REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DA ECONOMIA
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

CARTA PATENTE Nº PI 0912799-2

O INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL concede a presente PATENTE DE INVENÇÃO, que outorga ao seu titular a propriedade da invenção caracterizada neste título, em todo o território nacional, garantindo os direitos dela decorrentes, previstos na legislação em vigor.

(21) Número do Depósito: PI 0912799-2

(22) Data do Depósito: 09/06/2009

(43) Data da Publicação Nacional: 13/10/2015

(51) Classificação Internacional: G01F 1/66; H04R 17/00; G01N 29/02.

(30) Prioridade Unionista: US 12/169685 de 09/07/2008.

(54) Título: FLUXÍMETRO ACÚSTICO, E, MÉTODO COM MEDIÇÕES DE FLUXO DUPLO

(73) Titular: DANIEL MEASUREMENT AND CONTROL, INC., Companhia Norte Americana. Endereço: 11100 Brittmoore Park Drive, Houston, Texas 77041, ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA(US)

(72) Inventor: HENRY C. STRAUB, JR.; CHARLES W. DERR.

(87) Publicação PCT: WO 2010/005669 de 14/01/2010

Prazo de Validade: 10 (dez) anos contados a partir de 19/11/2019, observadas as condições legais

Expedida em: 19/11/2019

Assinado digitalmente por:
Liane Elizabeth Caldeira Lage
Diretora de Patentes, Programas de Computador e Topografias de Circuitos Integrados

"FLUXÍMETRO ACÚSTICO, E, MÉTODO COM MEDIÇÕES DE FLUXO DUPLO"

FUNDAMENTOS

[001] Após hidrocarbonatos terem sido removidos do solo, a corrente de fluido (por exemplo, petróleo bruto, gás natural) é transportada de local para local via oleoduto. É desejável saber com precisão a quantidade de fluido que circula na corrente e precisão em particular é demandada quando o fluido está mudando de mãos ou "transferência de custódia". Fluxímetros ultra-sônicos podem ser usados para medir a quantidade de fluido que circula num oleoduto e fluxímetros ultra-sônicos têm precisão suficiente para serem empregados em transferência de custódia.

[002] O valor do gás "mudando de mãos" no ponto de transferência de custódia num oleoduto de gás natural de alto volume pode importar em um milhão de dólares ou mais num único dia. Desse modo, em algumas situações de transferência de custódia um único corpo de medidor aloja dois fluxímetros ultra-sônicos independentes. Os dois medidores permitem redundância em caso de um medidor falhar e em situações onde ambos fluxímetros são operacionais, a precisão de volumes de fluxo registrados pode ser verificada pela comparação das duas medições independentes. Porém, em certas situações, medidores podem ler diferentemente, mesmo quando cada medidor estiver operando corretamente.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[003] Para descrição detalhada de modalidades exemplificativas, referência será feita agora aos desenhos anexos em que:

A figura 1 mostra uma vista em perspectiva de um fluxímetro de acordo com pelo menos algumas modalidades;

A figura 2 mostra uma vista de cima, parcial, recortada, de um fluxímetro de acordo com pelo menos algumas modalidades;

A figura 3 mostra uma vista final em alçado de um fluxímetro e com relação a um primeiro subsistema de medição de acordo com pelo

menos algumas modalidades;

A figura 4 mostra uma vista seccional transversal décima de um fluxímetro de acordo com pelo menos algumas modalidades.

A figura 5 mostra uma vista de cima de um fluxímetro e com relação a um primeiro subsistema de medição de acordo com pelo menos algumas modalidades.

A figura 6 mostra uma vista final em alçado de um fluxímetro e com relação a um segundo subsistema de medição de acordo com pelo menos algumas modalidades.

A figura 7 mostra uma vista de cima de um fluxímetro e com relação a um segundo subsistema de medição de acordo com pelo menos algumas modalidades.

A figura 8 mostra uma vista de cima de um fluxímetro de acordo com pelo menos algumas modalidades.

A figura 9 mostra uma vista de cima de um fluxímetro de acordo com modalidades alternativas.

A figura 10 mostra os componentes eletrônicos de um medidor de acordo com pelo menos algumas modalidades.

A figura 11 mostra os componentes eletrônicos de um medidor de acordo com modalidades alternativas; e,

A figura 12 mostra um método de acordo com pelo menos algumas modalidades.

NOTAÇÃO E NOMENCLATURA

[004] Certos termos são utilizados por toda a descrição e ao longo do quadro de reivindicações a seguir para se referir aos componentes particulares do sistema. Como será normalmente apreciado por um indivíduo habilitado na técnica, aquelas companhias de fabricação de medidores podem se referir a um componente por diferentes nomenclaturas ou diferentes nomes. Este documento não pretende distinguir entre componentes que diferem em nome, mas sim em

função.

[005] Na discussão e nas reivindicações seguintes, os termos “incluindo” e 'compreendendo” são usados em um modo aberto e, assim, devem ser interpretados como significando “incluindo, mas não limitado a ...”. Também o termo “acoplar” ou “acopla” é destinado a significar uma conexão indireta ou direta. Desse modo, se um primeiro dispositivo se acopla a um segundo dispositivo, aquela conexão pode ser através de uma conexão direta ou através de uma conexão indireta via outros dispositivos e conexões.

[006] “Não- planar” em referência a múltiplos pares de transdutores (ou cordas dos respectivos pares de transdutores) significará que os múltiplos pares de transdutores (ou suas respectivas cordas) não residem dentro do mesmo plano.

[007] “Peça de carretel” e/ou “corpo de medidor” se referirá a um componente usinado de uma fundição única. Uma peça de carretel e/ou corpo de medidor criados de fundições separadas acopladas uma à outra (por exemplo, conexão de flange, soldada) não serão considerados uma “peça de carretel” ou “corpo de medidor” para fins desta exposição e reivindicações.

[008] “Posição axial” de um par de transdutores (ou sua respectiva corda) se referirá à localização do transdutor a montante em relação ao eixo geométrico central da passagem central. Assim, dois pares de transdutores podem estar na mesma posição axial, ainda que em lados opostos da peça de carretel.

DESCRIÇÃO DETALHADA

[009] A discussão em seguida é direcionada a várias modalidades da invenção. Embora uma ou mais dessas modalidades possam ser preferidas, as modalidades divulgadas não serão interpretadas, ou de outro modo utilizadas, como limitativas do escopo da divulgação, incluindo as reivindicações. Além disso, alguém habilitado na técnica compreenderá que a descrição em seguida tem ampla aplicação e a discussão de qualquer modalidade deve ser apenas

exemplificativa daquela modalidade e não se pretende determinar que o escopo da divulgação, incluindo as reivindicações, seja limitado àquela modalidade. Ainda, as várias modalidades foram desenvolvidas no contexto de medição de fluxo de hidrocarbonetos (por exemplo, petróleo bruto, gás natural) e a descrição se segue a partir do contexto de desenvolvimento; contudo, os sistemas e métodos descritos são igualmente aplicáveis à medição de qualquer fluxo de fluido (por exemplo, substâncias criogênicas, água).

[0010] A figura 1 ilustra um fluxímetro 100 compreendendo um número suficiente de pares de transdutores em que medições de fluxo redundantes possam ser feitas. Em particular, o corpo de medidor ou peça de carretel 102 é configurado para colocação entre seções de um oleoduto, tal como através de conexão da peça de carretel 102 ao oleoduto por meio dos flanges 104. A peça de carretel 102 tem um tamanho pré-definido e define uma passagem central 106 através da qual fluido medido circula. O fluxímetro 100 ainda compreende uma pluralidade de pares de transdutores. Na vista em perspectiva da figura 1, apenas um transdutor de cada um dos oito pares de transdutores ilustrativos é visível. Em particular, o transdutor 108 no alojamento 110 é emparelhado com um transdutor 108 (não visível) no alojamento 112. Igualmente, os transdutores restantes no alojamento 110 são emparelhados com transdutores (não visíveis) no alojamento 118. Igualmente, os transdutores restantes no alojamento 116 são emparelhados com transdutores (não visíveis) no alojamento 118.

[0011] A figura 2 ilustra uma vista recortada parcial de cima do sistema da figura 1. Em particular, a figura 2 mostra que um par ilustrativo de transdutores 108A e 108B são transceptores acústicos e, mais particularmente, transceptores ultra-sônicos, significando que eles geram e recebem energia acústica tendo frequências de mais do que cerca de 20 quilohertzes. A energia acústica é gerada e recebida por um elemento piezoelétrico em cada transdutor. Para gerar um sinal acústico, o elemento piezoelétrico é

estimulado eletricamente por meio de um sinal senoidal e responde através de vibração. A vibração do elemento piezoelétrico gera o sinal acústico que se desloca através do fluido medido na passagem central 106 para o transdutor correspondente do par de transdutores. Similarmente, ao ser atingido por energia acústica (isto é, o sinal acústico e outros sinais de ruído), o elemento piezoelétrico de recebimento vibra e gera um sinal elétrico que é detectado, digitalizado e analisado por componentes eletrônicos associados com o medidor.

[0012] Um curso 120, algumas vezes referido como uma "corda" ou um "caminho cordal", existe entre os transdutores ilustrativos 108A e 108B em um ângulo 9 até uma linha central 122. O comprimento da corda 120 é a distância entre a face do transdutor 108A e a face do transdutor 108B. Um fluido (por exemplo, petróleo bruto, gás natural, gás natural liquefeito) circula em uma direção 150. Inicialmente, o transdutor a jusante 108B gera um sinal acústico que se propaga através do fluido na peça de carretel 102 e, então, é incidente no transdutor a montante 108A e detectada pelo mesmo.

[0013] Um curto tempo mais tarde (por exemplo, dentro de uns poucos milissegundos), o transdutor a montante 108A gera um sinal acústico de retorno que se propaga de volta através do fluido na peça de carretel 102 e é, então incidente e detectado pelo transdutor a jusante 108B. Desse modo, transdutores ilustrativos 108A e 108B representam "pitch and catch" ("arremessar e agarrar") com sinais acústicos ao longo do curso cordal 120. Durante operação, esta sequência pode ocorrer milhares de vezes por minuto;

[0014] O tempo de trânsito do sinal acústico entre os transdutores 108A e 108B depende em parte de se o sinal acústico está se deslocando a montante ou a jusante com relação ao fluxo de fluido. O tempo de trânsito para um sinal acústico que está se deslocando a jusante (isto em na mesma direção que o fluxo de fluido, definido pela seta 150) é menor do que seu tempo de trânsito quando se deslocando a montante (isto é, contra o fluxo de

fluido, oposto à direção da seta 150). Os tempos de trânsito a montante e a jusante podem ser usados para calcular a velocidade de fluxo média do gás ao longo e/ou próximo à corda e os tempos de trânsito podem ser usados para calcular a velocidade do som no fluido medido.

[0015] De acordo com as várias modalidades, o fluxímetro 100 realiza duas medições de fluxo separadas e independentes com transdutores na mesma peça de carretel. Em particular, quatro dos oito pares de transdutores ilustrativos estão associados com um primeiro subsistema de medição de fluxo e os quatro restantes dos oito pares de transdutores estão associados com um segundo subsistema de medição de fluxo. Em outras modalidades, números maiores ou menores de pares de transdutores podem ser usados por cada subsistema de medição e o número de pares de transdutores como entre os subsistemas de medição não precisa ser o mesmo. Independente do número de pares de transdutores usados por cada subsistema de medição, quando cada subsistema de medição de fluxo está em operação, as medições de fluxo separadas podem ser comparadas e, assim, usadas para verificar fluxo de fluido através do medidor. Em casos onde um subsistema de medição de fluxo está inoperável (por exemplo, um par de transdutores falha), segundo subsistema de medição de fluxo pode continuar a ser usado para medição do fluxo de fluido.

[0016] A figura 3 ilustra uma vista final em alçado de uma extremidade do fluxímetro 100 em relação a um primeiro subsistema de medição. O primeiro subsistema de medição de fluxo da figura 3 compreende quatro caminhos de corda A, B, C e D em alçados variáveis dentro da peça de carretel 102. Em particular, a corda A é uma corda superior, a corda B é uma corda média superior, a corda C é a corda média inferior e a corda D é a corda inferior. As designações superior e inferior, e as variantes, estão em referência à gravidade. Cada caminho da corda A_D corresponde a um par de transdutores se comportando alternadamente como um transmissor e receptor.

Também mostrado na figura 3 está o componente eletrônico de medidor 152 que adquire e processa os dados dos quatro caminhos de corda ilustrativos A-D (e, possivelmente, outros). Escondidos da visão na figura 3, por causa do flange, estão os quatro pares de transdutores que correspondem aos caminhos de corda A-D. A figura 3 mostra apenas a orientação em alçado das quatro cordas ilustrativas do primeiro subsistema de medição e não diz se aquelas quatro cordas são paralelas ou co-planares.

[0017] Em sistemas da técnica relacionada tendo medições de fluxo separadas em uma única peça de carretel, enquanto os pares de transdutores podem definir cordas tendo alçados similares àqueles da figura 3, cada corda para um subsistema de medição é co-planar com outras cordas do subsistema de medição e os planos, como entre os dois subsistemas de medição formam um padrão de "X". Os inventores da presente especificação verificaram que cordas co-planares para cada subsistema de medição resultam, em algumas situações, em diferenças de medição como entre os subsistemas que não são atribuíveis a erros ou falhas com os transdutores ou componentes eletrônicos de medição. Em particular, os inventores da presente especificação verificaram que o fluxo transversal dentro da passagem central leva a diferenças em fluxo medido como entre dois subsistemas de medição, mesmo quando os subsistemas estão, cada um deles, funcionando adequadamente. Essas diferenças podem levar a discrepâncias no volume total e podem resultar em tentativas da diagnose e reparo de problemas não existentes com o fluxímetro.

[0018] A figura 4 ilustra uma vista seccional transversal de cima de uma peça de carretel 102 com um fluido medido que circula na mesma. Embora o fluxo de fluido seja, em geral, na direção 150, em algumas situações (por exemplo, a jusante de uma conexão em cotovelo ou "T"), fluido tende a assumir um padrão de ziguezague através da passagem central 106, conforme ilustrado pela linha 130. O padrão em ziguezague é exagerado

para fins de descrição do fenômeno, na técnica relacionada, todos os pares de transdutores para um subsistema de medição são paralelos e co-planares. Por exemplo, todos os pares de transdutores para um primeiro subsistema de medição estão dentro de um plano vertical, tal como o plano vertical 132. O plano vertical 132 é mostrado como uma linha porque, na vista da figura 3, o plano se estende para cima, para fora da página, e, assim, a vista da figura 4 é diretamente ao longo do plano. Todos os pares de transdutores de um segundo subsistema de medição também estão dentro de um plano vertical, tal como o plano vertical 134. Aqui, mais uma vez, o plano vertical 134 é mostrado como uma linha porque na vista da figura 4 o plano se estende para cima, para fora da página e, assim, a vista da figura 4 é diretamente ao longo do plano.

[0019] Quando todas as cordas de um subsistema de medição são co-planares, as cordas são particularmente sensíveis ao fluxo transversal do fluido medido. Por exemplo, a porção do fluxo de fluido em 136 atravessa a passagem central, aproximadamente, paralelo às cordas do primeiro subsistema de medição no plano vertical 132. As cordas dentro do plano 132 medirão fluxo de fluido significativamente maior do que as cordas do segundo subsistema de medição cujas cordas estão dentro do plano vertical 134 porque o fluxo na figura 3 ilustrativa é quase perpendicular ao plano vertical 134. Desse modo, ainda que o primeiro subsistema de medição (com cordas paralelas e co-planares no plano vertical 132) possa estar funcionando corretamente, os dois subsistemas de medição medirão fluxo de fluido diferente. Mais uma vez, a relação do fluxo para os planos verticais 132 e 134 é exagerada, mas, não obstante, ilustra o ponto que, em situações onde o fluxo cruzado está presente no medidor, e onde as cordas de um subsistema de medição são todas co-planares, cada subsistema de medição é particularmente sensível ao fluxo cruzado.

[0020] A figura 5 mostra uma vista de cima do fluxímetro 100 (com os alojamentos 110, 112, 116 e 118, não mostrados) para ilustrar as relações

das cordas de um primeiro subsistema de medição de acordo com as várias modalidades. Em particular, um primeiro par de transdutores 108A e 108B (que corresponde à corda superior, corda A) define um caminho de corda em um ângulo não perpendicular 0 em relação à linha central 122 da peça de carretel 102. Outro par de transdutores 154A e 154B (que corresponde a uma corda média superior, a corda B) define um caminho de corda que forma, frouxamente, a forma de um "X" com relação ao caminho de corda de transdutores 108A e 108B e, em algumas modalidades, o caminho de corda para os transdutores 154A e 154B é perpendicular ao caminho de corda para os transdutores 108A e 108B. Similarmente, um terceiro par de transdutores 156A e 156B (que corresponde à corda média inferior, a corda C) define um caminho de corda paralelo ao caminho de corda para os transdutores 108A e 108B, mas menor na passagem central do que o caminho de corda para ambos os transdutores 108A e 108B ou transdutores 154A E 154b. Não mostrado explicitamente na figura 4, por causa da curvatura da peça de carretel 102 ilustrativa, é um quarto par de transdutores 158 (transdutor 158B, mostrado na figura 1) (que corresponde à corda máxima inferior, corda D) define um caminho de corda paralelo ao caminho de corda para as portas de transdutor 154A e 154B.

[0021] Tomando juntas as figuras 3 e 5, para o primeiro subsistema de medição dos pares de transdutores são dispostos de modo que os dois pares superiores de transdutores correspondentes às cordas A e B formam o formato de um "X" e os dois pares inferiores de transdutores correspondentes às cordas C e D também formam o formato de um "X". As cordas A e B são não planares, as cordas C e D são não planares, as cordas A e C são paralelas e as cordas B e D são paralelas. O primeiro subsistema de medição determina a velocidade do gás próximo a cada corda A-D para obter velocidades de fluxo de corda e as velocidades de fluxo de corda são combinadas para determinar uma velocidade média de fluxo por toda a passagem central. Da velocidade

média de fluxo e da área em seção/seccional transversal da passagem central, a quantidade de gás que circula na peça de carretel e, assim, no oleoduto, pode ser determinada pelo primeiro sistema de medição. Como as cordas do primeiro subsistema de medição formam um "X", efeito do fluxo cruzado sobre medição de fluxo é reduzido, à medida que o efeito cancela ou estipula médias.

[0022] Voltando agora ao segundo subsistema de medição, a figura 6 ilustra uma vista final em alçado de uma extremidade do fluxímetro 100 em relação a um segundo subsistema de medição. O subsistema de medição de fluxo da figura 6 compreende quatro caminhos de corda E, F, G e H em alturas variáveis dentro da peça de carretel 102. Em particular, a corda E é uma corda superior, a corda F é uma corda média superior, a corda G é a corda média inferior e a corda H é a corda inferior. Cada curso de corda E-H corresponde a um par de transdutores que se comporta, alternadamente, como um transmissor e receptor. Também mostrados na figura 6 estão os componentes eletrônicos 152 que adquirem e processam os dados dos quatro caminhos de corda ilustrativos E-H (e, possivelmente, outros). Ocultos da vista na figura 5, por causa do flange, estão os quatro pares de transdutores que correspondem aos caminhos de corda E-H. De acordo com pelo menos algumas modalidades, as cordas E-H estão nas mesmas alturas que as cordas A-D, respectivamente, enquanto em outras modalidades algumas ou todas as cordas E-H podem estar em alturas diferentes daquelas das cordas A-D. Além disso, a figura 6 mostra apenas a orientação em alçado das quatro cordas ilustrativas do segundo subsistema de medição e não diz se aquelas cordas são paralelas ou co-planares.

[0023] A figura 7 mostra uma vista de cima do fluxímetro 100 (com os alojamentos 110, 112, 116 e 118 não mostrados) para ilustrar outro aspecto da relação dos caminhos de corda usados para o segundo subsistema de medição de fluxo. Em particular, um primeiro par de transdutores 114A e 114B (que corresponde à corda superior, a corda E) define um caminho de

corda em um ângulo não perpendicular 8 em relação à linha central 122 da peça de carretel 102. Outro par de transdutores 160A e 160B (que corresponde à corda superior, a corda F) define um caminho de corda que forma frouxamente o formato de um "X" com relação ao caminho de corda de transdutores 114 E 114b. Similarmente, um terceiro par de transdutores 162A e 162B (que corresponde à corda média inferior G) define um caminho de corda paralelo ao caminho de corda para transdutores 114A e 114B, mas mais baixo na passagem central do que o caminho de corda para ambos os transdutores 114A e 114B ou transdutores 160A e 160B. Não explicitamente mostrado na figura 6, por causa da curvatura da peça de carretel 102 ilustrativa está um quarto par de transdutores 164 (transdutor 164A mostrado na figura 1) (que corresponde à corda inferior, a corda H) que define um caminho de corda paralelo ao caminho de corda para portas de transdutores 160A e 160B.

[0024] Tomando as figuras 6 e 7 juntas, para o segundo subsistema de medição, os pares de transdutores são dispostos de modo que os dois pares de transdutores superiores correspondendo às cordas E e F formam um formato de um "X" e os dois pares inferiores de transdutores correspondentes às cordas G e H também formam o formato de um "X". As cordas E e F são não planares, as cordas G e H são não planares, as cordas E e G são paralelas e as cordas F e H são paralelas. O segundo subsistema de medição determina a velocidade do gás próximo a cada corda E-H para obter velocidades de fluxo de corda e as velocidades de fluxo de corda são combinadas para determinar uma velocidade média de fluxo através de toda a passagem central. Da velocidade média de fluxo e a área seccional transversal da passagem central, a quantidade de fluido que circula na peça de carretel e, assim, no oleoduto, pode ser determinada pelo segundo subsistema de medição.

[0025] As figuras 5 e 7 mostram apenas transdutores associados com o subsistema de medição sendo descrito. A figura 8 mostra uma vista de cima

do fluxímetro 100 (com os alojamentos 110, 112, 116 e 118 não mostrados) para ilustrar a relação de pelo menos alguns dos pares de transdutores como entre subsistemas de medição e de acordo com pelo menos algumas modalidades. Em particular, o primeiro subsistema de medição compreende o par de transdutores 108A e 108B, o par de transdutores 154A e 154B e dois outros pares não visíveis na figura 8. Desse modo, nas modalidades mostradas na figura 8, os pares de transdutores correspondentes às cordas superiores (corda A para o primeiro subsistema de medição e E para o segundo subsistema de medição) estão na mesma posição axial da peça de carretel 102. Em pelo menos algumas modalidades onde a posição axial de pares de transdutores são substancialmente as mesmas e onde as cordas têm altura correspondente (por exemplo, as cordas A e E) uma ou mais cordas de cada subsistema de medição pode intersectar dentro da passagem central.

[0026] A figura 9 mostra uma vista de cima do fluxímetro 100 (com os alojamentos 110, 112, 116 e 118 não mostrados) para ilustrar uma relação de pelo menos alguns pares de transdutores de acordo com modalidades alternativas. Em particular, nas modalidades da figura 9, cordas correspondentes como entre os subsistemas de medição (por exemplo, B e F) podem ter a mesma altura em relação à passagem central, mas os pares de transdutores como entre os subsistemas de medição têm posições axiais diferentes. Por exemplo, o par de transdutores 108A e 108B (correspondendo à corda A) é posicionado na peça de carretel 102 em uma posição axial a montante do par de transdutores 114A e 14B (correspondendo à corda E). O mesmo é verdadeiro para outros pares de transdutores ilustrados na figura 9. Além disso, a figura 9 ilustra que pares de transdutores correspondentes não precisam estar em lados opostos da peça de carretel 102. Consideremos, mais uma vez, o par de transdutores 108A e 108B e o par de transdutores 114A e 114B. Os transdutores a montante 108A e 114A são mostrados no mesmo lado da peça de carretel 102, onde, em modalidades previamente discutidas,

os transdutores foram colocados em lados opostos da peça de carretel 102.

[0027] A especificação a partir de agora se volta para os componentes eletrônicos do medidor. De acordo com algumas modalidades, cada um dos subsistemas de medição possui um conjunto de componentes eletrônicos de controle, separados e independentes. Retornando brevemente às figuras 3 e 6, os componentes eletrônicos de medidor globais 152 naquelas figuras são ilustrados como dois componentes eletrônicos de controle separados 152A e 152B. A figura 10 ilustra aqueles componentes eletrônicos de controle 152A associados com um subsistema de medição único. Será compreendido, porém, que em modalidades onde cada subsistema de medição tem um conjunto de componentes eletrônicos de controle, separados e independentes, a descrição em referência à figura 10 é igualmente aplicável aos componentes eletrônicos de controle para cada subsistema de medição. Os componentes eletrônicos de controle 152A podem residir com um envoltório eletrônico, cujo envoltório eletrônico pode acoplar a peça de carretel 102. Alternativamente, o envoltório de componentes eletrônicos que aloja os componentes eletrônicos de controle 152A pode ser montado equivalentemente próximo (isto é, dentro de uns poucos pés) da peça de carretel. Os componentes eletrônicos de controle 152A compreendem um processador 202 acoplado a uma memória de acesso randômico (RAM) 204, memória de leitura somente (ROM) 206 e uma porta de comunicação (COM) 208. O processador 202 é dispositivo dentro do qual programas são executados para realizar a medição de fluxo de fluido através da passagem central para o subsistema de medição particular. A ROM 206 é uma memória não volátil que armazena os programas do sistema operacional, bem como programas para implementar a medição de fluxo de fluido. A RAM 204 é a memória de trabalho para o processador 202 e antes da execução alguns programas e/ou estruturas de dados podem ser copiados da ROM 206para a RAM 204. Em modalidades alternativas, programas e estruturas de dados podem ser acessados diretamente da ROM 206. A porta

de comunicação 208 é o mecanismo pelo qual o medidor se comunica com outros dispositivos, tais como os componentes eletrônicos de controle associados com outros subsistemas de medição do fluxímetro, computadores de fluxo (que podem acumular volumes de fluxo medidos de uma pluralidade de fluxímetros) e/ou um sistema de aquisição de dados. Embora o processador 202, a RAM 204, a ROM 206, e a porta de comunicação 208 sejam ilustrados como constituindo dispositivos individuais, naquelas modalidades alternativas, microcontroladores são utilizados, microcontroladores estes que compreendem, integralmente, um núcleo de processamento, uma RAM, uma ROM e portas de comunicação.

[0028] O processador 202 ainda se acopla e controla uma pluralidade de dispositivos a fim de enviar e receber sinais acústicos através do fluido medido. Em particular, o processador 202 se acopla a um acionador de transdutor 210, ao receptor 212 e a dois multiplexadores 214 e 216 por meio de linhas de controle 218 e 220, respectivamente. Em algumas modalidades, o acionador de transdutor 210 compreende um circuito de oscilador e um circuito amplificador. Em modalidades em que o acionador de transdutor 210 tem um oscilador interno, o acionador de transdutor 210 cria um sinal inicial, amplifica o sinal para intensidade de sinal suficiente para acionar um transdutor e proporcionar impedância correspondendo com relação aos transdutores, em outras modalidades, o acionador de transdutor recebe um sinal de corrente alternada (CA) da frequência desejada do processador 202, amplifica o sinal e proporciona impedância correspondente com relação aos transdutores. O dito receptor 212, igualmente, pode tomar muitas formas. Em certas modalidades, o receptor 212 é um conversor de analógico para digital, que toma a forma de onda analógica criada por um transdutor representativo da energia acústica recebida e converte o sinal para a forma digital. Em alguns casos, o receptor 212 pode filtrar e/ou amplificar os sinais antes ou depois da digitalização. A versão digitalizada do sinal recebido pode, então, passar para

o processador 202 para fins de determinação de fluxo de fluido.

[0029] O processador 202 executando um programa, controla, seletivamente, os multiplexadores 214 e 216 para acoplar cada transdutor de cada par de transdutores ao acionador de transdutor 210 (para acionar o transdutor a fim de criar o sinal acústico) e ao receptor 212 (para receber o sinal elétrico criado pelo transdutor em resposta à energia acústica). Em algumas modalidades, o processador 202, dentro do Alcance de um segundo período de medição, dirige cada par de transdutores para enviar, aproximadamente, 30 sinais acústicos a montante e 30 sinais acústicos a jusante. Maiores ou menores conjuntos de sinais acústicos a montante e a jusante para cada par de transdutores e períodos de medição mais longos ou mais curtos podem ser equivalentes usados.

[0030] Fazendo referência ainda à figura 10 e focalizando particularmente no par de transdutores 108A e 108B como representantes de todos os pares de transdutores. Para fins desta discussão, o transdutor 108A é o transdutor de envio e o transdutor 108B e o transdutor de recepção, porém, em operação real, esses papéis mudam, alternadamente. Sob o controle do processador 202, o acionador de transdutor 210 é acoplado, através dos multiplexadores 214 e 216, ao transdutor 108A. Um sinal elétrico gerado e/ou amplificado pelo acionador de transdutor 210 se propaga e ativa um elemento piezoelétrico no transdutor 108A e, por sua vez, o transdutor 108A gera um sinal acústico. O sinal acústico atravessa a distância entre o transdutor 108A e transdutor 108B no fluido medido. Por conveniência do desenho, o par de transdutores 108A e 108B não é alinhado, mas, em operação, o par de transdutores será substancialmente co-axial, conforme ilustrado na figura 5. Durante o tempo de vôo do sinal acústico entre o transdutor 108A e o transdutor 108B, o processador 202 muda a configuração dos multiplexadores 214 e 216 para acoplar o transdutor 108B ao receptor 212. O transdutor 108B recebe a energia acústica (isto é, o sinal acústico e os sinais de ruído) e um

sinal elétrico correspondente à energia acústica recebida se propaga para o receptor 212. Os papéis do transmissor e do receptor, em seguida, são invertidos e, com base na diferença de tempos de trânsito (para um ou mais pares de disparos), uma velocidade de fluxo de fluido próximo à corda correspondente ao par de transdutores 108A e 108B é determinada. Com base na velocidade de fluxo próximo a cada corda, o processador 202 determina uma velocidade de fluxo do fluido na passagem central e, com base na área seccional transversal da passagem central, o processador calcula um volume de fluxo através do medidor durante o período de medição. Na medida em que o componente eletrônico de controle 152A se acopla apenas aos pares de transdutores do primeiro subsistema de medição, segue-se que os referidos componentes eletrônicos de controle 152A calculam o volume de fluxo ou o valor indicativo de volume de fluxo, usando apenas pares de transdutores do primeiro subsistema de medição.

[0031] Mais uma vez, em modalidades tendo componentes eletrônicos de controle separados e independentes, a descrição com relação à figura 10, embora em referência ao primeiro subsistema de medição, é igualmente aplicável ao segundo subsistema de medição. Além disso, componentes eletrônicos separados e independentes permitem que um subsistema de medição permaneça operacional quando o segundo subsistema de medição está inoperável (por exemplo, componentes eletrônicos de controle inoperáveis, par de transdutores falhou). Conforme referido acima, e como indicado pela linha 221, por meio de respectivas portas de COM 208, os componentes eletrônicos de controle podem permutar valores proporcionais ao fluxo de fluido medido e, quando os valores são diferentes (por exemplo, por um limite pré-determinado), um ou ambos os componentes eletrônicos de controle podem determinar uma condição de alarme. A determinação de uma condição de alarme pode envolver a mudança de uma posição de contato em uma saída digital, acendendo um diodo emissor de luz (LED) ou outros

dispositivos de emissão de luz ou enviando uma mensagem indicando a condição de alarme através da porta COM 208 para outros dispositivos, tais como o sistema de controle de supervisão e aquisição de dados (SCADA).

[0032] A figura 11 ilustra componentes eletrônicos de medidor 152 de acordo com modalidades alternativas. Em particular, nessas modalidades um conjunto único de componentes eletrônicos 152 se acopla a ambos, os pares de transdutores 222 para o primeiro subsistema de medição e aos pares de transdutores 224 para o segundo subsistema de medição. Nas modalidades ilustradas na figura 11, o processador 202 calcula um primeiro valor indicativo de fluxo de fluido através do medidor, usando apenas os pares de transdutores 222 do primeiro subsistema de medição. O processador 202 também calcula um segundo valor indicativo de fluxo de fluido através do medidor usando apenas os pares de transdutores 224 do segundo subsistema de medição. O processador 202 pode, então, comparar os valores e indicar uma condição de alarme, se os dois valores forem diferentes por um valor pré-determinado. Além disso, o processador 202 e componentes eletrônicos relacionados podem continuar a calcular um valor indicativo do fluxo de fluido usando pares de transdutores de um subsistema de medição, quando um ou mais dos transdutores do segundo subsistema de medição estão inoperáveis. Ainda em outras modalidades, o processador 202 pode evitar a comparação dos dois valores calculados e, ao contrário, pode enviar os dois valores para outros dispositivos (por exemplo, um computador de fluxo, um sistema SCADA) para comparação por meio da porta COM 208.

[0033] A figura 12 ilustra um método de acordo com pelo menos algumas modalidades. Em particular, o referido método inicia (bloco 1200) e prossegue até a determinação de um primeiro valor indicativo de volumo de flux de fluido através de uma passagem central de um corpo de medidor (a determinação usando uma primeira pluralidade de pares de transdutores, cada par de transdutores define uma corda e pelo menos duas das cordas são não

planares) (bloco 1204). De uma maneira substancial, simultaneamente com a determinação do primeiro valor, o método ainda compreende a determinação de um segundo valor indicativo de volume de fluxo de fluido através da passagem central do corpo de medidor (a determinação usando uma segunda pluralidade de pares de transdutores, cada par de transdutores da segunda pluralidade de pares de transdutores define uma corda e pelo menos duas das cordas são não planares) (bloco 1208) e o método termina (bloco 1212).

[0034] A partir da descrição aqui proporcionada, aqueles habilitados na técnica são capazes, prontamente, de combinar software criado como descrito com hardware de computador para fins gerais ou para fins especiais a fim de criar um sistema de computador e/ou subcomponentes de computador de acordo com as inúmeras modalidades para criar um sistema de computador e/ou subcomponentes de computador para realizar os métodos das várias modalidades e/ou criar um meio legível em computador para armazenar um programa de software a fim de implementar os aspectos do método das várias modalidades.

[0035] A discussão supra deve ser ilustrativa dos princípios e das várias modalidades da presente invenção. Numerosas variações e modificações tornar-se-ão evidentes para aqueles habilitados na técnica, uma vez que a divulgação acima seja apreciada completamente. Pretende-se que as reivindicações a seguir sejam interpretadas para envolver todas essas variações e modificações.

REIVINDICAÇÕES

1. Fluxímetro acústico (100), caracterizado pelo fato de compreender:

uma peça de carretel (102) que define uma passagem central (106);

uma primeira pluralidade de pares de transdutores acoplados mecanicamente à peça de carretel (102), cada par de transdutores define uma corda (120, A-D; e,-H) através daquela passagem central (106), cada par de transdutores configurado para propagar e receber sinais acústicos ao longo das respectivas cordas (120, A-D; e,-H), e pelo menos duas cordas (120, A-D; e,-H) da primeira pluralidade de pares de transdutores são não planares;

uma segunda pluralidade de pares de transdutores distintos da primeira pluralidade de pares de transdutores e acoplados mecanicamente à peça de carretel (102), cada par de transdutores define uma corda (120, A-D; e,-H) através da passagem central (106), cada par de transdutores configurado para propagar e receber sinais acústicos ao longo das respectivas cordas (120, A-D; e,-H), e pelo menos duas cordas (120, A, B, C, D) da segunda pluralidade de pares de transdutores são não planares; e,

componentes eletrônicos de medidor (152) acoplados de forma elétrica àquelas primeira e segunda pluralidades de pares de transdutores, sendo os componentes eletrônicos de medidor (152) configurados para determinar um primeiro valor indicativo de fluxo de volume de fluido através da passagem central (106), o primeiro valor determinado usando sinais de cada um dentre e apenas a primeira pluralidade de pares de transdutores, e sendo os componentes eletrônicos de medidor (152) configurados ainda para determinar um segundo valor indicativo de fluxo de volume de fluido através da passagem central (106), o segundo valor determinado usando sinais de cada um dentre e apenas a segunda pluralidade de pares de transdutores.

2. Fluxímetro acústico (100) de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que:

a primeira pluralidade de pares de transdutores compreende ainda:

um par de transdutores que definem uma primeira corda (120, A, B, C, D) através da passagem central (106) numa primeira elevação na passagem central (106); e,

um par de transdutores que definem uma segunda corda (120, A-D; e,-H) através da passagem central (106) numa segunda elevação na passagem central (106), diferente da primeira elevação;

a segunda pluralidade de pares de transdutores compreende ainda:

um par de transdutores que definem uma terceira corda (120, A-D; e,-H) através da passagem central (106) na primeira elevação; e,

um par de transdutores que definem uma quarta corda (120, A-D; e,-H) através da passagem central (106) na segunda elevação.

3. Fluxímetro acústico (100) de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que a primeira corda (120, A, B, C, D) e a terceira corda (120, A, B, C, D) se intersectam dentro da passagem central (106).

4. Fluxímetro acústico (100) de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que:

a primeira pluralidade de pares de transdutores compreende ainda:

um primeiro par de transdutores definindo uma primeira corda (120, A-D; e,-H) através da passagem central (106) em uma elevação superior na passagem central (106);

um segundo par de transdutores definindo uma segunda corda (120, A-D; e,-H) através da passagem central (106) em uma

elevação média superior na passagem central (106), a segunda corda (120, A-D; e,-H) e a primeira corda (120, A-D; e,-H) não planares;

um terceiro par de transdutores definindo uma terceira corda (120, A-D; e,-H) através da passagem central (106) em uma elevação média inferior na passagem central (106), a terceira corda (120, A-D; e,-H) paralela à primeira corda (120, A-D; e,-H); e,

um quarto par de transdutores que definem uma quarta corda (120, A-D; e,-H) através da passagem central (106) em uma elevação inferior na passagem central (106), a quarta corda (120, A-D; e,-H) paralela à segunda corda (120, A-D; e,-H); e,

a segunda pluralidade de pares de transdutores compreende ainda:

um quinto par de transdutores que definem uma quinta corda (120, A, B, C, D) através da passagem central (106) em uma elevação superior na passagem central (106);

um sexto par de transdutores que definem uma sexta corda (120, A-D; e,-H) através da passagem central (106) em uma elevação média superior na passagem central (106), a quinta corda (120, A, B, C, D) e a sexta corda (120, A-D; e,-H) não planares;

um sétimo par de transdutores que definem uma sétima corda (120, A-D; e,-H) através da passagem central (106) numa elevação média inferior na passagem central (106), a sétima corda (120, A-D; e,-H) paralela à quinta corda (120, A, B, C, D); e,

um oitavo par de transdutores que definem uma oitava corda (120, A-D; e,-H) através da passagem central (106) em uma elevação inferior na passagem central (106), a oitava corda (120, A-D; e,-H) paralela à sexta corda (120, A-D; e,-H).

5. Fluxímetro acústico (100) de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de compreender ainda pelo menos um selecionado

do grupo que consiste de: a primeira corda (120, A-D; e,-H) e a quinta corda (120, A, B, C, D) substancialmente na mesma elevação; a segunda corda (120, A-D; e,-H) e a sexta corda (120, A-D; e,-H) substancialmente na mesma elevação; a terceira corda (120, A-D; e,-H) e a sétima corda (120, A-D; e,-H) substancialmente na mesma elevação; e, a quarta corda (120, A-D; e,-H) e a oitava corda (120, A-D; e,-H) substancialmente na mesma elevação.

6. Fluxímetro acústico (100) de acordo com a reivindicação 4, caracterizado por compreender ainda pelo menos um selecionado do grupo que consiste de: o primeiro par de transdutores e o quinto par de transdutores substancialmente na mesma posição axial relativa a um eixo central da passagem central (106); o segundo par de transdutores e o sexto par de transdutores substancialmente na mesma posição axial relativa a um eixo central da passagem central (106); o terceiro par de transdutores e o sétimo par de transdutores substancialmente na mesma posição axial relativa a um eixo central da passagem central (106); e, o quarto par de transdutores e o oitavo par de transdutores substancialmente na mesma posição axial relativa a um eixo central da passagem central (106).

7. Fluxímetro acústico (100) de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que os componentes eletrônicos de medidor (152) compreendem ainda:

um primeiro componente eletrônico de medidor (152) acoplado eletricamente à primeira pluralidade de pares de transdutores, aquele primeiro componente eletrônico de medidor (152) configurado para determinar o primeiro valor indicativo de fluxo de fluido através da passagem central (106); e,

um segundo componente eletrônico de medidor (152) acoplado eletricamente à segunda pluralidade de pares de transdutores, aquele segundo componente eletrônico de medidor (152) configurado para determinar o segundo valor indicativo de fluxo de fluido através da passagem central (106);

o primeiro componente eletrônico de medidor (152) configurado para continuar a operar quando o segundo componente eletrônico de medidor (152) estiver inoperável.

8. Fluxímetro acústico (100) de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que:

a peça de carretel (102) é um corpo de medidor que define a passagem central (106);

a primeira pluralidade de pares de transdutores compreende:

um primeiro par de transdutores que definem uma primeira corda (120, A, B, C, D) através da passagem central (106) em uma elevação superior na passagem central (106);

um segundo par de transdutores que definem uma segunda corda (120, A-D; e,-H) através da passagem central (106) em uma elevação média superior na passagem central (106), a segunda corda (120, A-D; e,-H) e a primeira corda (120, A, B, C, D) não planares;

um terceiro par de transdutores que definem uma terceira corda (120, A-D; e,-H) através da passagem central (106) numa elevação média inferior na passagem central (106), a terceira corda (120, A-D; e,-H) paralela à primeira corda (120, A, B, C, D); e,

um quarto par de transdutores que definem uma quarta corda (120, A-D; e,-H) através da passagem central (106) em uma elevação inferior na passagem central (106), a quarta corda (120, A-D; e,-H) paralela à segunda corda (120, A-D; e,-H);

o componente eletrônico de medidor (152) acoplado àquelas primeira e segunda pluralidades de pares de transdutores compreendendo:

um primeiro dispositivo de memória que armazena um programa;

um primeiro processador acoplado eletricamente àquela primeira pluralidade de pares de transdutores e à primeira memória, em que o

programa, quando executado pelo processador, faz com que o dito processador calcule o primeiro valor indicativo de fluxo de volume de fluido através daquela passagem central (106) com base em sinais recebidos pela primeira pluralidade de pares de transdutores;

a segunda pluralidade de pares de transdutores compreende:

um quinto par de transdutores que definem uma quinta corda (120, A, B, C, D) através da passagem central (106) em uma elevação superior na passagem central (106);

um sexto par de transdutores que definem uma sexta corda (120, A-D; e,-H) através da passagem central (106) em uma elevação média superior na passagem central (106), a quinta corda (120, A, B, C, D) e a sexta corda (120, A-D; e,-H) não planares;

um sétimo par de transdutores que definem uma sétima corda (120, A-D; e,-H) através da passagem central (106) numa elevação média inferior na passagem central (106), a sétima corda (120, A-D; e,-H) paralela à quinta corda (120, A, B, C, D); e,

um oitavo par de transdutores que definem uma oitava corda (120, A-D; e,-H) através da passagem central (106) em uma elevação inferior na passagem central (106), a oitava corda (120, A-D; e,-H) paralela à sexta corda (120, A-D; e,-H);

o componente eletrônico de medidor (152) acoplado àquelas primeira e segunda pluralidades de pares de transdutores compreendendo ainda:

um segundo dispositivo de memória que armazena um programa;

um segundo processador acoplado eletricamente àquela segunda pluralidade de pares de transdutores e à segunda memória, em que o programa do referido segundo dispositivo de memória, quando executado pelo processador, faz com que o processador calcule um segundo valor indicativo de fluxo de volume de fluido através da passagem central (106) com base em

sinais recebidos pela segunda pluralidades de pares de transdutores;

o segundo processador e a segunda pluralidade de pares de transdutores operáveis para determinar o segundo valor indicativo de fluxo de volume de fluido através da passagem central (106), quando aquele primeiro processador e qualquer um de tal primeira pluralidade de pares de transdutores não estiverem em operação.

9. Fluxímetro acústico (100) de acordo com a reivindicação 8, caracterizado por compreender ainda pelo menos um selecionado do grupo que consiste de: a primeira corda (120, A, B, C, D) e a quinta corda (120, A, B, C, D) substancialmente na mesma elevação; a segunda corda (120, A-D; e,-H) e a sexta corda (120, A-D; e,-H) substancialmente na mesma elevação; a terceira corda (120, A-D; e,-H) e a sétima corda (120, A-D; e,-H) substancialmente na mesma elevação; e, a quarta corda (120, A-D; e,-H) e a oitava corda (120, A-D; e,-H) substancialmente na mesma elevação.

10. Fluxímetro acústico (100) de acordo com a reivindicação 8, caracterizado por compreender ainda pelo menos um selecionado do grupo que consiste de: o primeiro par de transdutores e o quinto par de transdutores substancialmente na mesma posição axial relativa a um eixo central da passagem central (106); o segundo par de transdutores e o sexto par de transdutores substancialmente na mesma posição axial relativa a um eixo central da passagem central (106); o terceiro par de transdutores e o sétimo par de transdutores substancialmente na mesma posição axial relativa a um eixo central da passagem central (106); e, o quarto par de transdutores e o oitavo par de transdutores substancialmente na mesma posição axial relativa a um eixo central da passagem central (106).

11. Fluxímetro acústico (100) de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que a primeira corda (120, A, B, C, D) e a terceira corda (120, A, B, C, D) se intersectam dentro da passagem central (106).

12. Método com medições de fluxo duplo, caracterizado pelo fato de compreender:

determinar um primeiro valor indicativo de fluxo de volume de fluido através de uma passagem central (106) de um corpo de medidor, a etapa de determinar usando sinais de cada um dentre e apenas uma primeira pluralidade de pares de transdutores, cada par de transdutores define uma corda (120, A-D; e,-H), cada par de transdutores configurado para propagar e receber sinais acústicos ao longo das respectivas cordas (120, A-D; e,-H) e pelo menos duas das cordas (120, A-D; e,-H) daquela primeira pluralidade de pares de transdutores são não planares; e, substancial e simultaneamente,

determinar um segundo valor indicativo de fluxo de volume de fluido através da passagem central (106) do corpo de medidor, a determinação usando sinais de cada um dentre e apenas uma segunda pluralidade de pares de transdutores distintos da primeira pluralidade de pares de transdutores, cada par de transdutores de tal segunda pluralidade de pares de transdutores define uma corda (120, A-D; e,-H), cada par de transdutores configurado para propagar e receber sinais acústicos ao longo das respectivas cordas (120, A-D; e,-H) e pelo menos duas das cordas (120, A-D; e,-H) daquela segunda pluralidade de pares de transdutores são não planares.

13. Método de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que a determinação do primeiro valor indicativo de fluxo de volume de fluido compreende ainda determinar, utilizando quatro pares de transdutores, que dois pares de transdutores definem um primeiro conjunto de cordas paralelas (120, A-D; e,-H), dois pares de transdutores definem um segundo conjunto de cordas paralelas (120, A-D; e,-H), e o primeiro conjunto de cordas paralelas (120, A-D; e,-H) e o segundo conjunto de cordas paralelas (120, A-D; e,-H) são não planares.

14. Método de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de que a determinação do segundo valor indicativo de fluxo de volume

de fluido compreende ainda determinar, utilizando quatro pares de transdutores, que dois pares de transdutores definem um terceiro conjunto de cordas paralelas (120, A-D; e,-H), dois pares de transdutores definem um quarto conjunto de cordas paralelas (120, A-D; e,-H), e o terceiro conjunto de cordas paralelas (120, A-D; e,-H) e o quarto conjunto de cordas paralelas (120, A-D; e,-H) são não planares.

15. Método de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que:

determinar aquele primeiro valor indicativo de fluxo de volume de fluido compreende ainda determinar por um primeiro componente eletrônico de medidor (152); e,

determinar aquele segundo valor indicativo de fluxo de volume de fluido compreende ainda determinar por um segundo componente eletrônico de medidor (152) diferente daquele primeiro componente eletrônico de medidor (152).

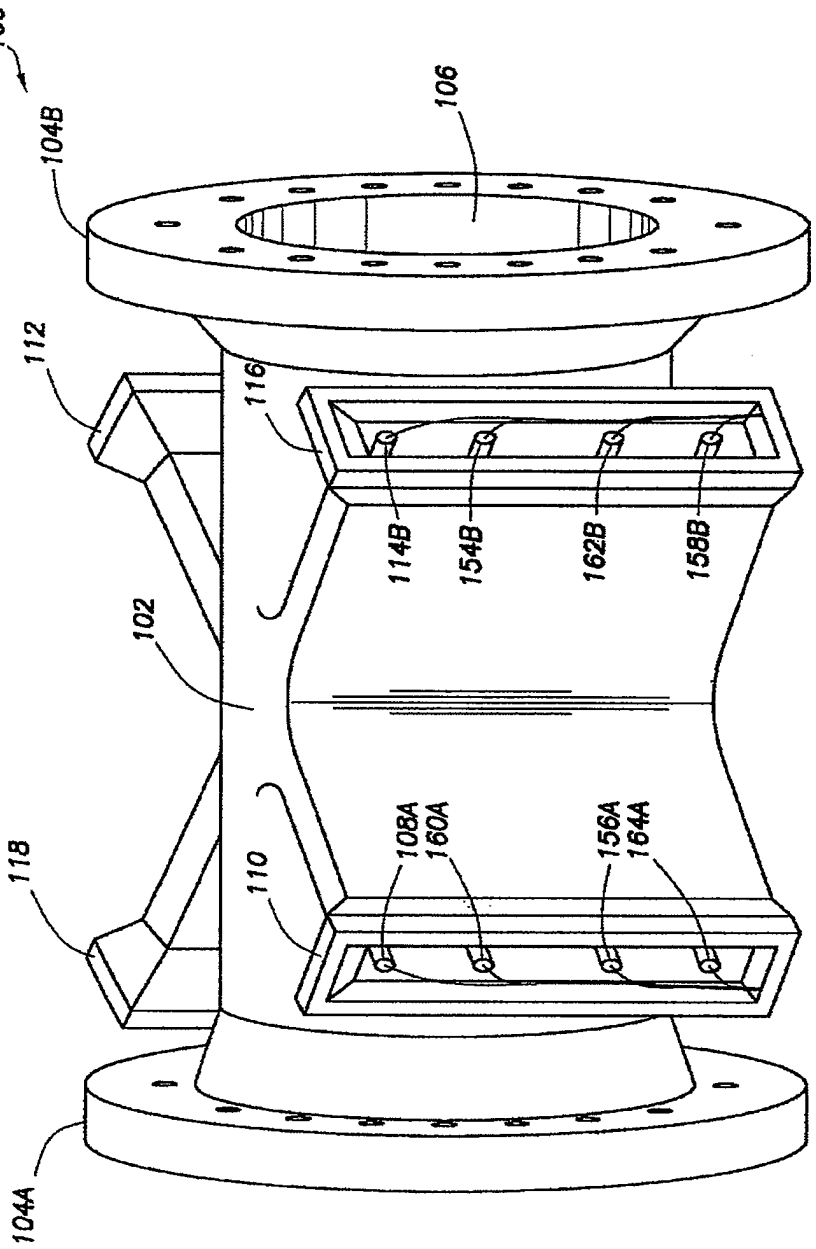

100
104B
106
112
116
114B
154B
162B
158B
102
118
110
108A
160A
156A
164A
104A

FIG. 1

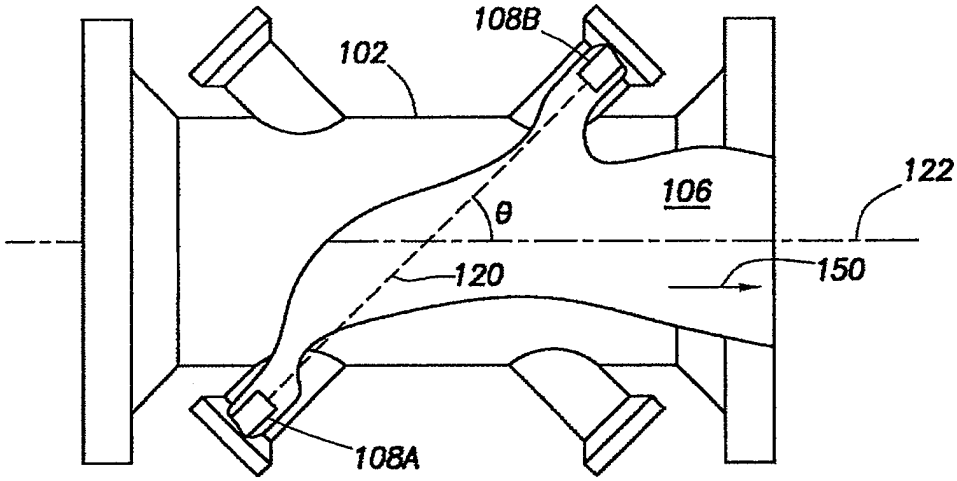


FIG.2

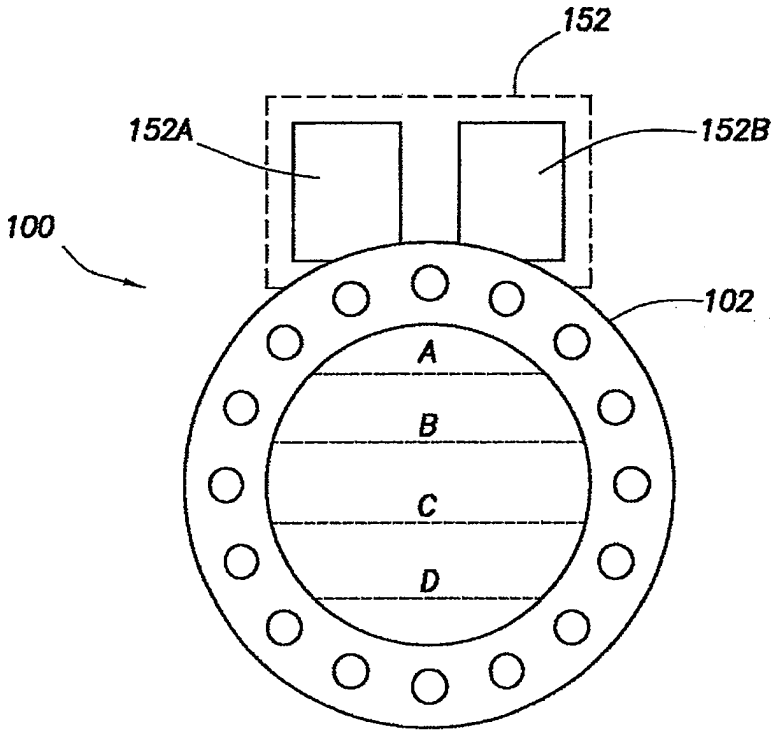


FIG.3

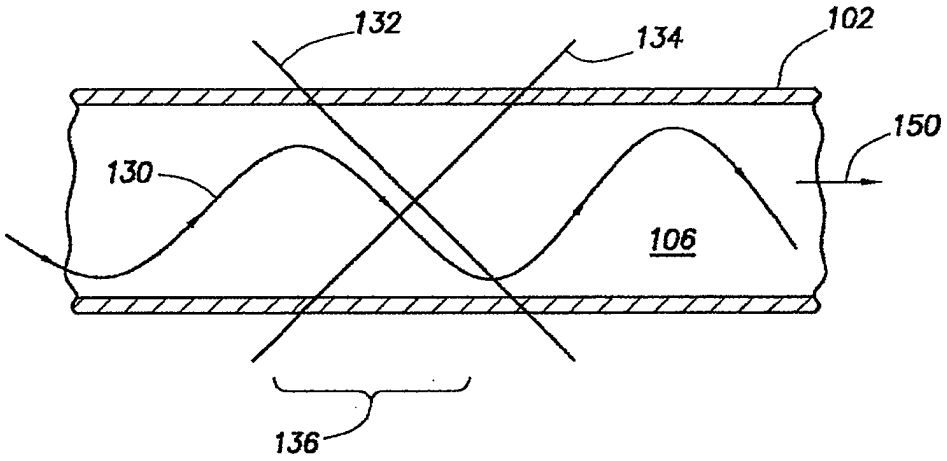

132
134
102
150
130
106
136

FIG.4

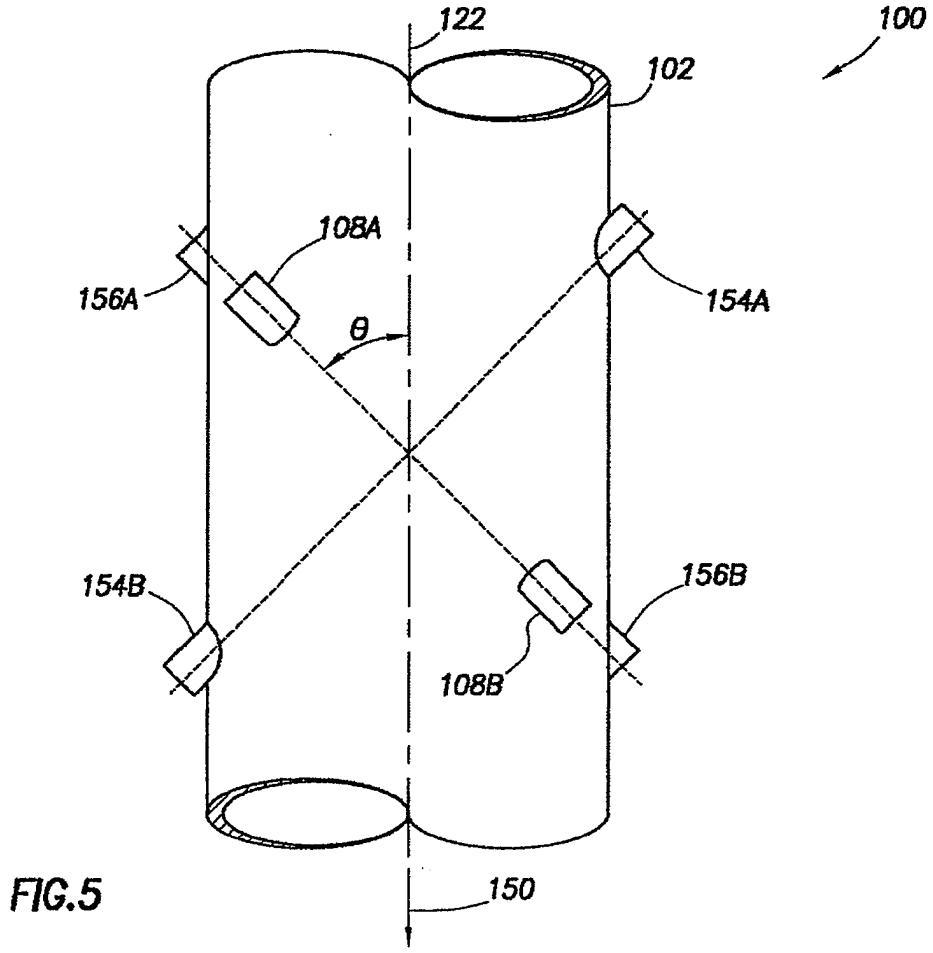

122
100
102
108A
156A
154A
θ
154B
156B
108B
150

FIG.5

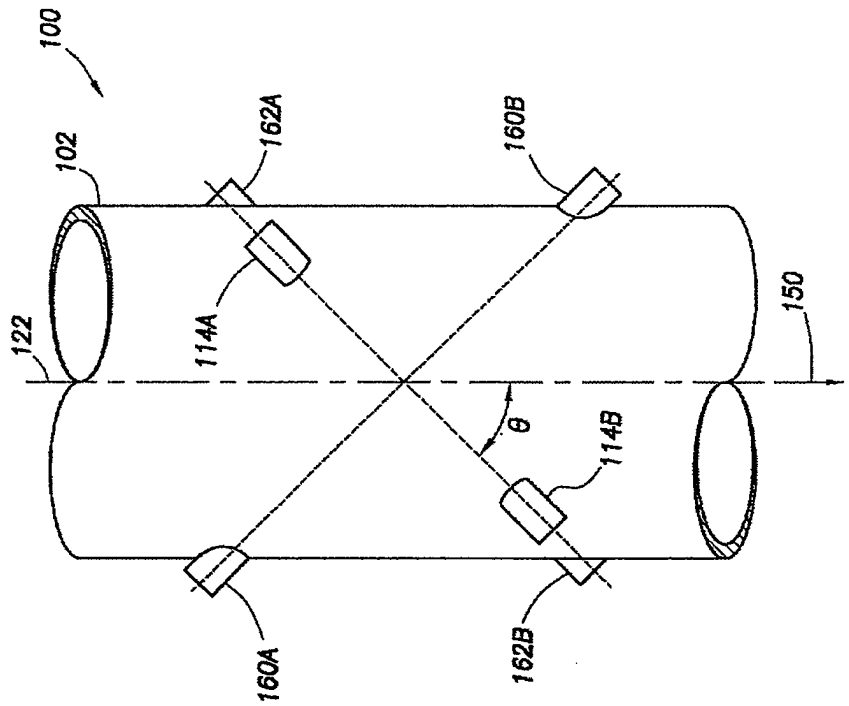

100
102
162A
160B
114A
122
150
θ
114B
160A
162B

FIG.7

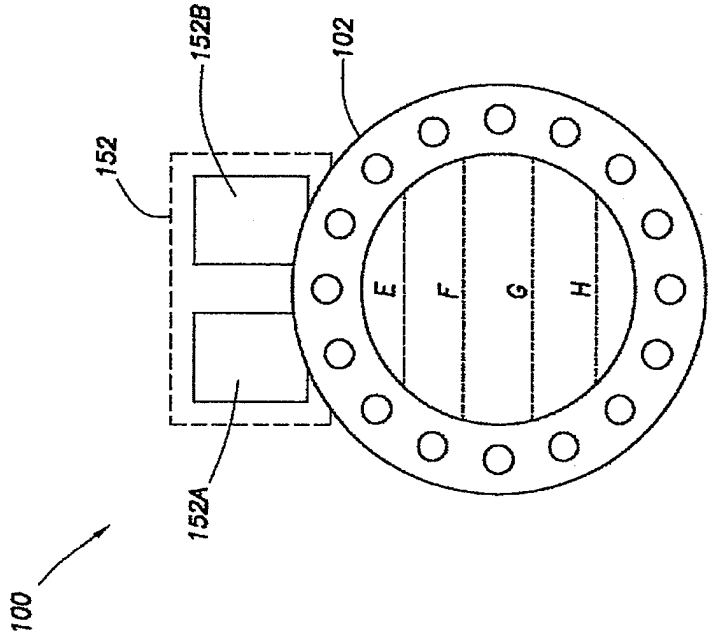

152B
102
152
E
F
G
H
152A
100

FIG.6

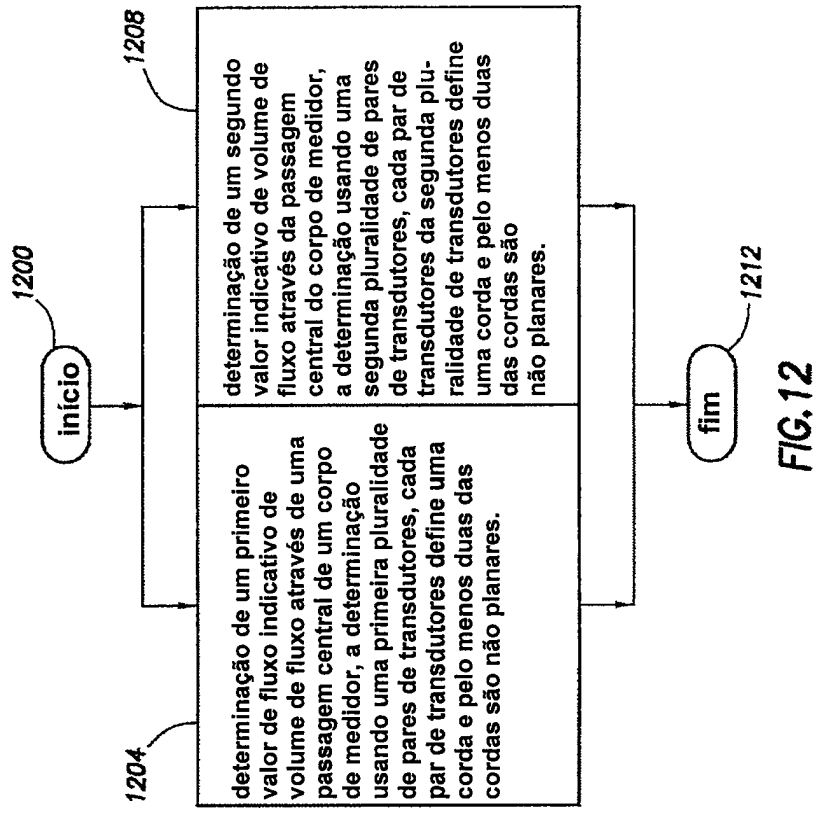

1200
início
1204
determinação de um primeiro valor de fluxo indicativo de volume de fluxo através de uma passagem central de um corpo de medidor, a determinação usando uma primeira pluralidade de pares de transdutores, cada par de transdutores define uma corda e pelo menos duas das cordas são não planares.
1208
determinação de um segundo valor indicativo de volume de fluxo através da passagem central do corpo de medidor, a determinação usando uma segunda pluralidade de pares de transdutores, cada par de transdutores da segunda pluralidade de transdutores define uma corda e pelo menos duas das cordas são não planares.
1212
fim

FIG.12

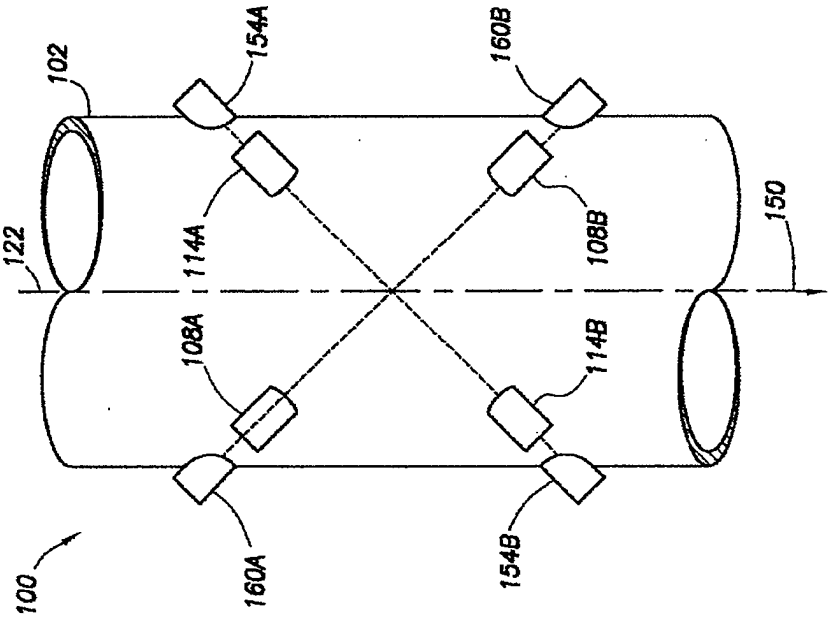

100
102
122
150
154A
160A
154B
160B
108A
108B
114A
114B

FIG.8

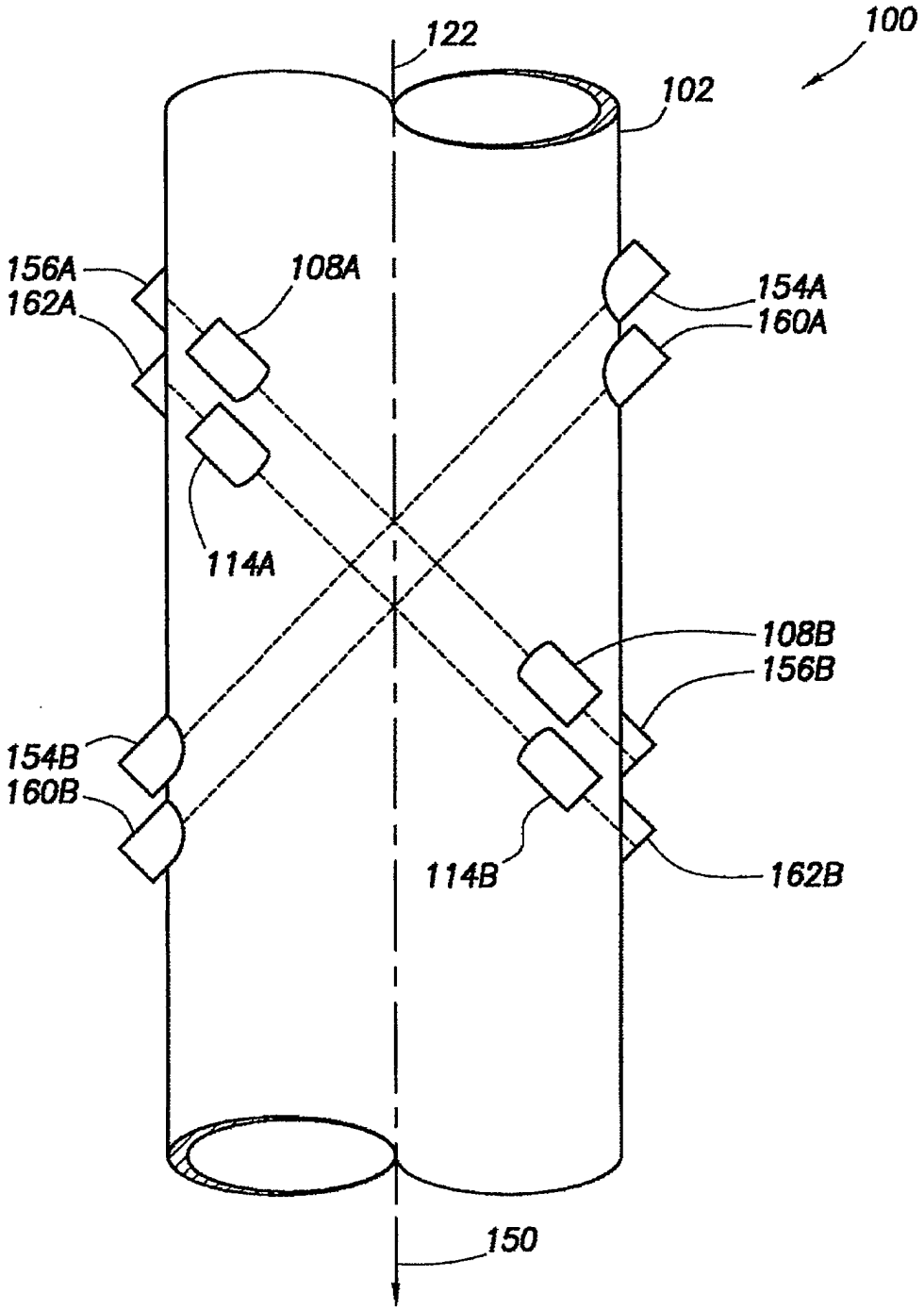

100
122
102
156A
162A
108A
154A
160A
114A
108B
156B
154B
160B
114B
162B
150

FIG.9

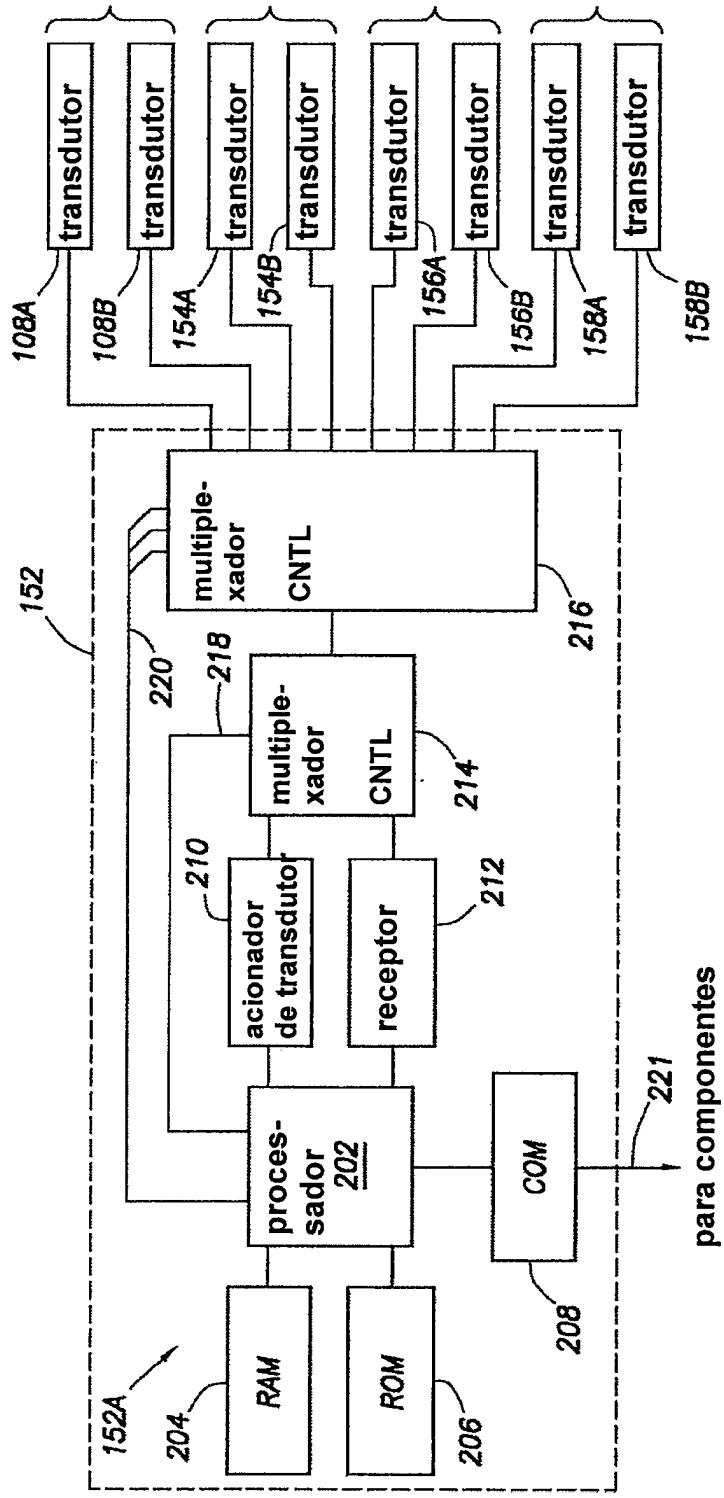

transdutor
transdutor
transdutor
transdutor
transdutor
transdutor
transdutor
transdutor
108A
108B
154A
154B
156A
156B
158A
158B
152
multiple-xador CNTL
216
220
218
multiple-xador CNTL
214
210
acionador de transdutor
receptor
212
processador 202
COM
221
para componentes eletrônicos de controle para segundo subsistema de medição
152A
204
RAM
ROM
206
208

FIG.10

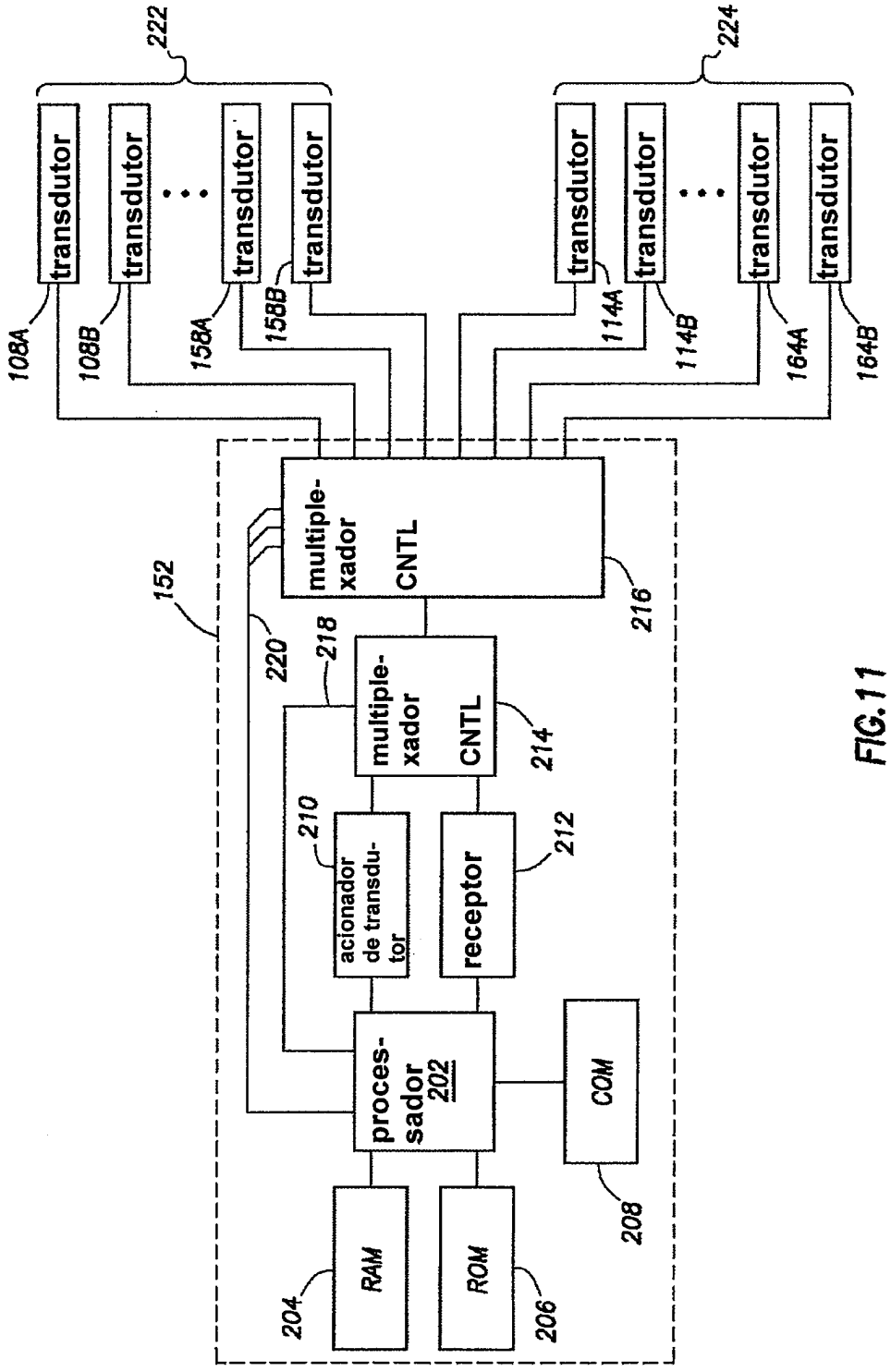

222
224
transdutor
108A
108B
158A
158B
114A
114B
164A
164B
152
multiple-xador CNTL
216
220
218
multiple-xador CNTL
214
210
acionador de transdu-tor
receptor
212
proces-sador 202
COM
208
RAM
204
ROM
206

FIG. 11