



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

**(21) BR 10 2012 024446-2 A2**

**(22) Data de Depósito:** 26/09/2012  
**(43) Data da Publicação:** 29/10/2013  
**(RPI 2234)**



**(51) Int.Cl.:**  
G01V 1/36

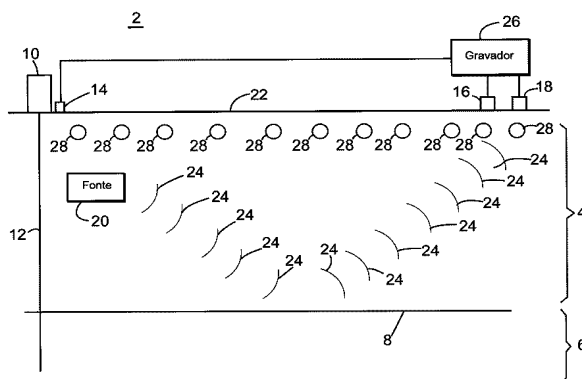
**(54) Título:** MÉTODOS E SISTEMAS PARA ATENUAR O RUÍDO GERADO EM LOCALIZAÇÕES FIXAS

**(30) Prioridade Unionista:** 28/09/2011 FR 11 58686

**(73) Titular(es):** Cggveritas Services SA

**(72) Inventor(es):** Pierre François Roux

**(57) Resumo:** MÉTODO E SISTEMAS PARA ATENUAR O RUÍDO GERADO EM LOCALIZAÇÕES FIXAS. Sistemas e métodos de acordo com essas modalidades exemplificativas proporciona a atenuação do ruído que interfere com gravações de uma fonte sísmica. O método inclui: a geração de um traçado de referência para uma fonte de ruído; a geração de um traçado primário para a fonte sísmica; a geração de um primeiro operador convolucional estimado entre o traçado de referência e o traçado primário; a convolução do operador com o traçado de referência para um período de tempo para gerar um ruído estimado para o período de tempo; e a subtração do ruído estimado do traçado primário para gerar um sinal de saída.



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**MÉTODOS E SISTEMAS PARA ATENUAR O RUÍDO GERADO EM LOCALIZAÇÕES FIXAS**".

CAMPO TÉCNICO

5                   A presente invenção se refere genericamente a medições sísmicas e, mais particularmente a sistemas e métodos para atenuar o ruído que pode afetar medições sísmicas.

FUNDAMENTOS

10                   Na indústria do óleo e gás, fontes de energia sísmica podem ser usadas para gerar sinais sísmicos que se propagam para dentro da terra. Esses sinais sísmicos podem se refletir em várias interfaces entre diferentes formações subterrâneas que têm diferentes propriedades acústicas. Os sinais sísmicos refletidos podem ser gravados por sensores, por exemplo, sensores de geofone, na ou próximo à superfície da terra para uso na de-  
15                   terminação de localizações em potencial de reservas subterrâneas de hidrocarbonetos de, por exemplo, gás natural e óleo.

                  Uma vez que as reservas de hidrocarbonetos tenham sido pos-  
tas em produção, frequentemente é desejável poder obter medições sísmicas em andamento para monitorizar características da reserva subterrânea  
20                   de hidrocarbonetos ao longo do tempo. Por exemplo, pode ser desejável a obtenção de dados sísmicos quando (ou antes e depois) se injeta vapor na areia associada à reserva de hidrocarbonetos. Por outro lado, vários tipos de maquinaria, por exemplo, bombas e injetores, frequentemente estão locali-  
zados em plataformas de campos que estejam recuperando o hidrocarbone-  
25                   to da reserva subterrânea de hidrocarbonetos. Entretanto, a maquinaria pode gerar uma grande amplitude de ruído que pode ser problemático com a-  
plicações de monitorizações sísmica em andamento.

                  O ruído gerado pela maquinaria é genericamente conhecido como "ruído de rolamento superficial (ground roll)", que é tipicamente uma on-  
30                   da de superfície de velocidade normalmente relativamente baixa, amplitude relativamente alta e de frequência relativamente baixa, que é tipicamente não refletida pelas interfaces entre diferentes formações subterrâneas que

tenham diferentes propriedades acústicas. Esse ruído pode aumentar a dificuldade de se obterem os sinais sísmicos refletidos reais de interesse.

Uma solução em potencial para resolver isso inclui o uso de um ou mais arranjos de geofones que estejam espaçados com base no comprimento de onda, que tipicamente é inversamente proporcional à frequência, do ruído de rolamento superficial (que pode ser difícil, e até impossível, de obter) e não compensa as alterações no ruído de rolamento superficial. Além disso, se houver múltiplas fontes de ruído de múltiplas peças de maquinaria, o custo e a complexidade podem aumentar devido à necessidade de mais arranjos de geofones.

Portanto, seria desejável ter outros métodos e sistemas para aliviar as dificuldades acima para operações de monitorização sísmica em andamento.

## SUMÁRIO

De acordo com uma modalidade exemplificativa, em um método para atenuar o ruído que interfere com as gravações de uma fonte sísmica, o método inclui: a geração de um traçado de referência para uma fonte de ruído; a geração de um traçado primário para a fonte sísmica; a geração de um primeiro operador convolucional estimado entre o traçado de referência e o traçado primário; a convolução do operador com o traçado de referência para um período de tempo para gerar um ruído estimado para o período de tempo; e a subtração do ruído estimado do traçado primário para gerar um sinal de saída.

De acordo com outra modalidade exemplificativa, em um dispositivo para atenuar o ruído que interfere com gravações de uma fonte sísmica, o dispositivo inclui: um processador configurado para gerar um traçado de referência para uma fonte de ruído; o processador configurado para gerar um traçado primário para a fonte sísmica; o processador configurado para gerar um primeiro operador convolucional estimado entre o traçado de referência e o traçado primário; o processador configurado para convolver o operador com o traçado de referência para um período de tempo para gerar um ruído estimado para o período de tempo; e o processador configurado para

subtrair o ruído estimado do traçado primário para gerar um sinal de saída.

### BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

Os desenhos anexos ilustram modalidades exemplificativas, em que:

5 A Figura 1 representa partes de um campo de hidrocarbonetos explorável de acordo com modalidades exemplificativas;

A Figura 2 ilustra o equipamento usado para capturar e processar dados de som recebidos de acordo com modalidades exemplificativas;

10 A Figura 3 mostra um traçado de referência, um traçado primário, um operador, uma estimativa de ruído e um traçado de saída de acordo com modalidades exemplificativas;

A Figura 4 mostra um fluxograma de um método para remover ruídos do traçado primário de acordo com modalidades exemplificativas;

15 A Figura 5 mostra um dispositivo de acordo com modalidades exemplificativas; e

A Figura 6 é um fluxograma de um método para atenuar ruídos de acordo com modalidades exemplificativas.

### DESCRIÇÃO DETALHADA

20 A descrição detalhada a seguir das modalidades exemplificativas se refere aos desenhos anexos. Os mesmos números de referência em diferentes desenhos identificam elementos iguais ou similares. Além disso, os desenhos não estão necessariamente desenhados em escala. Da mesma forma, a descrição detalhada a seguir não limita a invenção. Ao invés, o âmbito da invenção é definido pelas reivindicações anexas.

25 Referências no relatório a "uma modalidade" ou "a modalidade" significa que um atributo, estrutura ou característica particular, ou característica descrita com relação a uma modalidade, está incluído em pelo menos uma modalidade da matéria apresentada. Assim, o aparecimento das expressões "em uma modalidade" ou "na modalidade" em vários locais no relatório não está necessariamente se referindo à mesma modalidade. Além disso, os atributos, estruturas ou características particulares podem ser combinados de qualquer maneira adequada em uma ou mais modalidades.

30

De acordo com modalidades exemplificativas, som, por exemplo, ondas sísmicas, pode ser usado em apoio à exploração de hidrocarbonetos. Entretanto, quando a maquinaria em uma localização fixa está operando com alguma proximidade do campo em que as reservas de hidrocarbonetos estão sendo monitorizadas, o ruído da maquinaria pode interferir com a recepção das ondas sísmicas pelos geofones (ou arranjos de geofones). De acordo com modalidades exemplificativas, o impacto do ruído pode ser minimizado ou removido da recepção e/ou gravação das ondas sísmicas desejadas. Antes de discutir sistemas e métodos exemplificativos, será discutido um ambiente onde ocorre a monitorização de ondas sísmicas, e em que se podem implementar as técnicas de redução/cancelamento de ruídos de acordo com modalidades.

De acordo com modalidades exemplificativas, partes de um campo de hidrocarbonetos explorável puramente ilustrativo 2 são mostradas na Figura 1. O campo de hidrocarbonetos explorável 2 inclui uma seção sem hidrocarbonetos 4, uma seção de reserva de hidrocarbonetos 6 e uma interface 8 entre as duas seções. Na superfície 22, pode haver uma ou mais peças de maquinaria 10, por exemplo, uma bomba ou um injetor, um furo associado 12, através do qual se pode mover um fluido e múltiplos geofones (ou arranjos de geofones) 14, 16 e 18. Uma fonte 20 para geração de ondas sísmicas 24 pode estar localizada acima ou abaixo da superfície, conforme desejado. Essas ondas sísmicas se refletem na interface 8 e são, então, recebidas pelos geofones 16 e 18 que enviam os dados de som recebidos para um gravador 16. Quando a maquinaria 10 está operando, pode gerar sinais de ruído 28 (também conhecidos como ruídos de rolamento superficial). Esses sinais de ruído 28 tipicamente se propagam próximo à superfície 22 e são recebidos pelos geofones 16 e 18, assim como são inicialmente gravados por um geofone 14 localizado próximo à maquinaria. Os sinais de ruído 28 tendem a ser de amplitude maior que as ondas sísmicas 24 e podem causar problemas com a gravação precisa das ondas sísmicas 24.

De acordo com modalidades exemplificativas, o geofone 14 pode receber sinais de ruído 28 de uma máquina 10, ao passo que os geofono-

nes 16 e 18 recebem tanto o(s) sinal(ais) de ruído, quanto as ondas sísmicas 24 de uma fonte 20. Conforme mostrado na Figura 2, os geofones 14, 16 e 18 estão em comunicação com um gravador 26 que grava a informação recebida dos geofones 14, 16 e 18. O gravador 26 está em comunicação com um dispositivo de processamento 30 que toma a informação do gravador 26 para fazer um traçado de referência associado ao sinal de ruído 28 e um traçado primário associado aos dados capturados pelos geofones 16 e 18. Pode-se usar convolução pelo dispositivo de processamento 30 para filtrar o sinal de ruído 28 do traçado primário para se obter um sinal de saída que esteja mais corretamente associado à onda sísmica 24, depois que a onda sísmica 24 tiver sido refletida pela interface 8. O sinal de saída pode ser, então, apresentado em um monitor de vídeo 32 para uso na determinação de alterações nas reservas de hidrocarbonetos 6 e/ou nas areias associadas. Embora mostrados como dispositivos separados, o gravador 26, dispositivo de processamento 30 e monitor de vídeo 32 podem ser alternativamente integrados como uma ou duas unidades.

De acordo com modalidades exemplificativas, o ruído gerado em localizações fixas pode ser atenuado das gravações sísmicas. Essa atenuação pode ser realizada por medição do ruído em sua fonte, por exemplo, maquinaria 10, ou por combinação de gravações sísmicas entre si para criar um traçado de ruído para atenuar o ruído em qualquer outra localização. Esse traçado de ruído também é aqui chamado de um traçado de referência. De acordo com uma modalidade exemplificativa, pode-se estimar uma relação (espectral) entre um ou mais traçados de referência, que podem ser criados por gravação ou estimativa apenas do ruído, e um traçado primário, que pode ser criado a partir da onda sísmica gravada mais outro ruído concomitantemente recolhido. Embora as modalidades exemplificativas aqui descritas se refiram genericamente a um único traçado primário para simplificar, deve-se entender que pode haver uma pluralidade de traçados primários. Além disso, de acordo com modalidades exemplificativas, se não for possível gravar diretamente uma fonte de ruído, porque é inatingível ou porque está se movendo, pode-se gerar um traçado de referência por (1) locali-

zação da fonte de ruído; (2) seleção de um conjunto de traçados que esteja próximo à dita fonte de ruído; (3) realização de uma movimentação correspondente à dita posição performing a e (4) empilhamento do subconjunto de traçados para se obter um traçado de referência de alta amplitude de ruído,  
5 livre de sinal.

De acordo com modalidades exemplificativas, considera-se que o(s) traçado(s) de referência se baseiam apenas no ruído gravado ou estimado de uma ou mais localizações fixas. Ao fazer isso, a relação espectral que existe entre o(s) traçado(s) de referência e o traçado primário se refere  
10 apenas ao ruído que deve ser suprimido. A estimativa desse operador permite uma estimativa do ruído no traçado primário. Essa estimativa pode ser subtraída do traçado primário, o que resulta em um traçado de saída com o ruído reduzido ou removido.

De acordo com modalidades exemplificativas, para cada frequência  $\omega$ , a relação entre o traçado primário e o(s) traçado(s) de referência pode ser descrita conforme mostrado na equação 1.

$$Gp \approx d \quad (1)$$

em que  $G$  é uma matriz contendo o(s) traçado(s) de referência (com cada coluna da matriz descrevendo um traçado de referência),  $d$  é um vetor contendo o traçado primário, e  $p$  é um operador que relaciona o(s) traçado(s) de referência ao traçado primário.  $G$  e  $d$  podem ambos ter tantas fileiras quantos períodos de tempo idênticos houver, com cada período de tempo sendo considerado como uma realização estatística do fenômeno.

De acordo com modalidades exemplificativas, pode ser desejável ter pelo menos tantos períodos de tempo (aqui também chamados de realizações) quantos traçados de referência houver para se ter um sistema linear superdeterminado, isto é, há mais equações do que incógnitas. Os operadores obtidos podem ser convolvidos com os traçados de referência em qualquer outro momento para estimar o ruído no canal primário. A convolução usa duas funções que sofrem uma operação matemática para se obter  
25 uma terceira função, isto é, o(s) traçado(s) de referência e o traçado primário  
30 sofrem uma operação matemática para se chegar à terceira função, que se

baseia no traçado primário com o componente de ruído reduzido ou removido. Alternativamente, pode-se usar uma correlação cruzada em vez da (des)convolução, por exemplo, computação de um filtro Wiener. Da mesma forma, pode-se realizar um processamento de sinal adicional usando correlações cruzadas, como decomposição de valor singular (SVD), filtro de matriz e outros.

De acordo com modalidades exemplificativas,  $d$  pode ser descrito como a soma de um sinal  $s$  desejado e o ruído  $n$  indesejável. Na medida em que a hipótese de que o traçado de referência seja representativo apenas (ou substancialmente apenas) do ruído gravado ou estimado de um dispositivo em uma localização fixa, a relação entre o traçado de referência e o traçado primário se refere apenas ao ruído. Isso é equivalente a declarar que o sinal pode estar no centro da aplicação linear  $p$ . Além disso, isso também implica que o ruído se propaga coerentemente entre o(s) traçado(s) de referência e o traçado primário cujo ruído tem de ser removido.

De acordo com modalidades exemplificativas, conforme acima descrito, o ruído que uma peça de maquinaria 10 emite quando em operação pode ser recebido localmente por um geofone 14 que pode estar colocado próximo à maquinaria 10 geradora de ruído. A uma distância, um ou mais geofones (ou um arranjo de geofones) 16 e 18 podem receber tanto o ruído de rolamento superficial 28 (que inclui o ruído da máquina 10) e a onda sísmica 24. Parte da ou toda essa informação pode ser exibida no monitor de vídeo 32, assim como as várias funções de processamento intermediárias e uma função de saída, cujos exemplos são mostrados na Figura 3. Mais especificamente, a Figura 3 mostra um traçado de referência 34, um traçado primário 36, um operador ( $p$ ) 38, uma estimativa de ruído 39 e a saída 52, com base em dados simulados. Aqueles versados na técnica devem perceber que uma interface de usuário real que seja implementada usando os aspectos de mitigação de ruído dessas modalidades pode exibir apenas um subconjunto das funções representadas na Figura 3.

Nesta, elementos do traçado de referência 34 podem ser vistos no traçado primário 36; entretanto, esses elementos estarão em uma posi-

ção temporal diferente com relação ao início do traçado devido ao tempo que leva para o ruído de rolamento superficial 28 percorrer do geofone 14 ao geofone 16. Por exemplo, o elemento de ruído 40 é encontrado tanto no traçado de referência 34, quanto no traçado primário 36. Além disso, o traçado primário 36 pode mostrar elementos que sejam diferentes do traçado de referência, como o elemento 42 que, neste exemplo, representa a onda sísmica 24 recebida. Deve-se notar que, na Figura 3, o eixo x usado para cada um dos traçados é representativo da amplitude do som recebido. Nesse caso, por exemplo, o traçado de referência 34 tem uma amplitude de ruído que é aproximadamente 50 vezes maior que o mesmo evento, isto é, elemento de ruído 40 no traçado primário 36. Quando se desloca do traçado de referência para o traçado primário, o elemento de ruído 40 sofre um deslocamento temporal e é atenuado. A quantidade de deslocamento temporal e atenuação pode ser modificada com base em vários elementos, como a amplitude do elemento de ruído 40 e o elemento 42.

O traçado de operador 38 é derivado usando-se o traçado de referência 34 e o traçado primário 36 primeiro segmentando-se os dados contínuos em janelas menores. Então, para cada frequência, formamos uma matriz G contendo cada coeficiente de Fourier correspondente da janela como fileiras e cada traçado de referência como colunas, e um vetor d contendo cada coeficiente de Fourier correspondente da janela do canal primário como fileiras. Isso forma um sistema linear superdeterminado cuja solução é o operador 38, contanto que haja pelo menos tantos segmentos de tempo quantas fontes de ruído consideradas houver. Esse sistema também pode ser resolvido por meio de correlações cruzadas por multiplicação de cada membro da equação  $Gp = d$  por  $G^T$ , em que o T designa conjugado de transposição, formando, assim, a matriz de correlação espectral das referências no lado esquerdo e a matriz de correlação espectral primária / referência no lado direito. O traçado de ruído estimado 39 pode ser, então, computado por convolução do traçado de referência 34 com o traçado de operador 38. O traçado de ruído estimado 39 pode ser, então, subtraído do traçado primário 36 para gerar uma função de saída de ruído mitigado 52.

De acordo com modalidades exemplificativas, o método para remover o ruído do traçado primário pode incluir as seguintes cinco etapas, conforme mostrado na Figura 4. Na etapa 44, gravação e/ou estimativa de um número de traçados de referência igual ao número de fontes de ruído em potencial. Na etapa 46, estimativa do operador convolucional entre cada traçado de referência e o traçado primário. Isso pode ser alternativamente realizado usando-se correlação cruzada. Na etapa 48, convolução de cada operador com seu traçado de referência correspondente no período de tempo para o qual o ruído deve ser removido. Na etapa 50, subtração do ruído estimado da gravação inicial para se obter um sinal de saída de ruído reduzido ou livre de ruído e opcionalmente atualizar os operadores quando ocorre uma modificação na fonte de ruído e/ou uma alteração na propagação entre os traçados de referência e o traçado primário. Um exemplo do sinal de saída 52 é mostrado na Figura 3. O sinal de saída 52 não mostra o elemento 40 do traçado de referência 34, mas mostra o elemento 42 associado à onda sísmica refletida 24, isto é, indicando a remoção do ruído gerado pela maquinaria 10.

As modalidades exemplificativas aqui descritas podem permitir uma monitorização contínua de campos de hidrocarbonetos que estejam sendo explorados, por exemplo, para observar alterações quando se injeta vapor na reserva de hidrocarbonetos. De acordo com uma modalidade exemplificativa alternativa, os parâmetros de fonte de ruído e as condições de solo previamente determinados podem ser usados na estimativa do operador de convolução. Embora em alguns casos, essa estimativa possa não ser ótima, espera-se que essa estimativa seja preferível a não ter uma estimativa nos momentos em que possa não ser prático obter informação nova ou quase em tempo real associada aos parâmetros de fonte de ruído e condições de solo.

As modalidades exemplificativas acima descritas proporcionam uma atenuação do ruído que interfere com gravações de uma fonte sísmica. Um dispositivo exemplificativo 30 que pode realizar as etapas para atenuação do ruído que interfere com gravações de uma fonte sísmica será agora

descrito com relação à Figura 5. O dispositivo 30 pode conter um processador 54 (ou múltiplos núcleos processadores), memória 56, um ou mais dispositivos de armazenamento secundário 58 e uma unidade de interface 60 para facilitar comunicações entre o dispositivo 30 e outros equipamentos, por exemplo, o dispositivo de gravação 26 e/ou geofones 14, 16 e 18, usados na captura da informação usada na criação dos traçados. O processador 54 pode executar instruções para efetuar a operação de convolução e para remover o ruído do traçado primário 36. A memória 56 pode ser usada para armazenar o traçado de referência 34, o traçado primário 36 e o sinal de saída 52. Além disso, um monitor de vídeo 32 pode exibir os vários traçados, o sinal de saída 52 e outras informações, conforme desejado. Assim, o dispositivo 30 pode efetuar as modalidades exemplificativas aqui descritas.

De acordo com modalidades exemplificativas, um método para atenuar o ruído que interfere com as gravações de uma fonte sísmica inclui as etapas ilustradas na Figura 6. Nesta, na etapa 62, geração de um traçado de referência para uma fonte de ruído; na etapa 64, geração de um traçado primário para a fonte sísmica; na etapa 66, geração de um primeiro operador convolucional estimado entre o traçado de referência e o traçado primário; na etapa 68, convolução do operador com o traçado de referência para um período de tempo para gerar um ruído estimado para o período de tempo; e, na etapa 70, subtração do ruído estimado do traçado primário para gerar um sinal de saída. Por exemplo, a etapa de geração de um traçado de referência pode envolver a determinação de uma função associada ao ruído, por exemplo, por gravação apenas do ruído e/ou estimativa do ruído. Da mesma forma, a etapa de geração de um traçado primário pode envolver a determinação de uma função associada tanto ao ruído, quanto ao sinal desejado, por exemplo, a energia de sinal refletido do depósito de hidrocarbonetos, por gravação do sinal composto recebido.

As modalidades exemplificativas acima descritas se destinam a ser ilustrativas em todos os aspectos, em vez de restritivas, da presente invenção. Assim, a presente invenção é capaz de muitas variações nos detalhes de implementação que podem ser derivados da descrição aqui contida

por aqueles versados na técnica. Todas essas variações e modificações são consideradas dentro do âmbito e espírito da presente invenção, conforme definida pelas reivindicações a seguir. Nenhum elemento, ato ou instrução usado na descrição do presente pedido deve ser tomado como crítico ou essencial para a invenção, a menos que explicitamente assim descrito. Da mesma forma, conforme aqui usado, o artigo "um/uma" se destina a incluir um ou mais itens.

Esta descrição escrita usa exemplos da matéria exposta para permitir que qualquer pessoa versada na técnica a pratique, incluindo a fabricação e uso de quaisquer dispositivos ou sistemas e realização de quaisquer métodos incorporados. O âmbito patenteável da matéria é definido pelas reivindicações e pode incluir outros exemplos que ocorram para aqueles versados na técnica. Esses outros exemplos devem estar dentro do âmbito das reivindicações.

## REIVINDICAÇÕES

1. Sistema para gravar dados sísmicos com mititação de ruído associados a um depósito de hidrocarbonetos, compreendendo:

5       uma fonte de sinal configurada para gerar um sinal a ser refletido pelo dito depósito de hidrocarbonetos;

      um primeiro geofone disposto próximo a uma fonte de geração de ruído e configurado para receber um sinal de ruído;

      pelo menos um segundo geofone configurado para receber o sinal refletido pelo depósito de hidrocarbonetos e o sinal de ruído; e

10       um dispositivo de processamento e gravação conectado ao primeiro geofone e ao pelo menos um segundo geofone e configurado para:

      gerar um traçado de referência associado ao sinal de ruído;

      gerar um traçado primário associado ao sinal de ruído e ao sinal refletido;

15       gerar um operador convolucional entre o traçado de referência e o traçado primário;

      convolver o operador convolucional com o traçado de referência para gerar um ruído estimado; e

20       subtrair o ruído estimado do traçado primário para gerar os dados sísmicos com mitigação de ruído.

2. Método para atenuar o ruído que interfere com as gravações de uma fonte sísmica, o método compreendendo:

      a geração de um traçado de referência para uma fonte de ruído;

      a geração de um traçado primário para a fonte sísmica;

25       a geração de um primeiro operador convolucional estimado entre o traçado de referência e o traçado primário;

      a convolução do operador com o traçado de referência para um período de tempo para gerar um ruído estimado para o período de tempo; e

30       a subtração do ruído estimado do traçado primário para gerar um sinal de saída.

3. Método, de acordo com a reivindicação 2, compreendendo adicionalmente:

a geração do traçado de referência por medição do ruído da fonte de ruído, em que a fonte de ruído está em uma localização fixa.

4. Método, de acordo com a reivindicação 2, compreendendo adicionalmente:

5 a geração do traçado de referência por combinação de duas ou mais leituras sísmicas associadas à fonte de ruído, em que a fonte de ruído está em uma localização fixa.

5. Método, de acordo com a reivindicação 2, compreendendo adicionalmente:

10 a geração de um segundo operador convolucional estimado quando ocorre pelo menos uma modificação na fonte de ruído ou ocorre uma alteração nas propriedades de propagação entre o traçado de referência e o traçado primário.

15 6. Método, de acordo com a reivindicação 2, em que a referência entre o operador convolucional, o traçado primário e o traçado de referência é descrita por  $Gp \approx d$ , em que  $G$  é uma matriz que descreve um ou mais traçados de referência,  $p$  é um operador convolucional, e  $d$  é um vetor que descreve o traçado primário.

20 7. Dispositivo para atenuar o ruído que interfere com gravações de uma fonte sísmica, o dispositivo compreendendo:

um processador configurado para gerar um traçado de referência para uma fonte de ruído, para gerar um traçado primário para a fonte sísmica; para gerar um primeiro operador convolucional estimado entre o traçado de referência e o traçado primário; para convolver o operador com o traçado de referência para um período de tempo para gerar um ruído estimado para o período de tempo; e para subtrair o ruído estimado do traçado primário para gerar um sinal de saída.

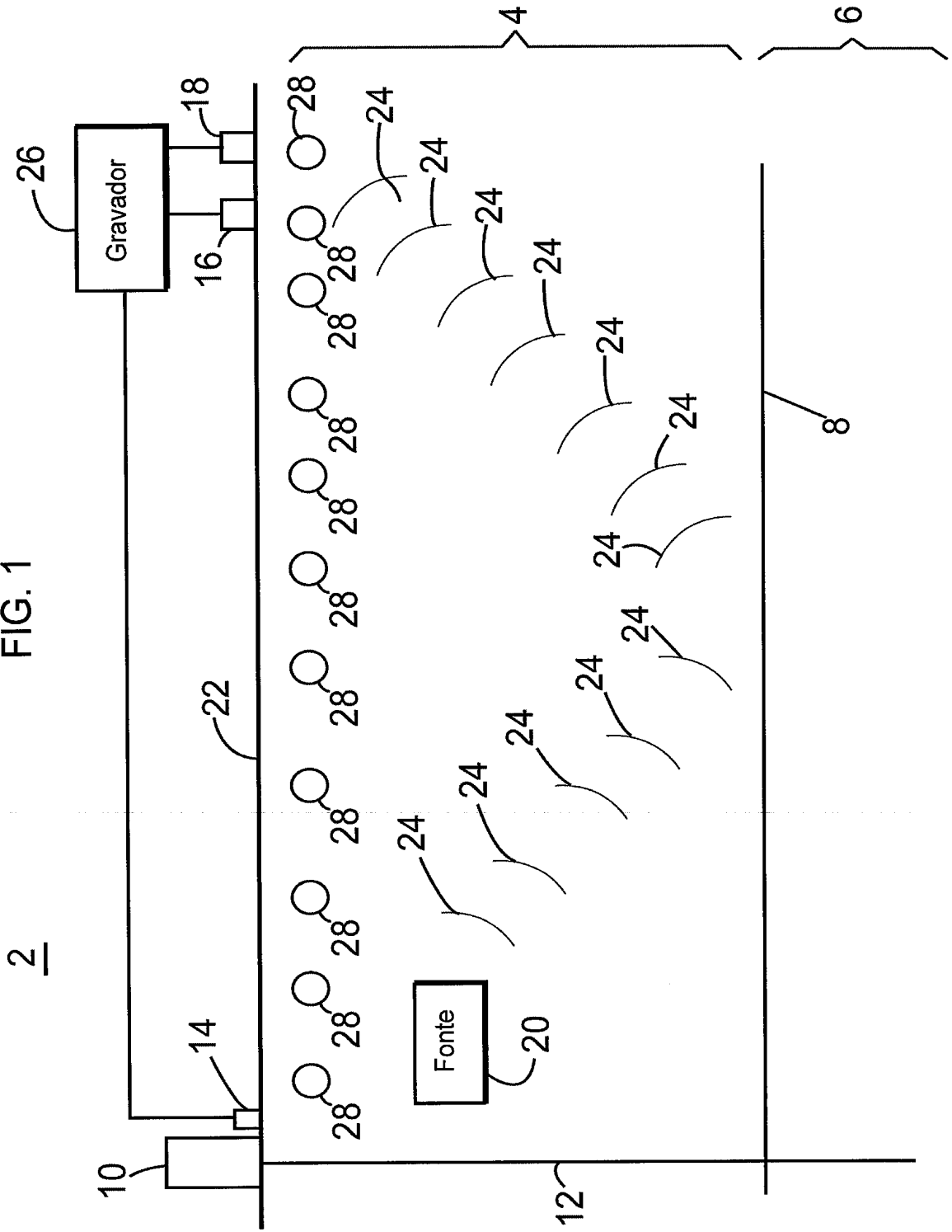
25 8. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 7, em que o processador é configurado para gerar o traçado de referência por medição do ruído da fonte de ruído, em que a fonte de ruído é de uma localização fixa.

30 9. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 7, em que o processador é configurado para gerar o traçado de referência por combinação

de duas ou mais leituras sísmicas associadas à fonte de ruído, em que a fonte de ruído é de uma localização fixa.

- 5 10. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 7, em que o processador é configurado para gerar um segundo operador convolucional estimado quando ocorre pelo menos uma modificação na fonte de ruído ou ocorre uma alteração nas propriedades de propagação entre o traçado de referência e o traçado primário.

FIG. 1



2

FIG. 2

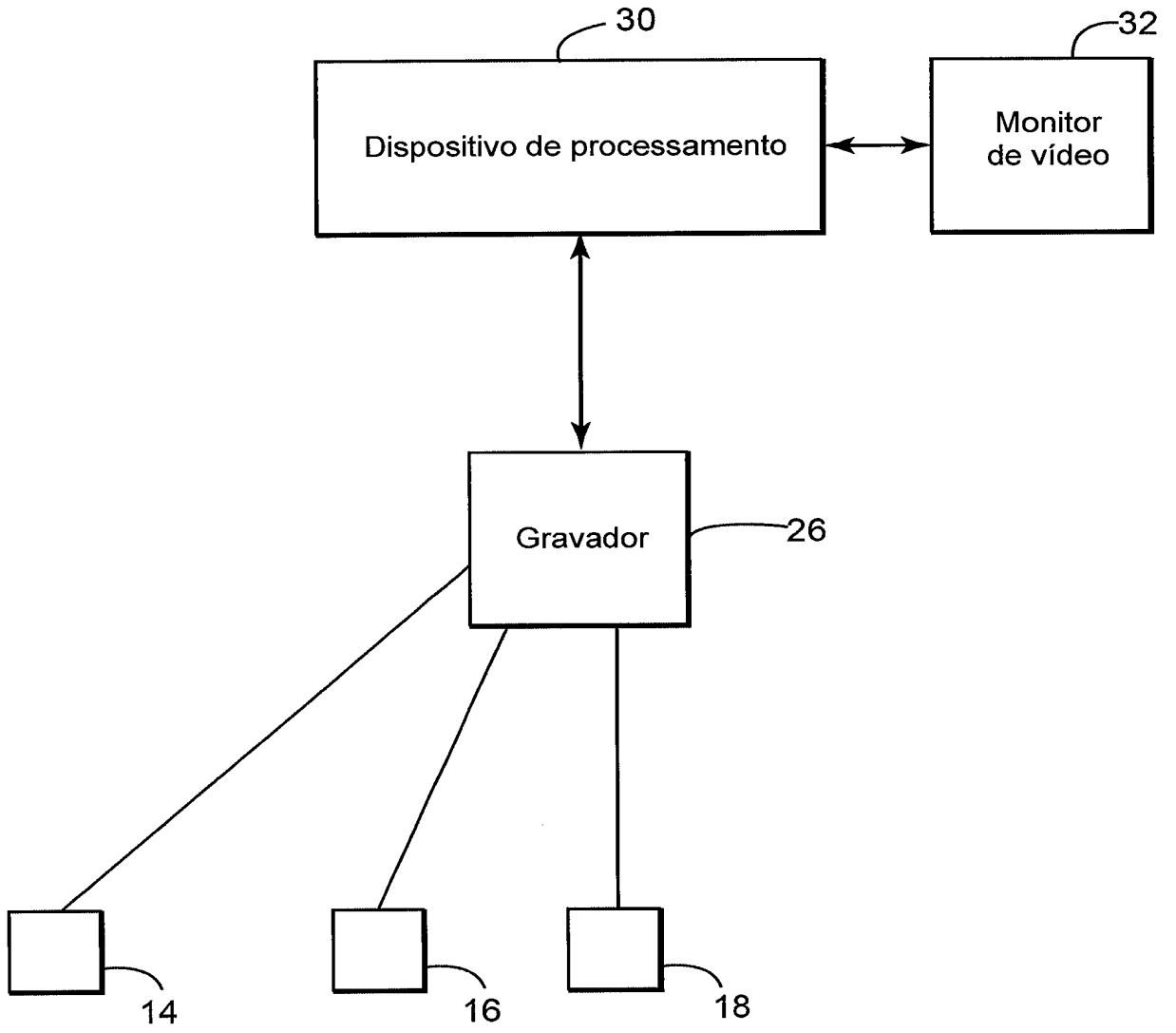


FIG. 3

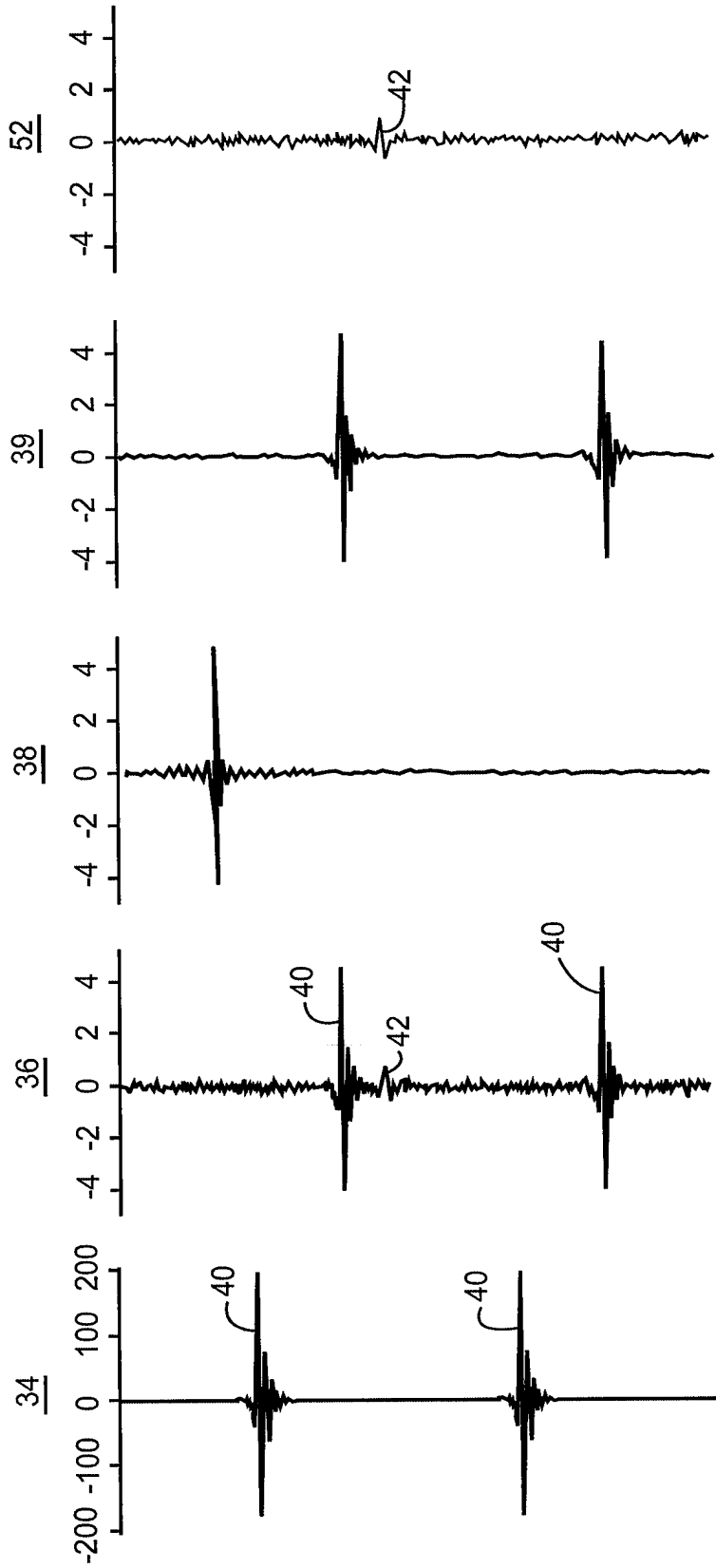


FIG. 4

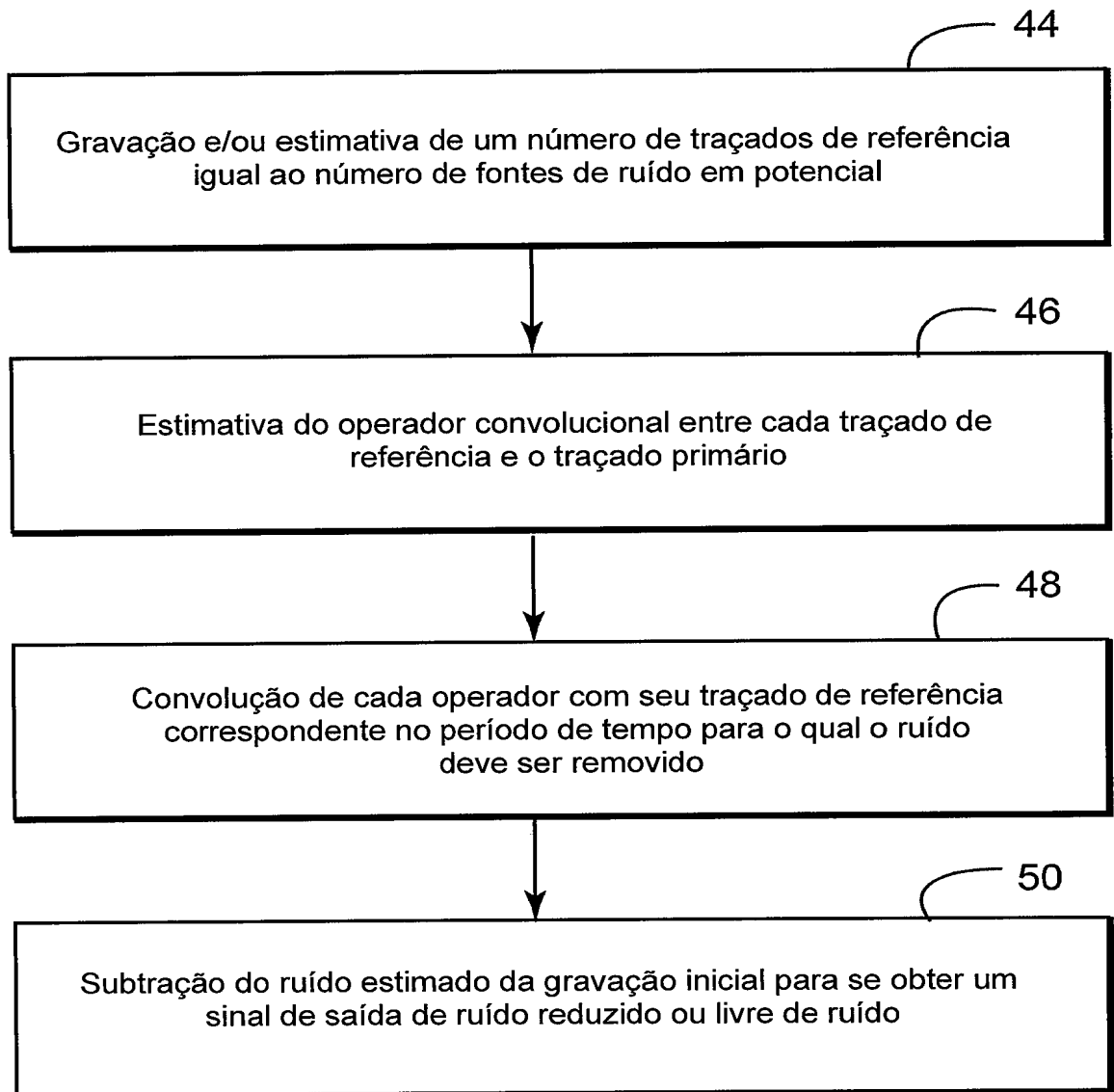


FIG. 5

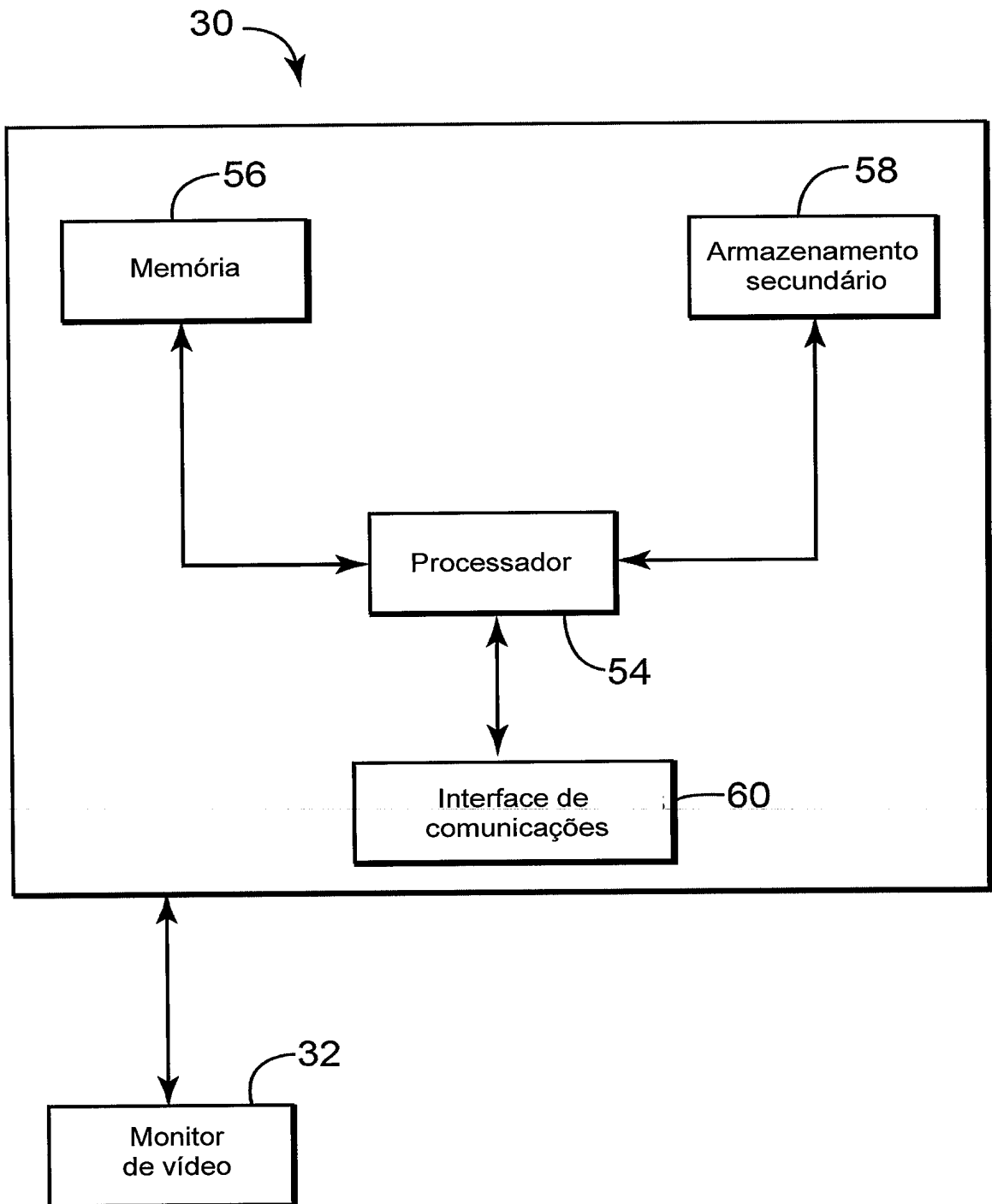
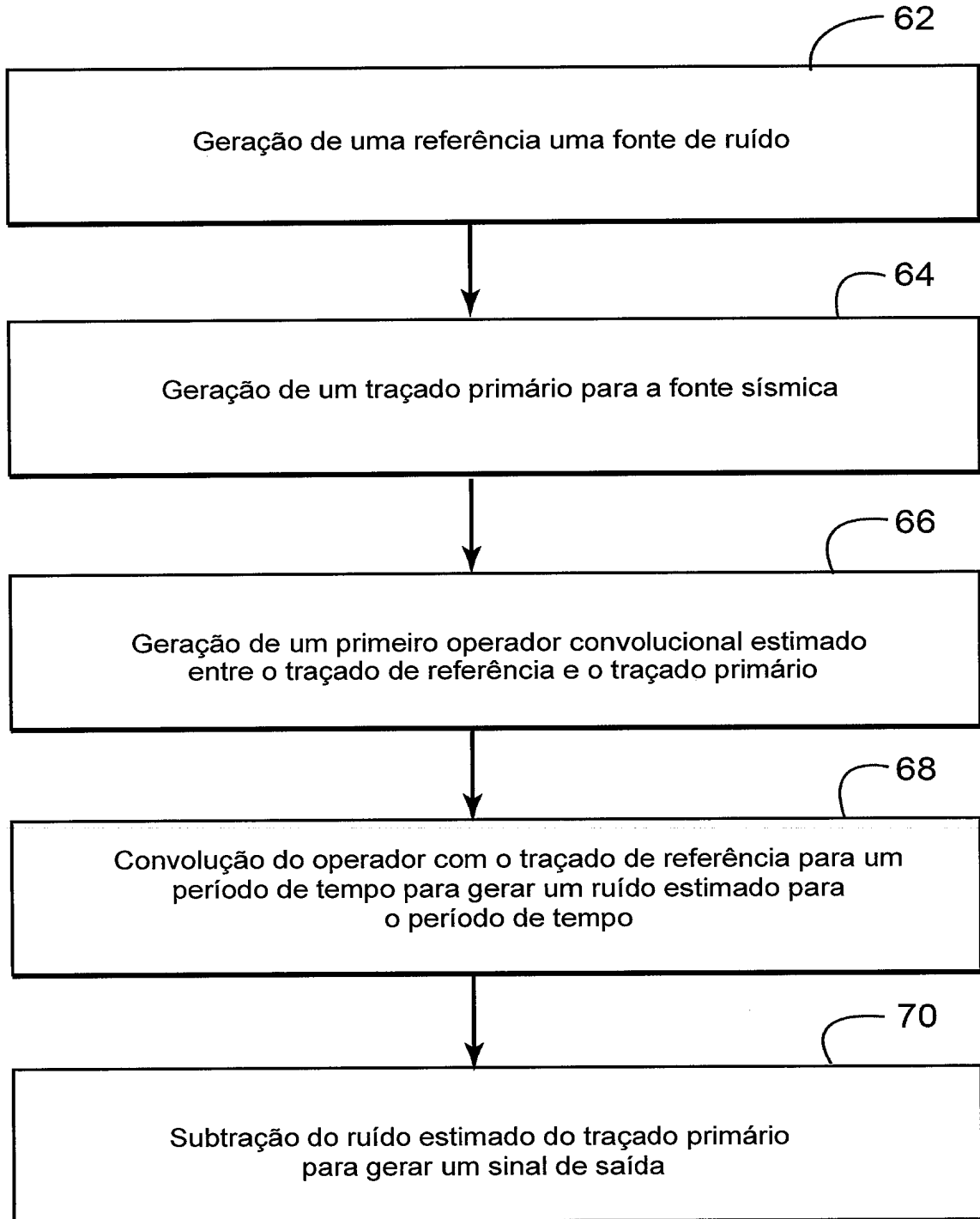


FIG. 6



**RESUMO**

Patente de Invenção: **"MÉTODOS E SISTEMAS PARA ATENUAR O RUÍDO GERADO EM LOCALIZAÇÕES FIXAS"**.

Sistemas e métodos de acordo com essas modalidades exemplificativas proporciona a atenuação do ruído que interfere com gravações de uma fonte sísmica. O método inclui: a geração de um traçado de referência para uma fonte de ruído; a geração de um traçado primário para a fonte sísmica; a geração de um primeiro operador convolucional estimado entre o traçado de referência e o traçado primário; a convolução do operador com o traçado de referência para um período de tempo para gerar um ruído estimado para o período de tempo; e a subtração do ruído estimado do traçado primário para gerar um sinal de saída.