

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

(21) **PI0801248-2 A2**



* B R P I 0 8 0 1 2 4 8 A 2 *

(22) Data de Depósito: 30/04/2008
(43) Data da Publicação: 12/01/2010
(RPI 2036)

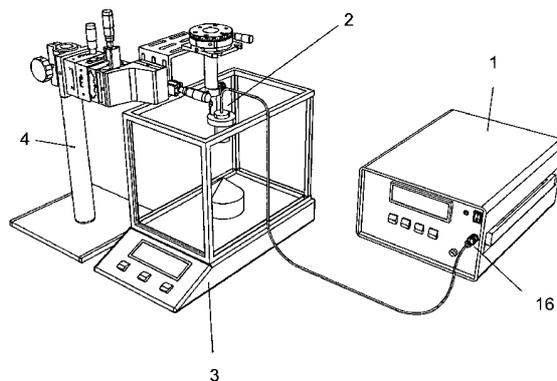
(51) *Int.Cl.:*
G01N 29/42 (2010.01)
G01N 29/36 (2010.01)
G01N 29/34 (2010.01)

(54) Título: **FONTE ESTÁVEL DE ULTRA-SOM PARA CALIBRAÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO DE ULTRA-SOM, MÉTODO PARA EMISSÃO DE UM SINAL DE ULTRA-SOM UTILIZANDO UMA FONTE ESTÁVEL E SISTEMA PARA CALIBRAÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO DE ULTRA-SOM**

(73) Titular(es): Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial-Inmetro

(72) Inventor(es): Elyr Teixeira de Almeida Alves, Rodrigo Pereira Barreto da Costa Félix

(57) Resumo: FONTE ESTÁVEL DE ULTRA-SOM PARA CALIBRAÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO DE ULTRA-SOM, MÉTODO PARA EMISSÃO DE UM SINAL DE ULTRA-SOM UTILIZANDO UMA FONTE ESTÁVEL E SISTEMA PARA CALIBRAÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO DE ULTRA-SOM. A presente invenção refere-se a uma fonte estável de ultra-som (1) para uso como padrão de transferência de rastreabilidade na calibração de balanças de força de radiação. A fonte estável (1) da presente invenção compreende um microcontrolador (9) conectado a um meio de entrada de parâmetros de operação (5) da fonte e a um meio de geração de sinais (10, 17) para um transdutor (2). Um amplificador de sinal com ganho programável (12) controlado pelo microcontrolador é proporcionado para alterar o ganho do sinal gerado pelo gerador de sinais (10, 17) antes de seu envio ao meio de saída (16). A fonte estável (1) da presente invenção utiliza eletrônica dedicada, proporcionando amigavelmente ao usuário suas diversas opções de configuração, sendo previsto ainda um meio de conexão a um dispositivo remoto (14) que possibilita a automação remota da fonte (1). É também contemplado um método para calibração de equipamentos de medição de ultra-som utilizando a fonte estável da presente invenção.





Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "FONTE ESTÁVEL DE ULTRA-SOM PARA CALIBRAÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO DE ULTRA-SOM, MÉTODO PARA EMISSÃO DE UM SINAL DE ULTRA-SOM UTILIZANDO UMA FONTE ESTÁVEL E SISTEMA PARA CALIBRAÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO DE ULTRA-SOM".

Campo da Invenção

A presente invenção refere-se a uma fonte estável de ultra-som para calibração de equipamentos de medição de ultra-som e, mais especificamente, a uma fonte estável de ultra-som para uso como padrão de transferência de rastreabilidade na calibração de balanças de força de radiação. A presente invenção também contempla um método para emissão de um sinal de ultra-som utilizando uma fonte estável, e um sistema para calibração de equipamentos de medição de ultra-som que utiliza uma fonte estável de ultra-som completamente programável.

Fundamentos da Invenção e Descrição do Estado da Técnica

A partir da metade do século XX, a utilização da tecnologia de ultra-som vem se popularizando nas mais diversas aplicações, desde a medida de propriedades elásticas dos materiais até o tratamento de alguns tipos de tumores.

Na área biomédica, equipamentos que fazem uso da tecnologia de ultra-som são largamente utilizados em diversas especialidades, como, por exemplo, nos campos de diagnose, obstetrícia, fisioterapia, dermatologia, endodontia e estética.

No campo específico da fisioterapia, os equipamentos de terapia por ultra-som (ETUS) estão entre os equipamentos eletromédicos de maior difusão entre os profissionais.

A tecnologia de ultra-som baseia-se na geração de ondas ultrassônicas por transdutores que são capazes de converter energia elétrica em energia mecânica e/ou vice-versa. Tais transdutores são geralmente fabricados de materiais piezoelétricos, comumente cristais naturais como quartzo e turmalina.

Toda a funcionalidade dos ETUS está diretamente relacionada à

sua emissão ultra-sônica, de modo que a potência ultra-sônica está entre as características de maior importância para a caracterização desses equipamentos. Nos equipamentos de terapia por ultra-som, a potência ultra-sônica em conjunto com a área efetiva de radiação são as grandezas de maior influência na determinação de sua aplicabilidade terapêutica.

Além disso, a aplicação do ultra-som em seres humanos possui efeitos biológicos que quando mal antecipados e controlados podem vir a causar sérios prejuízos à saúde dos usuários, tanto do terapeuta quanto do paciente. Dentre os efeitos biológicos das ondas ultra-sônicas estão: aumento da temperatura no local de aplicação, alteração estrutural de células decorrente do fenômeno da cavitação (formação de bolhas de gás ou vapor em meio líquido), e alteração de partículas intercelulares decorrente da radiação.

A correta determinação da potência dos ETUS é de suma importância para garantir a segurança e qualidade do equipamento, sendo absolutamente essencial para prevenir riscos à saúde de pacientes e profissionais da área de saúde.

São conhecidos alguns instrumentos capazes de quantificar a potência acústica dos ETUS. Dentre tais equipamentos, o de utilização mais tradicional e usual é a balança de força de radiação (BFR). Esse equipamento consiste em uma balança de alta resolução, que compreende um alvo imerso em meio aquoso (como, por exemplo, água degaseificada) que recebe o impacto da força de radiação. Em balanças que utilizam alvos refletores, meios de absorção são providos nas paredes do recipiente contendo o meio aquoso, sendo que o transdutor do equipamento ultra-sônico é inserido no meio aquoso. Um perfeito posicionamento do transdutor em relação à balança é necessário para obtenção de uma boa medição de potência. A balança, em geral, tem a propriedade de medir massa, e graças à ação de uma onda de pressão acústica gerada pelo transdutor, pode-se realizar uma relação entre massa e potência acústica incidente em seu alvo.

Para que se garanta suficientemente a confiabilidade metrológica do processo de medição de potência ultra-sônica, é necessário que a

balança de força de radiação seja calibrada periodicamente. Dentre as diversas formas de se calibrar uma BFR, o uso de um padrão de transferência de rastreabilidade (PTR) é comum. O padrão de transferência de rastreabilidade consiste em um padrão intermediário usado na calibração do instrumento de medição (no caso, da balança de força de radiação). Assim, trata-se de um equipamento estável e geralmente portátil que, após ser calibrado por um laboratório com hierarquia definida em uma cadeia nacional de rastreabilidade, pode ser usado para calibrar a balança de medição.

Dentre as características desejáveis para o padrão de rastreabilidade estão a portabilidade, a robustez, e a estabilidade de curto e longo prazo.

Especificamente para a calibração de balanças de força de radiação, o padrão de transferência a ser usado pode compreender desde um gerador de sinais (como, por exemplo, um gerador arbitrário de funções e um transdutor convencional) até um equipamento especialmente desenvolvido para esse fim.

O uso do gerador de sinais tem como desvantagem evidente o fato de não ser um equipamento dedicado, podendo incorrer em erros de operação. Outra desvantagem clara está na determinação da relação entre potência mecânica gerada em função da alimentação elétrica fornecida, parametrizada pela frequência de operação.

Como equipamento dedicado, são conhecidos dois aparelhos fabricados pela empresa Precision Acoustics LTDA. Esses dois aparelhos, cujas características indicam incorporar tecnologia analógica, compreendem uma fonte estável de sinal contínuo de 3,5 MHz e uma fonte estável com dois sinais contínuos com frequência selecionável entre três valores possíveis. Ambas as fontes apresentam potências de saída selecionáveis em 10mW, 100mW ou 1W. A fonte mono frequência compreende um transdutor e a fonte de dupla frequência compreende dois transdutores.

Uma vez que esse tipo de aparelho tem como objetivo justamente calibrar (ou seja, servir como padrão de transferência de rastreabilidade para) uma balança de força de radiação, é altamente recomendável que es-

te aparelho seja capaz de reproduzir o padrão de funcionamento do equipamento a ser calibrado pela balança.

Como as fontes de ultra-som podem gerar sinais contínuos ou intermitentes dependendo de sua aplicação, um inconveniente desses aparelhos conhecidos está no fato de não serem capazes de gerar sinais intermitentes.

Um outro inconveniente desses aparelhos está no fato de permitirem apenas o controle manual da geração do sinal, o que torna inviável a possibilidade de automação remota do processo de medição.

Além disso, deve ser ressaltado que no caso de terapia por ultra-som, e nas suas derivações para a área dermatofuncional, as frequências geralmente utilizadas pelas fontes de ultra-som são de 1,0 MHz, 3,0 MHz e 5,0 MHz. Tais fontes têm suas especificações técnicas definidas em norma internacional (IEC 61689). Dentre os vários parâmetros definidos, a intensidade efetiva de radiação deve ser inferior a 3 W/cm^2 . Assim, considerando-se transdutores com elemento ativo de 25,4 mm (1 polegada) de diâmetro nominal, é possível inferir que a potência efetiva máxima deve ser da ordem de 15 W para os ETUS.

Logo, nenhuma das fontes estáveis de calibração conhecidas permite a emissão de sinais em todas as frequências usuais em terapia, sendo que a potência máxima gerada é bem inferior à máxima teoricamente disponível em fontes de ultra-som usuais.

A fonte estável da presente invenção resolve os problemas apontados acima e proporciona uma série de vantagens adicionais que jamais foram previstas nas soluções anteriormente propostas.

Objetivos da Invenção

Em vista do acima exposto, é um objetivo da presente invenção proporcionar uma fonte estável de ultra-som para calibração de equipamentos de medição de ultra-som que seja portátil, estável a curto e longo prazos, flexível em seus parâmetros, e com operação simples.

É um objetivo adicional da presente invenção proporcionar uma fonte estável de ultra-som para calibração de equipamentos de medição de

ultra-som que seja inteiramente programável, seja por meio de uma interface amigável ou por controle remoto.

5 É ainda outro da presente invenção proporcionar uma fonte estável de ultra-som para calibração de equipamentos de medição de ultra-som que seja capaz de atuar em condições semelhantes aos equipamentos de terapia por ultra-som usuais disponíveis no mercado.

É um objetivo adicional da presente invenção proporcionar um método para emissão de um sinal de ultra-som utilizando a fonte estável da presente invenção.

10 É ainda outro objetivo da presente invenção proporcionar um sistema para calibração de equipamentos de medição de ultra-som que utilize uma fonte estável de ultra-som completamente programável.

Sumário da Invenção

15 A presente invenção atinge os objetivos acima por meio de uma fonte estável para calibração de equipamentos de medição de ultra-som compreendendo um meio de entrada de parâmetros de operação, um meio de geração de sinais, e um meio de saída do sinal gerado para um transdutor, onde:

20 um meio de controle é conectado ao meio de entrada de parâmetros de operação e ao meio de geração de sinais, para controlar o gerador de sinais para emitir um sinal com um parâmetro de frequência informado ao meio de entrada; e

25 um amplificador operacional com ganho programável é controlado pelo meio de controle para alterar o ganho do sinal gerado pelo gerador de sinais de acordo com um parâmetro de potência informado ao meio de entrada, antes de seu envio ao meio de saída.

Em uma concretização preferida da presente invenção, o meio de controle compreende um microcontrolador.

30 Em uma primeira concretização da presente invenção, o meio de geração de sinais compreende pelo menos três osciladores controlados pelo meio de controle, sendo que um filtro de sinais é conectado a cada um dos osciladores para minimizar possíveis distorções no sinal gerado pelo oscila-

dor.

Em uma segunda concretização da presente invenção, o meio de geração de sinais compreende um meio digital de geração de sinais.

5 A fonte estável da presente invenção pode compreender ainda um buffer que recebe o sinal alterado pelo amplificador operacional, sendo que o buffer compreende um meio de verificação de erro responsável por sinalizar uma condição anormal de utilização ao meio de controle. Em uma concretização preferencial, o meio de verificação de erro é um sistema de proteção térmica.

10 O meio de entrada da fonte estável pode ser um teclado, uma tela sensível ao toque, ou uma interface de comunicação com dispositivo externo. Em uma concretização da presente invenção, o meio de entrada compreende tanto o teclado ou tela sensível ao toque quanto à interface de comunicação com dispositivo externo.

15 A fonte estável da presente invenção pode compreender ainda uma interface de saída, sendo que a interface de saída pode compreender um meio de exibição, um meio de alerta, ou tanto o meio de exibição quanto o meio de alerta.

20 A presente invenção também contempla um método para emissão de um sinal de ultra-som utilizando a fonte estável da presente invenção, cujo método compreende estabelecer parâmetros operacionais para operação da fonte estável e gerar um sinal com os parâmetros operacionais, onde são previstas as seguintes etapas:

25 informar a um meio de controle parâmetros de operação da fonte estável;

controlar um meio de geração de sinais para emitir um sinal com o parâmetro de frequência informado ao meio de controle;

30 controlar um amplificador de ganho programável para alterar o ganho do sinal gerado pelo gerador de sinais de acordo um parâmetro de potência informado ao meio de controle; e

emitir o sinal alterado pelo amplificador.

Em uma concretização preferida, a etapa de informar ao meio de

controle parâmetros de operação da fonte estável compreende informar os parâmetros de operação a um meio de entrada conectado ao meio de controle, sendo que, para cada parâmetro de operação informado ao meio de entrada, um valor correspondente ao parâmetro informado é exibido em um meio de exibição.

5

Em uma primeira concretização do método da presente invenção, a etapa de controlar o meio de geração de sinais compreende acionar um oscilador que corresponde ao parâmetro de frequência informado ao meio de controle, sendo que o método prevê ainda uma etapa de filtragem para minimizar possíveis distorções no sinal gerado pelo oscilador.

10

Em uma segunda concretização do método da presente invenção, a etapa de controlar o meio de geração de sinais compreende acionar um meio digital de geração de sinais para emitir um sinal com o parâmetro de frequência informado ao meio de entrada.

15

O método pode compreender ainda uma etapa de verificação de erro, após a etapa de controlar o amplificador de ganho programável, sendo que tal etapa de verificação de erro compreende a sinalização de uma condição de erro ao meio de controle. Em uma concretização preferida, essa etapa de verificação de erro compreende a detecção de uma condição anormal de operação por um buffer conectado ao amplificador, sendo que o buffer altera sua condição lógica para informar ao meio de controle uma condição anormal de utilização. Após receber a informação sobre a condição anormal de utilização, o meio de controle controla o meio de geração de sinais para inibir a geração de sinais, ou controla o amplificador de ganho programável para inibir a emissão de sinais.

20

25

Na presente invenção, o meio de controle pode ainda, após receber a informação sobre a condição anormal de utilização, controlar uma interface de saída para exibir uma mensagem de erro e/ou emitir um alerta de erro.

30

A presente invenção também prevê um sistema para calibração de equipamentos de medição de ultra-som que utiliza uma fonte estável programável por um meio de controle, sendo que o meio de controle recebe

parâmetros de operação através de um meio de entrada e, em resposta aos parâmetros recebidos, controla um meio de geração de sinais para gerar um sinal de acordo com um parâmetro de frequência recebido e um amplificador operacional com ganho programável para alterar o ganho do sinal gerado de acordo com um parâmetro de potência recebido, antes do envio do sinal a um meio de saída de sinal. O meio de saída de sinal envia o sinal gerado e alterado a um transdutor.

Em uma concretização preferida do sistema da presente invenção, o meio de controle compreende um microcontrolador.

Em uma primeira concretização do sistema da presente invenção, o meio de geração de sinais compreende pelo menos três osciladores controlados pelo meio de controle, o meio de controle acionando um dos osciladores de acordo com o parâmetro de frequência recebido pelo meio de controle. Nessa concretização, o sistema pode compreender filtros conectados ao osciladores para minimizar possíveis distorções no sinal gerado pelo oscilador.

Em uma segunda concretização do sistema da presente invenção, o meio de geração de sinais compreende um meio digital de geração de sinais, sendo que o meio de controle aciona o meio digital de geração de sinais para emitir um sinal de acordo com o parâmetro de frequência recebido pelo meio de controle.

O sistema da presente invenção pode compreender ainda um meio de verificação de erro que sinaliza uma condição anormal de operação no meio de saída ao meio de controle. O meio de verificação de erro pode compreender um buffer conectado ao amplificador, sendo que o buffer altera sua condição lógica para informar ao meio de controle sobre a condição anormal de utilização.

O sistema da presente invenção pode compreender também uma interface de saída, sendo que o meio de controle controla a interface de saída para emitir uma mensagem ou alerta de erro em resposta ao recebimento da informação de condição anormal de utilização. Após receber a informação sobre a condição anormal de utilização, o meio de controle pode

ainda controlar o meio de geração de sinais ou o amplificador de ganho programável para inibir a geração de sinais.

Descrição Resumida dos Desenhos

As figuras mostram:

5 Figura 1 - A Figura 1 ilustra uma vista esquemática da fonte estável da presente invenção durante a calibração de uma balança de força de radiação.

 Figura 2 – A Figura 2 ilustra uma vista em perspectiva de uma concretização preferida da fonte estável de ultra-som da presente invenção.

10 Figura 3 - A Figura 3 ilustra uma vista frontal de uma concretização preferida da fonte estável de ultra-som da presente invenção;

 Figura 4 - A Figura 4 ilustra um diagrama de blocos representando o funcionamento lógico de uma concretização preferida da fonte estável da presente invenção

15 Figura 5 - A Figura 5 ilustra um diagrama de blocos representando o funcionamento lógico de uma concretização alternativa da fonte estável da presente invenção.

Descrição Detalhada da Invenção

20 A presente invenção será, a seguir, mais detalhadamente descrita com base nos exemplos de execução representados nos desenhos.

 A Figura 1 mostra uma vista esquemática da fonte estável 1 da presente invenção durante a calibração de uma balança de força de radiação.

25 A fonte estável 1 compreende um meio de saída 16 para um transdutor 2 a ser colocado sobre a balança 3. Como um perfeito posicionamento do transdutor 2 em relação à balança 3 é necessário para a obtenção de uma boa medição de potência, um posicionador 4 pode ser utilizado durante a medição. O posicionador 4 tem a função de segurar e posicionar corretamente o transdutor 2.

30 Como melhor ilustrado na figura 2, a fonte estável 1 compreende um meio de entrada de parâmetros de operação que, na concretização ilustrada na figura, compreende um teclado 5 formado por botões. Deve ser

entendido, entretanto, que o meio de entrada pode ser qualquer meio de programação ou configuração conhecido da técnica como, por exemplo, uma tela sensível ao toque.

Na concretização ilustrada, um primeiro botão permite a seleção da frequência de excitação para o transdutor, um segundo botão permite a seleção da potência ultra-sônica enviada, um terceiro botão permite a seleção entre um modo contínuo ou um modo intermitente de emissão de sinal, e um quarto botão permite a seleção do fator de carga do sinal ultra-sônico no caso de sinal intermitente.

Na concretização preferida, a fonte da presente invenção compreende ainda um botão acionador 8 que permite ao usuário ligar ou desligar a emissão do sinal para o transdutor 2, e uma chave 7 que liga e desliga a fonte 1.

Em uma concretização alternativa, o meio de entrada pode compreender uma interface de comunicação com um dispositivo externo, tal como um computador pessoal. Dentre as interfaces possíveis estão as de comunicação USB, RS232, RS485, GPIB, Ethernet, wireless (Bluetooth, Wi-Fi, infravermelho, ZigBee, etc), entre outras.

Em ainda outra concretização, a fonte estável pode compreender tanto o teclado 5 ou a tela sensível ao toque quanto à interface de comunicação com dispositivo externo.

Nesse sentido, a utilização de uma interface de comunicação com dispositivo externo (por exemplo, um computador local ou um computador acessível por protocolos de comunicação à distância) é uma poderosa ferramenta de gerenciamento e controle. Com ela é possível configurar a fonte estável para operar em tempos pré-determinados e, com o auxílio de outras ferramentas, analisar o sinal aplicado ao transdutor com a configuração escolhida. Assim, a confiabilidade e precisão das medições poderiam ser gerenciadas utilizando-se aplicativos dedicados, e não mais com a intervenção manual direta de um usuário. Naturalmente, uma vez que esta característica permite a programação de um protocolo de medições sem que haja intervenção do usuário na coleta dos dados, a incidência de erros é

minimizada.

Além disso, essa característica confere à fonte da presente invenção uma possibilidade de automação que jamais foi empregada em qualquer tipo de fonte de ultra-som para calibração de balanças ultra-sônicas conhecida da técnica.

5

A fonte da presente invenção pode compreender ainda uma interface de saída 6, que, na concretização mostrada nas figuras 2 e 3 compreende um monitor de LCD 6. Essa interface de saída 6 permite que o usuário tenha acesso a informações do sinal de ultra-som enviado ao transdutor, como, por exemplo, a frequência, a potência de saída e os tempos de emissão ou de repouso. Assim, a partir do momento que o usuário pressiona qualquer um dos botões do teclado 5 (ou configura algum dos parâmetros através de um meio de entrada equivalente), a indicação do valor destes muda no monitor LCD.

10

Em uma concretização preferida, o monitor de LCD 6 é um monitor alfanumérico de 20 colunas por 4 linhas, chamado comumente de display 20x4. Entretanto, a interface de saída pode compreender qualquer tipo de display conhecido da técnica como, por exemplo, um display gráfico cuja resolução dependerá do modelo a ser utilizado.

15

Em uma concretização preferida, o monitor de LCD 6 terá como função adicional permitir que o usuário visualize uma mensagem de erro, que o avisará no caso de uma configuração errada da fonte.

20

A interface de saída pode compreender ainda um meio de emissão de sinal de alerta. Esse sinal de alerta tem como objeto alertar o usuário sobre um possível erro na operação da fonte estável. Deve ser notado que este sinal de alerta poderá ser um alerta sonoro ou visual, ou mesmo um alerta derivado de qualquer outro dispositivo elétrico, eletromecânico, eletromagnético, entre outros, que puder executar a mesma função.

25

A fonte estável da presente invenção utiliza eletrônica dedicada, proporcionando amigavelmente ao usuário suas diversas opções de configuração. Além disso, é a eletrônica dedicada que confere à fonte da presente invenção seu caráter programável.

30

A figura 4 representa o funcionamento lógico de uma concretização preferida da fonte estável da presente invenção.

Conforme ilustrado nessa figura, a fonte 1 compreende um meio de controle responsável pelo gerenciamento lógico do equipamento. Na concretização preferida o meio de controle compreende um microcontrolador 9, entretanto, qualquer dispositivo de gerencialmente lógico pode ser usado. O microcontrolador 9 está conectado ao meio de entrada e recebe os parâmetros operacionais determinados pelo usuário. Como anteriormente mencionado, estes parâmetros podem ser fornecidos ao microcontrolador através de um teclado 5 ou tela sensível ao toque, ou através da interface de comunicação com dispositivo externo 14.

O microcontrolador 9 é conectado operativamente a um meio de geração de sinais 10 de modo a habilitar a geração de sinais.

Na concretização ilustrada na figura 4, o meio de geração de sinais compreende três circuitos osciladores 10 responsáveis pela geração do sinal de alta frequência, na faixa de megahertz. Para cada frequência de interesse há um cristal oscilador que, quando projetado no circuito específico, oscila gerando uma onda senoidal. Nessa concretização, a geração deste sinal é analógica por ser proveniente de um dispositivo analógico, o oscilador a cristal.

Deve ser ressaltado que a previsão de três osciladores 10 como meio de geração de sinais permite que a fonte da presente invenção seja capaz de gerar sinais em três frequências distintas. Assim, quando o usuário define qual será a frequência da fonte através do meio de entrada 5, o microcontrolador 9 se encarrega de acionar apenas a frequência de interesse.

Na concretização preferida da presente invenção, um primeiro dos três osciladores permite a geração de sinal com frequência de 1,0MHz, um segundo dos três osciladores permite a geração de sinal com frequência de 3,0 MHz, e um terceiro oscilador permite a geração de sinal com frequência de 5,0 MHz. Essa característica permite que a fonte da presente invenção seja capaz de gerar sinais nas três frequências geralmente utilizadas pelas fontes de ultra-som de terapia de ultra-som.

Naturalmente, embora a concretização ilustrada na figura 4 indique o uso de três osciladores, deve ser entendido que o uso de mais osciladores seria igualmente possível, sendo que, neste caso, a fonte da presente invenção seria capaz de gerar sinais de mais frequências. Nesse sentido, deve ser ressaltado que independente do número de osciladores utilizados, a fonte da presente invenção foi projetada de tal maneira a necessitar de apenas uma saída para o transdutor. Tal meio de saída pode compreender, por exemplo, um conector BNC.

Uma vez que o sinal ultra-sônico gerado nos osciladores pode apresentar distorções harmônicas significativas, na concretização preferida da presente invenção, a fonte 1 compreende ainda filtros para minimizar tais distorções. Preferencialmente, os filtros empregados são filtros do tipo passa-baixa, entretanto filtros passa-faixa e/ou rejeita-faixa poderiam ser igualmente utilizados dentro da arquitetura proposta nesta concretização.

O sinal gerado pelo meio de geração de sinais e filtrado no filtro 11 é alterado em um amplificador de sinal que, na concretização ilustrada na figura 4, compreende dois amplificadores operacionais com ganho programável digitalmente (*AGP-programmable gain amplifiers, PGA*) dispostos em cascata. Estes circuitos integrados são os responsáveis pela alteração de ganho do sinal de ultra-som, sendo que o ganho desses amplificadores é elevado ou diminuído por bits de controle digital. Assim, após o usuário programar o nível de potência desejado através do meio de entrada, o microcontrolador 9 opera os amplificadores para alterar digitalmente o ganho de tensão elétrica de acordo com a potência acústica escolhida pelo usuário.

Deve ser notado que a utilização dos amplificadores operacionais de ganho programável 12 permite um ajuste fino e controlável da tensão elétrica resultante.

Adicionalmente, a etapa de amplificação na concretização preferida ilustrada na figura 4, dispõe de amplificadores operacionais que possuem pinos de habilitação para habilitarem ou inibirem a amplificação do sinal

ultra-sônico. Estes pinos são controlados pelo microcontrolador que, na presença de erro, pode inibir completamente a emissão do sinal elétrico. Assim, essa característica proporciona um importante dispositivo de proteção para o usuário no caso de uma falha operacional como, por exemplo, no caso de um curto circuito interno.

Na concretização preferida ilustrada na figura 4, a fonte da presente invenção compreende ainda um buffer 13, o qual é responsável por fornecer a corrente elétrica necessária para alimentar o transdutor. Nele também é realizado o casamento de impedância para o transdutor, com a finalidade de promover a máxima transferência de energia.

O buffer 13 também pode permitir uma verificação da condição do sinal de ultra-som antes de seu envio ao transdutor. Assim, em uma concretização preferida, o buffer 13 possui um meio de verificação de erro (que em uma concretização preferida compreende um sistema e proteção térmica), e caso um parâmetro de verificação (na concretização preferida, uma condição térmica - que está relacionada ao consumo de energia / corrente elétrica) estipulado esteja além de limites projetados, este dispositivo muda sua condição lógica informando ao microcontrolador uma condição anormal de utilização. Após receber a informação sobre tal condição anormal de utilização, o microcontrolador 9 inibe a geração do sinal, seja através dos circuitos osciladores ou nos amplificadores operacionais. Assim, essa característica permite a emissão de um sinal de alerta em resposta à ocorrência de uma possível falha, protegendo tanto o transdutor, quanto o operador.

Como mencionado anteriormente, a fonte 1 da presente invenção pode compreender ainda uma interface de saída, que pode incluir um meio de exibição 6 e um meio de alerta 15. Como ilustrado na figura 4, tanto o meio de exibição 6 quanto o meio de alerta 15 são controlados pelo microcontrolador 9.

Nesse sentido, deve ser ressaltado que o microcontrolador 9 gerencia todas as atividades da fonte da presente invenção: é ele que recebe as informações do usuário pelo meio de entrada 5, aciona o meio de geração de sinais 10, configura o nível de tensão elétrica nos amplificadores

de ganho programável 12, envia os dados para o meio de exibição 6, aciona o meio de alerta 15, troca informações com um possível computador através da interface de comunicação com dispositivo externo 14, e verifica erros de dados do usuário.

5 Deve ser notado que em sua concretização preferencial mostrada na figura 4, a fonte 1 da presente invenção pode ser configurada para funcionar como um padrão de transferência de rastreabilidade extremamente eficiente para calibração de balanças de força de radiação para fontes de ultra-som com aplicação em terapia, já que a fonte 1 da presente invenção é
10 capaz de atuar de modo semelhante às fontes de ultra-som usuais para aplicação terapêutica disponíveis no mercado.

Nesse sentido, a fonte 1 da presente invenção permite:

- a seleção da frequência de excitação para o transdutor em valores de, por exemplo, 1,0 MHz, 3,0 MHz ou 5,0 MHz;
- 15 - o controle da potência ultra-sônica enviada em valores de, por exemplo, 10mW, 100mW, 1W ou 10W;
- a seleção para emissão de sinal em modo contínuo ou intermitente; e
- no caso de emissão de sinal intermitente, a seleção do fator de carga (*duty cycle*), ou seja, o percentual do tempo total (período) que será emitido sinal ultra-sônico em valores de, por exemplo, 10%, 30%, 50%,
20 70% ou 90%.

A figura 5 representa o funcionamento lógico de uma concretização alternativa da fonte estável da presente invenção. Nessa concretização,
25 o meio de geração de sinais compreende um meio digital de geração de sinais, como, por exemplo, um *Direct Digital Synthesis* (DDS). Este circuito integrado tem a capacidade de gerar sinais arbitrários, com amplitude, frequência e fase previamente programados de forma digital. Todas essas características são programadas em sua memória e cada palavra binária representa a amplitude do sinal desejado em um instante de tempo.
30

A conjuntura desta matriz de pontos é enviada para um conversor digital-analógico (DAC) que converterá esta seqüência de dados digitais

em sinal analógico. Desta forma, a frequência do sinal de saída da fonte de ultra-som somente será limitada pela frequência base deste DDS.

5 Nessa concretização alternativa da presente invenção, é possível gerar qualquer sinal de ultra-som sem a necessidade de criação de circuitos osciladores fixos. A faixa de aplicação do meio digital de geração de sinais vai de uns poucos kilohertz até algumas dezenas de megahertz (por exemplo, 20kHz a 50MHz), sendo que, preferencialmente, a faixa utilizada pela fonte da presente invenção é entre 0,5MHz e 25MHz.

10 De modo a deixar mais claras as características da fonte da presente invenção, será descrito a seguir, com base na concretização preferida ilustrada nas figuras 2 e 4, um exemplo de operação da fonte estável 1 durante a calibração de um equipamento de medição de ultra-som e, especificamente, durante a calibração de uma balança de força de radiação.

15 Primeiramente, o usuário seleciona os parâmetros de operação da fonte (frequência, potência, período, e fator de carga) através dos botões do teclado 5. Para cada botão acionado, o meio de exibição 6 exibe o valor do parâmetro escolhido. Caso o acionamento do botão apresente qualquer erro, o meio de exibição 6 exibe uma mensagem de erro e/ou o meio de alerta 15 emite um sinal de alerta.

20 A partir da seleção de frequência, o microcontrolador 9 controla operativamente o gerador de sinais 10, 17 para emitir apenas um sinal com o valor de frequência escolhido. Da mesma maneira, a partir da seleção de potência, o microcontrolador 9 configura o nível de tensão elétrica nos amplificadores de ganho programável 12.

25 Quando todas as seleções estiverem determinadas, o usuário pressiona o botão de acionamento 8 para emitir o sinal ao transdutor. Caso o usuário esqueça de ajustar corretamente algum dos parâmetros, uma mensagem de erro será exibida pelo meio de exibição 6 e/ou um sinal de alerta é emitido pelo meio de alerta 15, sendo que, nesse caso, não haverá
30 sinal de saída para o transdutor 2.

Caso ocorra uma falha durante a operação da fonte (por exemplo, uma sobrecorrente), o dispositivo de verificação do buffer 13 muda a

- condição lógica de seu pino de verificação de erro, informando ao microcontrolador 9 sobre a ocorrência da falha. Naturalmente, embora a concretização preferida utilize o buffer como meio de verificação de erro, o método para informar o microcontrolador sobre este erro poderá ser por meio ótico, eletromagnético ou de outra natureza qualquer que reproduza o mesmo efeito. Em caso de falha, o microcontrolador pode inibir a geração de sinais, ao controlar o meio de geração de sinais ou amplificadores operacionais, e/ou emitir uma mensagem de erro e/ou um alerta de erro. Após a correção do erro, o sinal será transmitido ao meio de saída 16.
- 5
- 10 Embora a descrição do funcionamento operacional acima tenha sido dada com base na concretização da fonte 1 em que o meio de entrada é o teclado 5, deve ser entendido que a seleção de parâmetros pode ser plenamente efetuada com o uso da interface de comunicação com dispositivo externo 14 de modo a permitir a automação completa da fonte 1.
- 15 Deve ser entendido que a descrição fornecida com base nas figuras acima refere-se apenas a concretizações possíveis para a fonte da presente invenção, sendo que o real escopo do objeto da invenção encontra-se definido nas reivindicações apensas.

REIVINDICAÇÕES

1. Fonte estável (1) para calibração de equipamentos de medição de ultra-som (3) compreendendo um meio de entrada de parâmetros de operação (5, 14), um meio de geração de sinais (10,17), e um meio de saída do sinal gerado (16) para um transdutor (2), **caracterizada** por:

um meio de controle (9) conectado ao meio de entrada de parâmetros de operação (5, 14) e ao meio de geração de sinais (10, 17), o meio de controle (9) controlando o gerador de sinais para emitir um sinal com um parâmetro de frequência informado ao meio de entrada (5,14); e

um amplificador operacional com ganho programável (12) controlado pelo meio de controle (9), para alterar o ganho do sinal gerado pelo gerador de sinais (10, 17) de acordo com um parâmetro de potência informado ao meio de entrada (5,14), antes do envio do sinal ao meio de saída (16).

2. Fonte estável de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada** pelo fato de que o meio de controle (9) compreende um microcontrolador (9).

3. Fonte estável de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **caracterizada** pelo fato de que o meio de geração de sinais compreende pelo menos três osciladores (10) controlados pelo meio de controle (9).

4. Fonte estável de acordo com a reivindicação 3, **caracterizada** pelo fato de que um filtro de sinais (11) é conectado a cada um dos osciladores (10) para minimizar possíveis distorções no sinal gerado pelo oscilador.

5. Fonte estável de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada** pelo fato de que o meio de geração de sinais compreende um meio digital de geração de sinais (17).

6. Fonte estável de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, **caracterizada** pelo fato de que compreende ainda um buffer (13) que recebe o sinal alterado pelo amplificador operacional, o buffer compreendendo um meio de verificação de erro responsável por sinalizar uma condição anormal de utilização ao meio de controle (9).

7. Fonte estável de acordo com a reivindicação 6, **caracterizada**

pelo fato de que o meio de verificação de erro é um sistema interno de proteção térmica.

8. Fonte estável de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, **caracterizada** pelo fato de que o meio de entrada compreende um teclado (5).

9. Fonte estável de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, **caracterizada** pelo fato de que o meio de entrada compreende uma tela sensível ao toque.

10. Fonte estável de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, **caracterizada** pelo fato de que o meio de entrada compreende uma interface de comunicação com dispositivo externo (14).

11. Fonte estável de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, **caracterizada** pelo fato de que compreende ainda uma interface de comunicação com dispositivo externo (14).

12. Fonte estável de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 11, **caracterizada** pelo fato de que compreende uma interface de saída (6, 15).

13. Fonte estável de acordo com a reivindicação 12, **caracterizada** pelo fato de que a interface de saída compreende um meio de exibição (6).

14. Fonte estável de acordo com a reivindicação 12, **caracterizada** pelo fato de que a interface de saída compreende um meio de alerta (15).

15. Fonte estável de acordo com a reivindicação 12, **caracterizada** pelo fato de que a interface de saída compreende tanto um meio de exibição (6) quanto um meio de alerta.

16. Método para emissão de um sinal de ultra-som utilizando uma fonte estável conforme definida em qualquer uma das reivindicações 1 a 15, o método compreendendo estabelecer parâmetros operacionais para operação da fonte estável e gerar um sinal com os parâmetros operacionais, **caracterizado** pelas etapas de:

informar a um meio de controle (9) parâmetros de operação da

fonte estável (1);

controlar um meio de geração de sinais (10, 17) para emitir um sinal de acordo com um parâmetro de frequência informado ao meio de controle (9);

- 5 controlar um amplificador de ganho programável (12) para alterar o ganho do sinal gerado pelo gerador de sinais (10,17) de acordo um parâmetro de potência informado ao meio de controle (9); e
emitir o sinal alterado pelo amplificador (12).

10 17. Método de acordo com a reivindicação 16, **caracterizado** pelo fato de que a etapa de informar ao meio de controle (9) parâmetros de operação da fonte estável (1) compreende informar os parâmetros de operação a um meio de entrada (5, 14) conectado ao meio de controle (9).

15 18. Método de acordo com a reivindicação 17, **caracterizado** pelo fato de que, para cada parâmetro de operação informado ao meio de entrada (5, 14), um valor correspondente ao parâmetro informado é exibido em um meio de exibição (6).

20 19. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 16 a 18, **caracterizado** pelo fato de que a etapa de controlar um meio de geração de sinais compreende acionar um oscilador (10) que corresponde ao parâmetro de frequência informado ao meio de controle (9).

20 20. Método de acordo com a reivindicação 19, **caracterizado** pelo fato de que compreende, após a etapa de controlar o meio de geração de sinais (10), uma etapa de filtragem para minimizar distorções no sinal gerado pelo oscilador (10).

25 21. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 16 a 18, **caracterizado** pelo fato de que a etapa de controlar um meio de geração de sinais compreende acionar um meio digital de geração de sinais (17) para emitir um sinal com o parâmetro de frequência informado ao meio de entrada.

30 22. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 16 a 21, **caracterizado** pelo fato de que compreende, após a etapa de controlar o amplificador de ganho programável (12), uma etapa de verificação de

erro, a etapa de verificação de erro compreendendo a sinalização de uma condição anormal de operação ao meio de controle (9).

23. Método de acordo com a reivindicação 22, **caracterizado** pelo fato de que a etapa de verificação de erro compreende a detecção de
5 uma condição anormal de operação por um buffer (13) conectado ao amplificador (12), o buffer (13) alterando a condição lógica de um de seus pinos para informar ao meio de controle (9) a condição anormal de utilização.

24. Método de acordo com a reivindicação 22 ou 23, **caracterizado** pelo fato de que, após receber a informação sobre a condição anormal
10 de utilização, o meio de controle (9) controla o meio de geração de sinais (10, 17) para inibir a geração de sinais.

25. Método de acordo com a reivindicação 22 ou 23, **caracterizado** pelo fato de que, após receber a informação sobre a condição anormal de utilização, o meio de controle (9) controla o amplificador de ganho programável (12) para inibir a emissão de sinais.
15

26. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 22 a 25, **caracterizado pelo** fato de que, após receber a informação sobre a condição anormal de utilização, o meio de controle (9) controla uma interface de saída (6) para exibir uma mensagem de erro.

27. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 22 a 25, **caracterizado pelo** fato de que, após receber a informação sobre a condição anormal de utilização, o meio de controle (9) controla uma interface de saída (15) para emitir um alerta de erro.
20

28. Sistema para calibração de equipamentos de medição de ultra-som (3) **caracterizado** pelo fato de que compreende uma fonte estável programável (1) por um meio de controle (9), o meio de controle (9) recebendo parâmetros de operação através de um meio de entrada (5,14) e, em resposta aos parâmetros recebidos, controlando um meio de geração de sinais (10,17) para gerar um sinal com um parâmetro de frequência recebido
25 e, antes do envio do sinal a um meio de saída de sinal (16), controlando um amplificador operacional com ganho programável (12) para alterar o ganho do sinal gerado de acordo com um parâmetro de potência recebido, o meio
30

de saída de sinal enviando o sinal gerado e alterado a um transdutor (2).

29. Sistema de acordo com a reivindicação 28, **caracterizado** pelo fato de que o meio de controle (9) compreende um microcontrolador (9).

5 30. Sistema de acordo com a reivindicação 28 ou 29, **caracterizado** pelo fato de que o meio de geração de sinais compreende pelo menos três osciladores (10) controlados pelo meio de controle (9), o meio de controle (9) acionando um dos osciladores (10) de acordo com o parâmetro de frequência recebido pelo meio de controle (9).

10 31. Sistema de acordo com a reivindicação 30, **caracterizado** pelo fato de que compreendem filtros (11) conectados aos osciladores para minimizar possíveis distorções no sinal gerado pelo oscilador (10).

 32. Sistema de acordo com a reivindicação 28 ou 29, **caracterizado** pelo fato de que o meio de geração de sinais compreende um meio digital de geração de sinais (17), o meio de controle (9) acionando o meio digital de geração de sinais (17) para emitir um sinal com o parâmetro de frequência recebido pelo meio de controle (9).

15 33. Sistema de acordo com qualquer uma das reivindicações 28 a 32, **caracterizado** pelo fato de que compreende um meio de verificação de erro (13), o meio de verificação de erro sinalizando uma condição anormal de operação ao meio de controle (9).

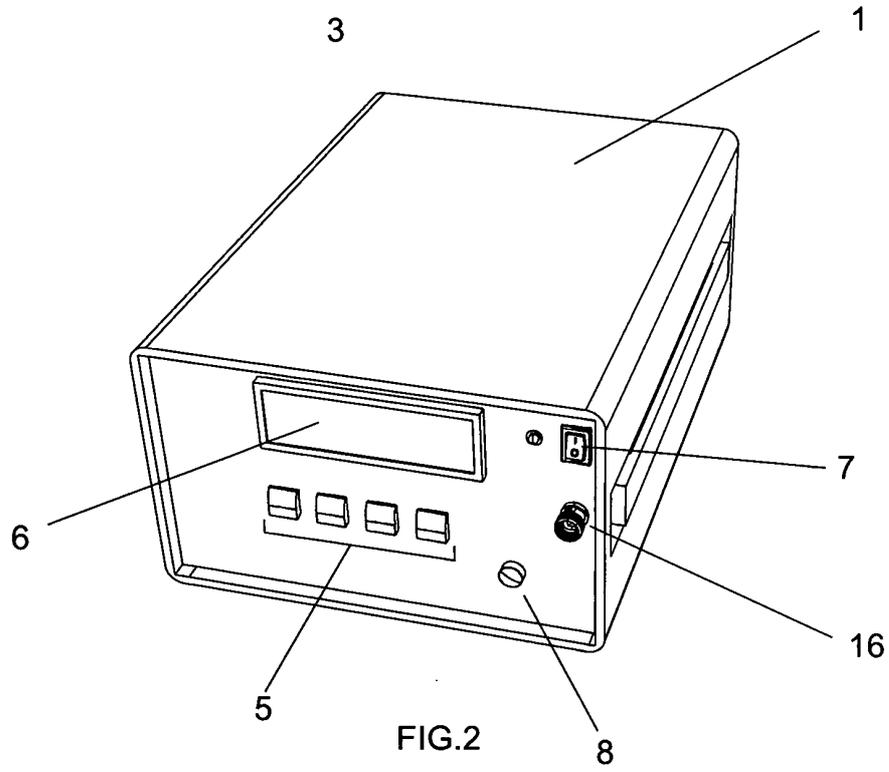
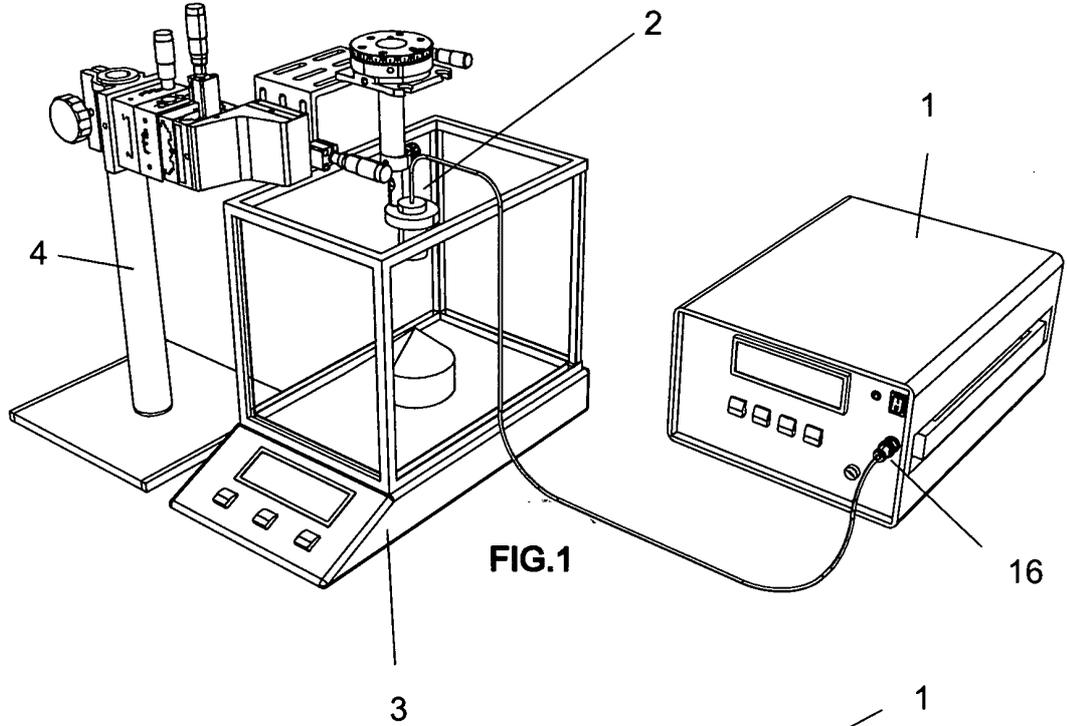
20 34. Sistema de acordo com a reivindicação 33, **caracterizado** pelo fato de que o meio de verificação de erro compreende um buffer (13) conectado ao amplificador (12), o buffer (13) alterando a condição lógica de um de seus pinos para informar ao meio de controle (9) a condição anormal de utilização.

25 35. Sistema de acordo com a reivindicação 33 ou 34, **caracterizado** pelo fato de que compreende uma interface de saída (6, 15), o meio de controle (9) controlando a interface de saída para emitir uma mensagem ou alerta de erro em resposta ao recebimento da informação de condição anormal de utilização.

30 36. Sistema de acordo com qualquer uma das reivindicações 33

a 35, **caracterizado** pelo fato de que, após receber a informação sobre a condição anormal de utilização, o meio de controle (9) controla o meio de geração de sinais (10, 17) para inibir a geração de sinais.

5 37. Sistema de acordo com qualquer uma das reivindicações 33 a 35, **caracterizado** pelo fato de que, após receber a informação sobre a condição anormal de utilização, o meio de controle (9) controla o amplificador de ganho programável (12) para inibir a emissão de sinais.



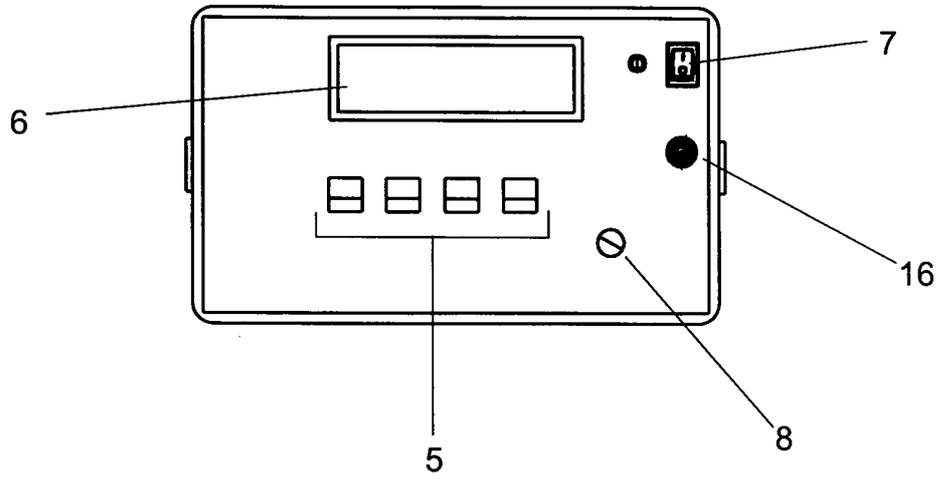


FIG.3

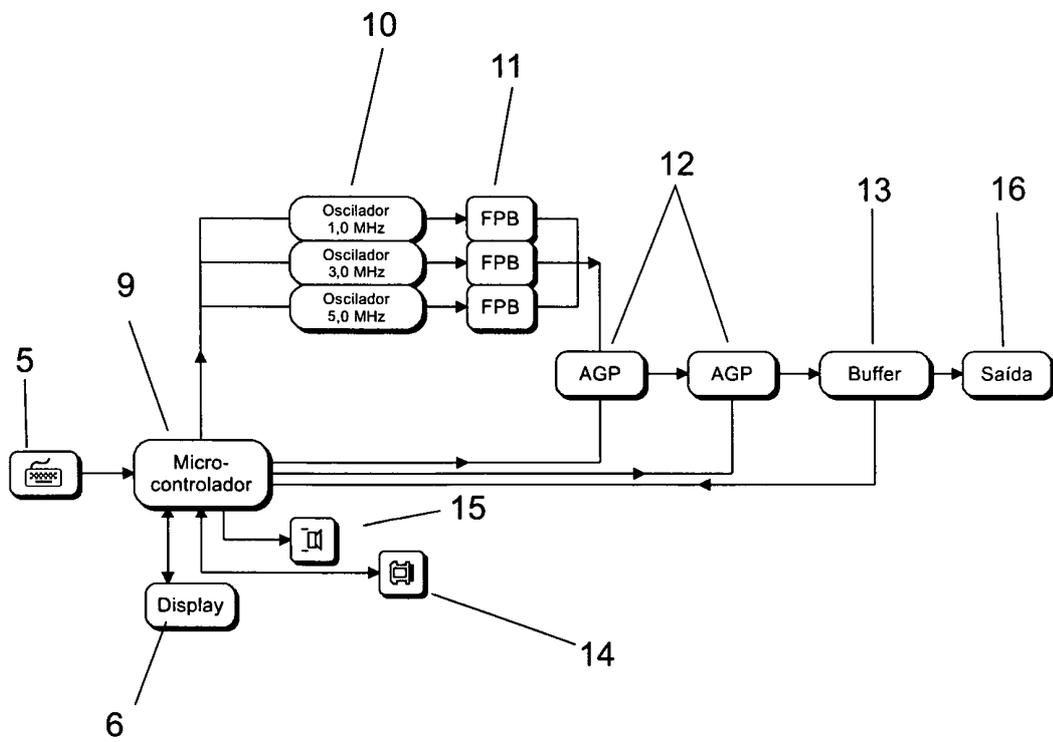


FIG.4

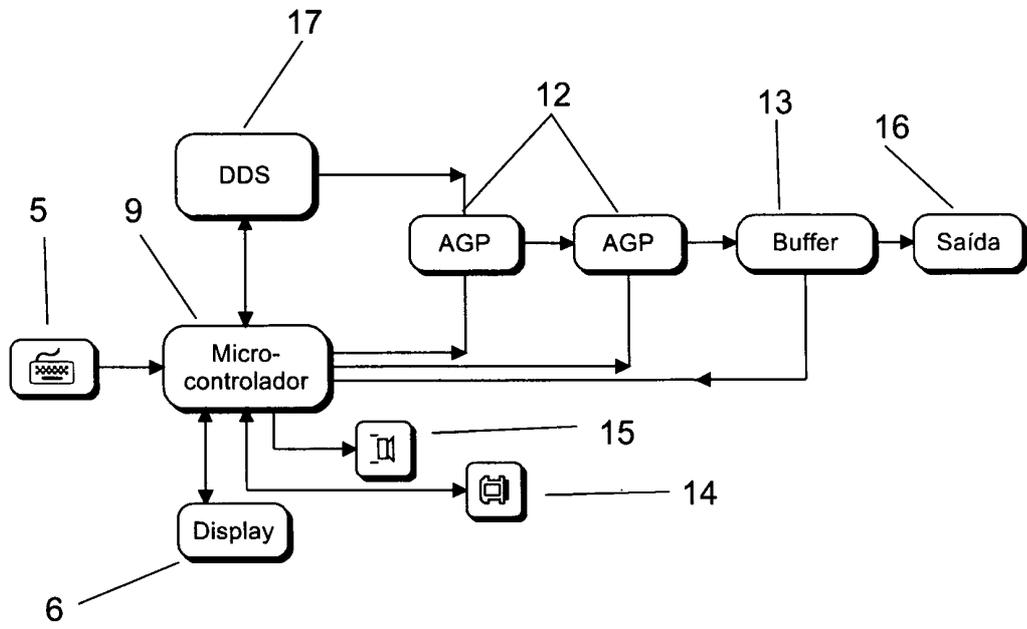


FIG.5

RESUMO

Patente de Invenção: **"FONTE ESTÁVEL DE ULTRA-SOM PARA CALIBRAÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO DE ULTRA-SOM, MÉTODO PARA EMISSÃO DE UM SINAL DE ULTRA-SOM UTILIZANDO UMA FONTE ESTÁVEL E SISTEMA PARA CALIBRAÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO DE ULTRA-SOM"**.

A presente invenção refere-se a uma fonte estável de ultra-som (1) para calibração de equipamentos de medição de ultra-som e, mais especificamente a uma fonte estável de ultra-som (1) para uso como padrão de transferência de rastreabilidade na calibração de balanças de força de radiação. A fonte estável (1) da presente invenção compreende um microcontrolador (9) conectado a um meio de entrada de parâmetros de operação (5) da fonte e a um meio de geração de sinais (10, 17) para um transdutor (2). Um amplificador de sinal com ganho programável (12) controlado pelo microcontrolador é proporcionado para alterar o ganho do sinal gerado pelo gerador de sinais (10, 17) antes de seu envio ao meio de saída (16). A fonte estável (1) da presente invenção utiliza eletrônica dedicada, proporcionando amigavelmente ao usuário suas diversas opções de configuração, sendo previsto ainda um meio de conexão a um dispositivo remoto (14) que possibilita a automação remota da fonte (1). É também contemplado um método para calibração de equipamentos de medição de ultra-som utilizando a fonte estável da presente invenção.