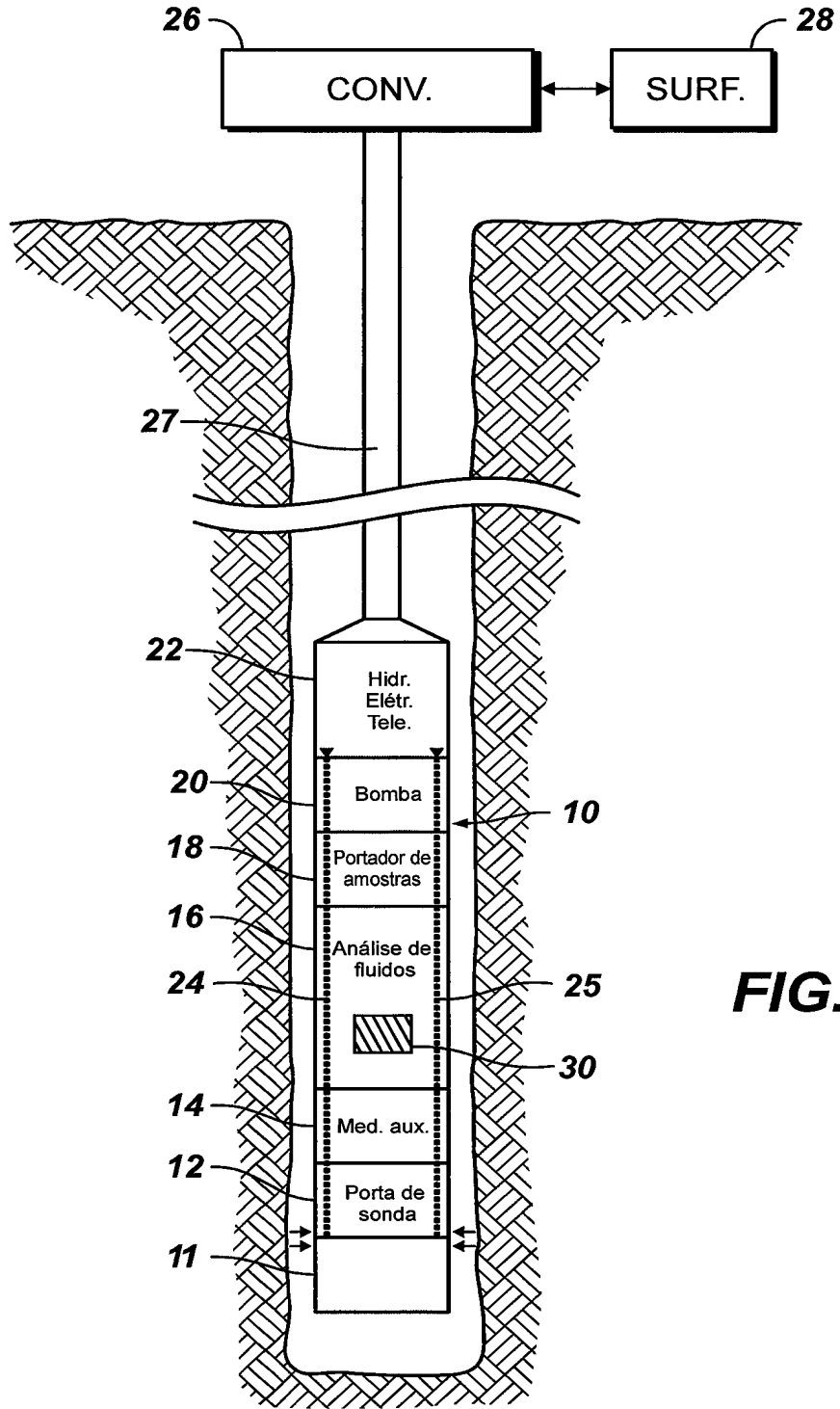


FIG. 1

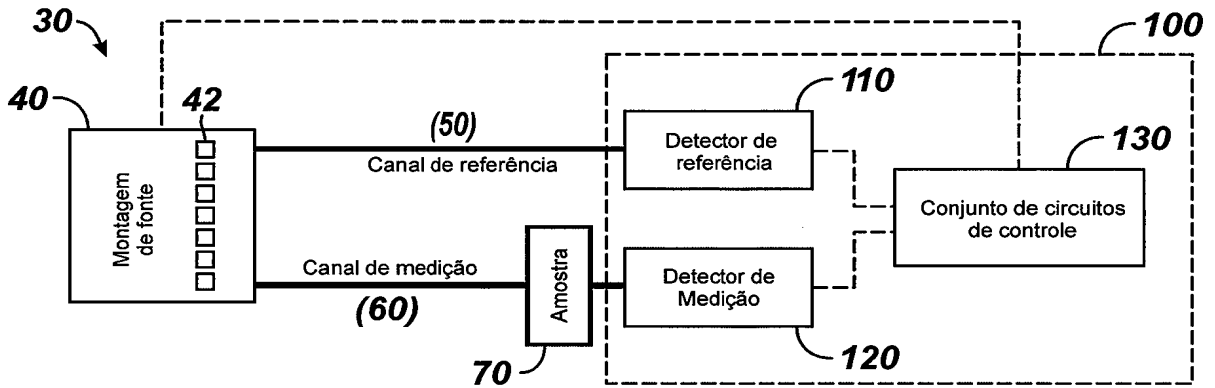


FIG. 2A

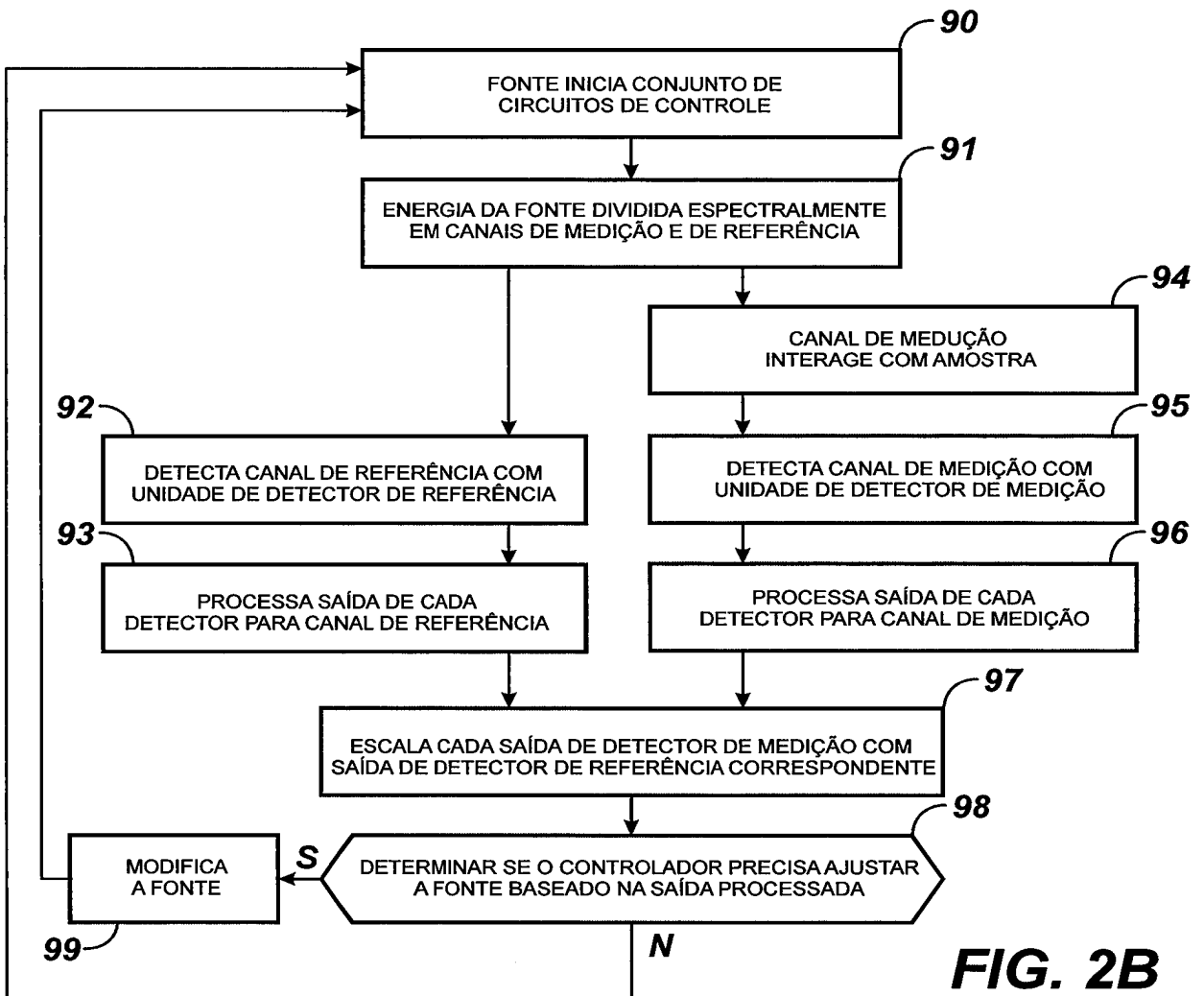


FIG. 2B

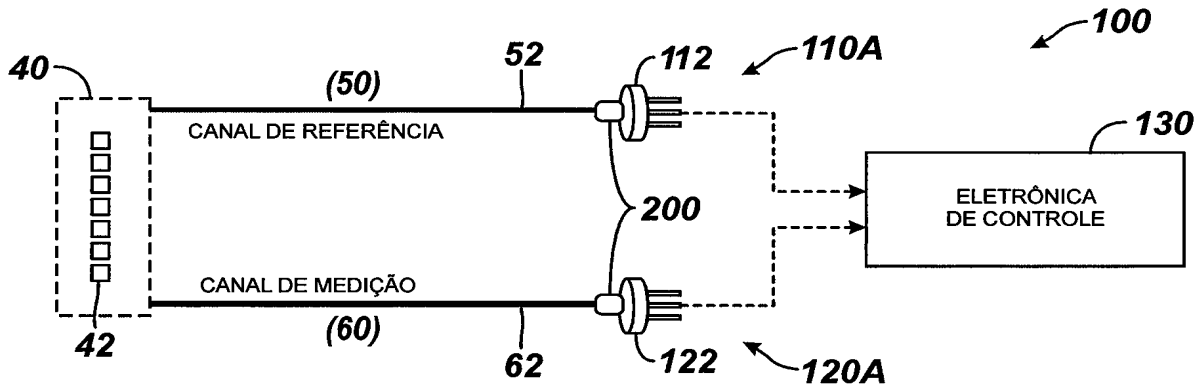


FIG. 3

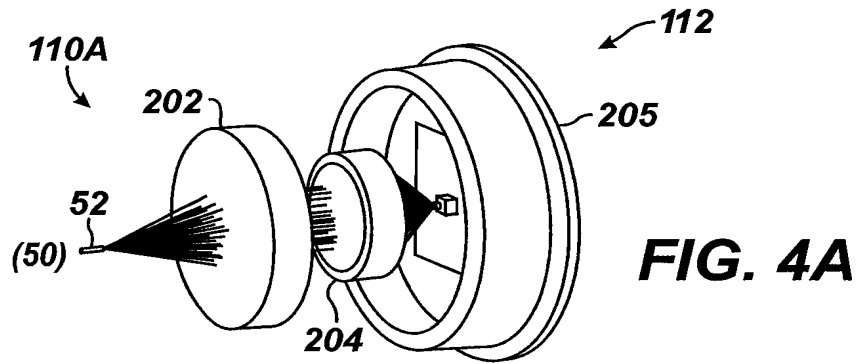


FIG. 4A

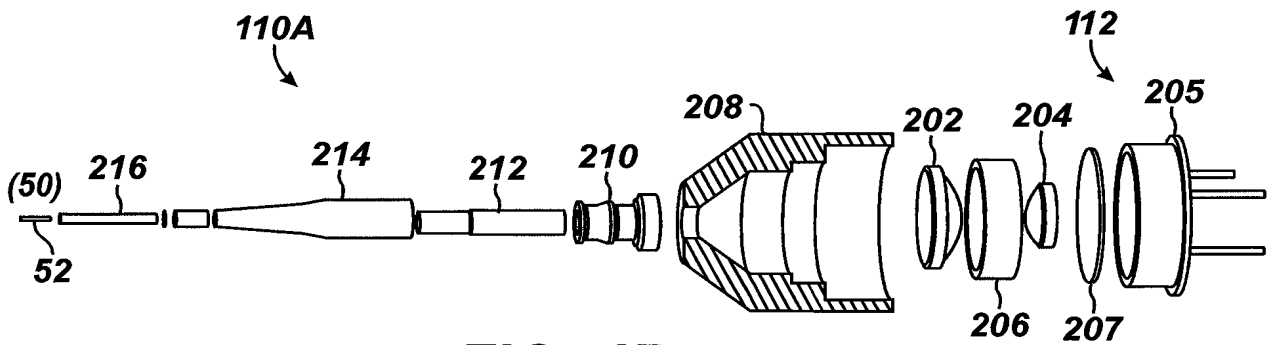


FIG. 4B

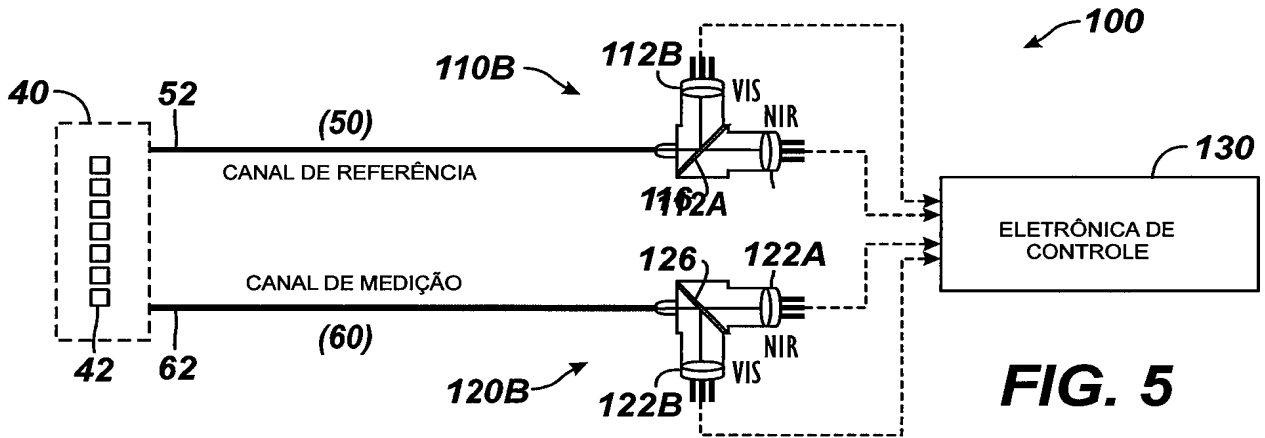


FIG. 5

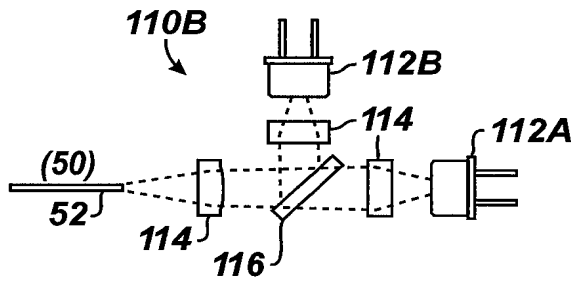


FIG. 6A

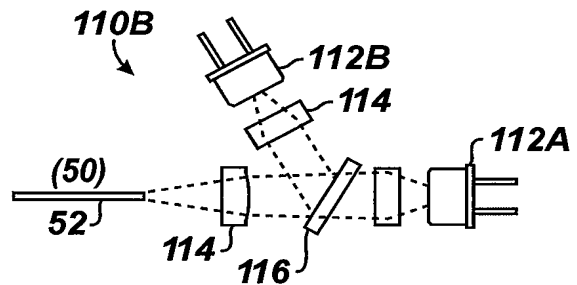


FIG. 6B

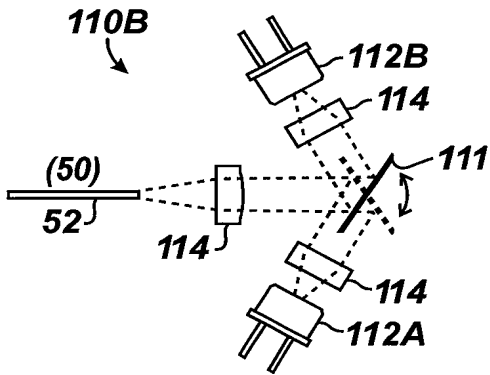


FIG. 6C

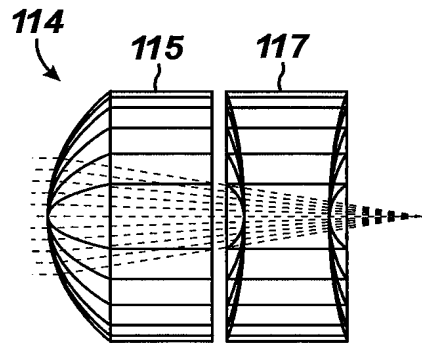


FIG. 7

5/8

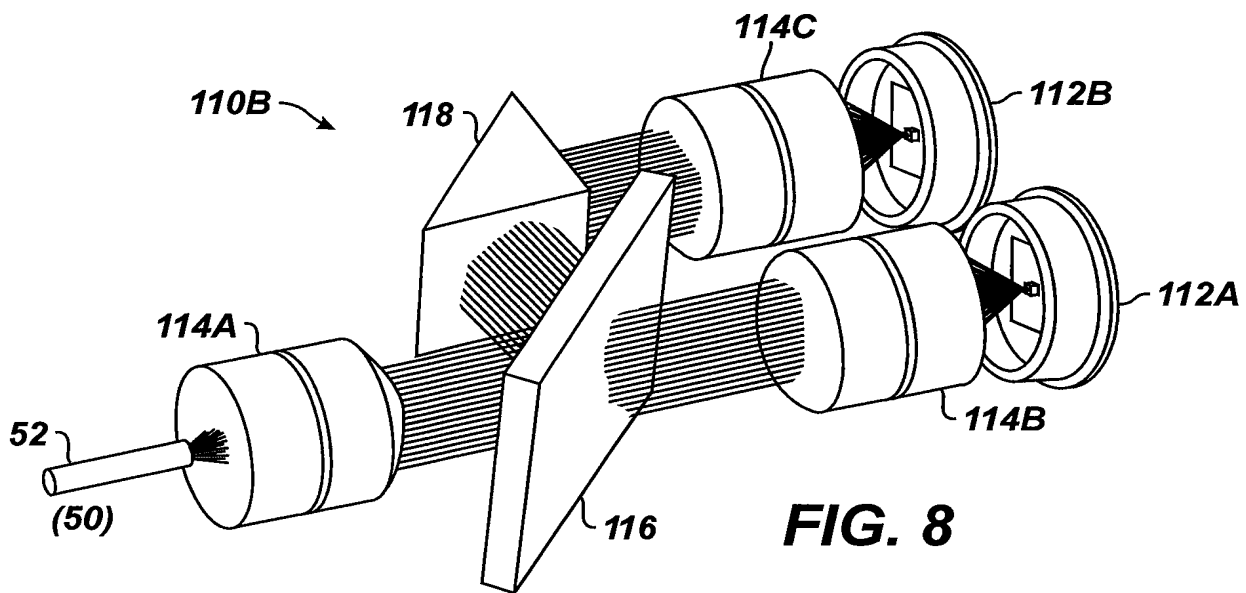


FIG. 8

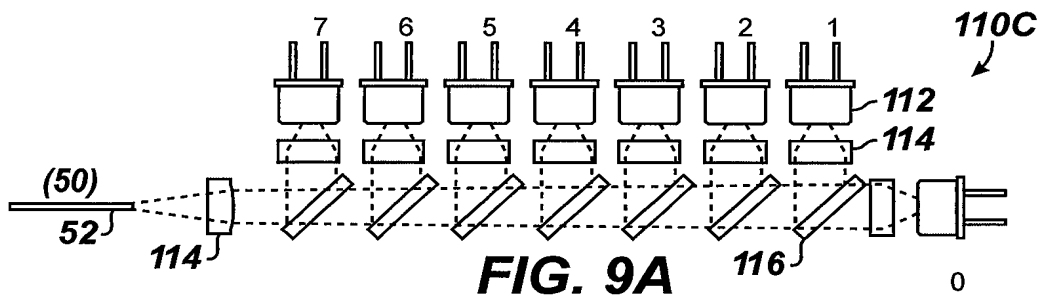


FIG. 9A

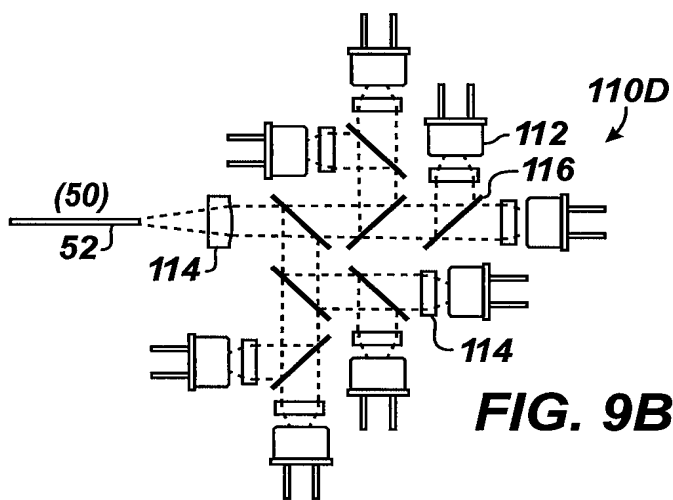


FIG. 9B

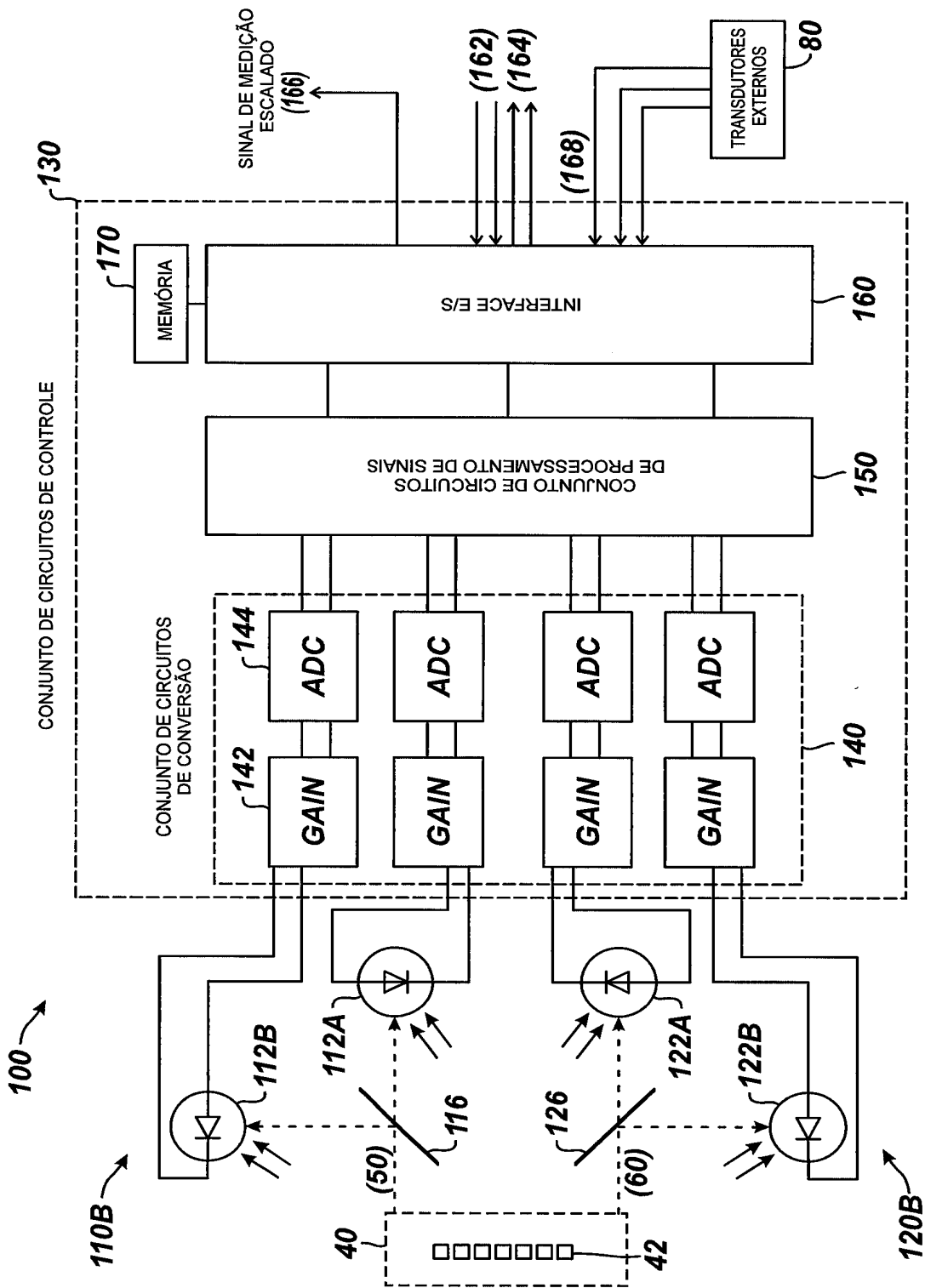


FIG. 10

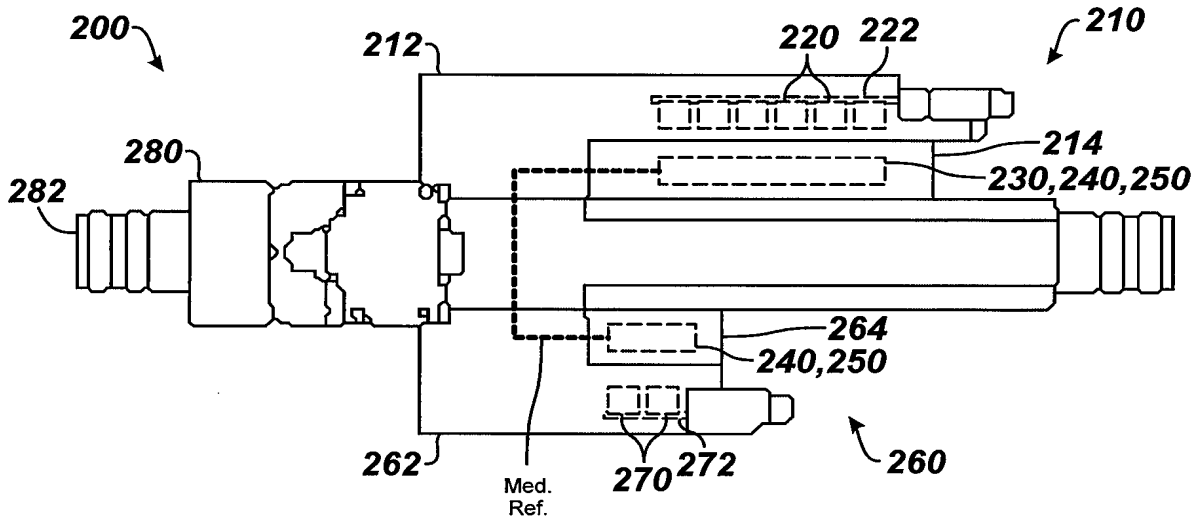


FIG. 11

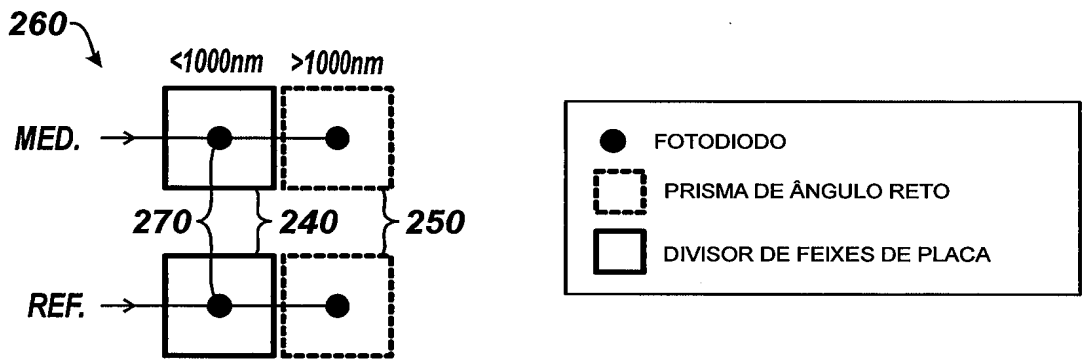


FIG. 12

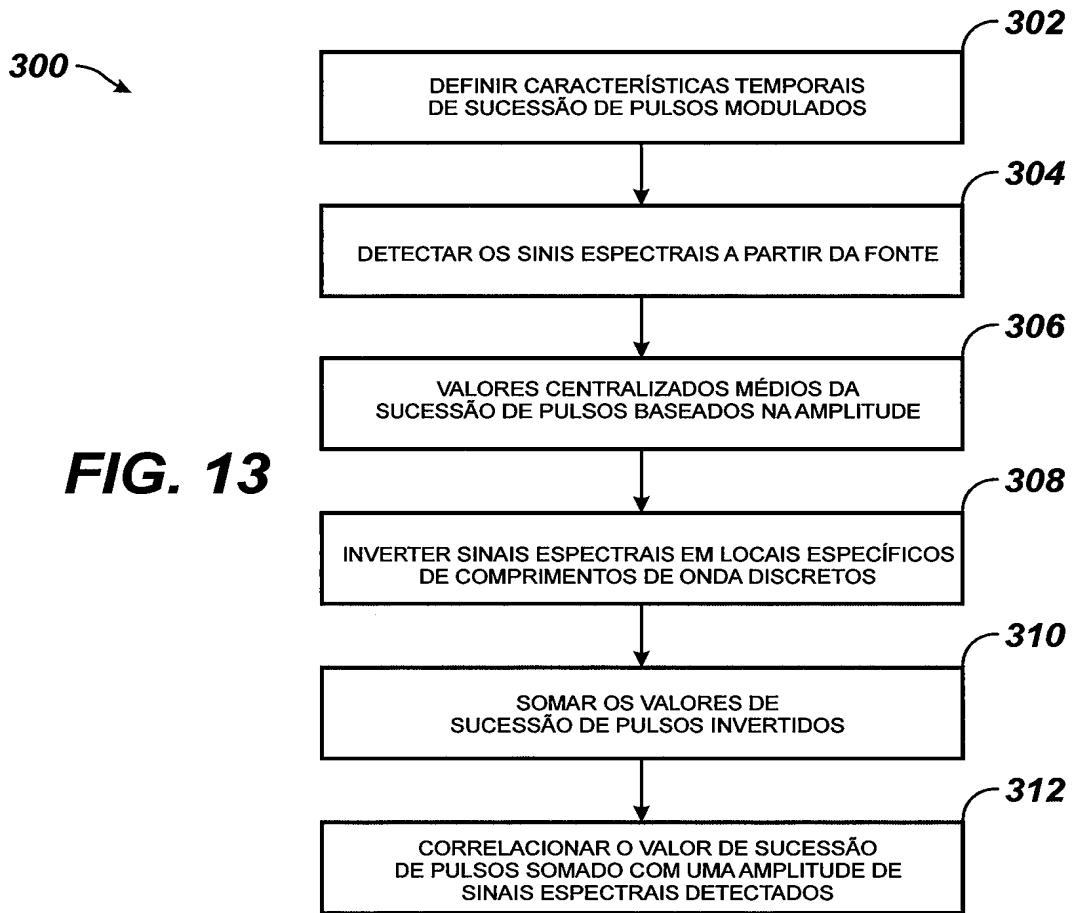
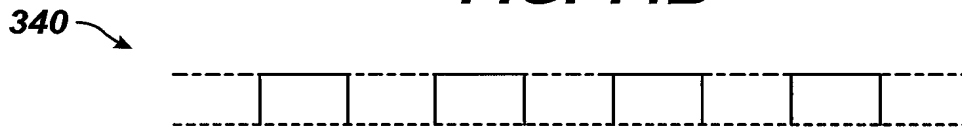
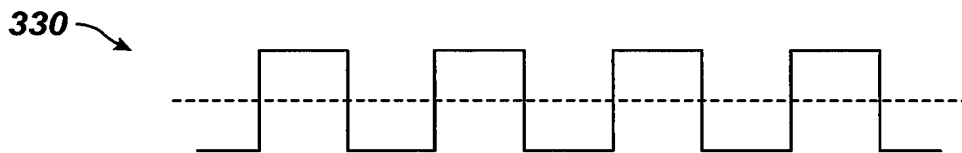
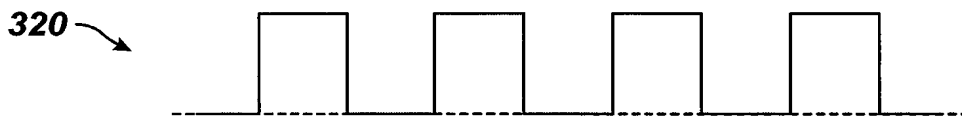


FIG. 13



RESUMO

Patente da Invenção: **"MONTAGEM DE DETECTOR DE MÚLTIPLOS CANAIS PARA ESPECTROSCOPIA DE FUNDO DE POÇO"**.

A presente invenção refere-se a uma montagem de detector de múltiplos canais para espectroscopia de fundo de poço tem uma unidade de detectores de referência opticamente acoplada a um canal de referência de uma fonte e tem uma unidade de detectores de medição acoplada a um canal de medição da fonte. Os detectores de referência e de medição detectam os sinais espectrais através de uma faixa espectral de comprimentos de onda dos canais de referência e de medição. O conjunto de circuitos converte os sinais espectrais detectados em sinais de referência e sinais de medição, e os circuitos de controle processam os sinais de referência e de medições baseado em uma forma de codificação usada pela fonte. Então, o conjunto de circuitos pode controlar a saída dos sinais espectrais a partir da fonte baseado nos sinais processados ou escalar o sinal de medição para corrigir flutuações da fonte ou trocas em condições ambientais.