



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

(11) PI 0407499-8 B1

(22) Data do Depósito: 18/02/2004

(45) Data de Concessão: 19/12/2017



(54) Título: CONJUNTO DE SENSOR DE POSIÇÃO, E, MÉTODO PARA DETECTAR POSIÇÃO RELATIVA

(51) Int.Cl.: G01D 5/14; G01B 7/14

(30) Prioridade Unionista: 18/02/2004 US 10/779,686, 21/02/2003 US 60/448,785

(73) Titular(es): FISHER CONTROLS INTERNATIONAL LLC

(72) Inventor(es): CURT GALBREATH; RICHARD J. WINKLER; STEPHEN G. SEBERGER

“CONJUNTO DE SENSOR DE POSIÇÃO, E, MÉTODO PARA DETECTAR POSIÇÃO RELATIVA”

Referência para Pedidos Relacionados

[0001] Esta descrição reivindica prioridade e é intitulada para o benefício do Pedido de Patente Provisório dos Estados Unidos No. 60/448.785, depositado em 21 de Fevereiro de 2003, para todos os assuntos comumente aqui descritos.

Campo de Tecnologia

[0002] Esta descrição relaciona-se em geral a um aparelho para medir deslocamento ou posição entre dois objetos e, mais especificamente, a um sensor de posição sem contato, possuindo uma fonte de fluxo magnético configurável primária que atua como um sensor primário, e um sensor secundário associado ao sensor primário, que são usados para detectar posição de haste de válvula em uma válvula de controle.

Fundamentos

[0003] Plantas de processamento industrial usam válvulas de controle em uma ampla variedade de aplicações a partir do controle do fluxo de produto em uma planta de processamento de alimentos, para manter níveis de fluido em “fazendas” de grandes tanques. Válvulas de controle, que são tipicamente automatizadas, são usadas para gerenciar o fluxo de produto, funcionando como um orifício ou passagem variável. Movendo um componente de válvula interna, o tampão da válvula, a quantidade de produto passando através do corpo da válvula pode ser controlada precisamente. A válvula de controle é tipicamente automatizada usando um atuador e um instrumento operado remotamente, que se comunica entre um computador de controle de processo e o atuador, para comandar mudanças de fluxo dentro da válvula, para alcançar a estratégia de controle desejada pelos operadores da planta. Sensores de posição desempenham um papel crítico na manutenção do controle de processo preciso.

[0004] Quando o computador de controle de processo emite um comando para modificar o fluxo, o instrumento operado remotamente precisa ler a posição de válvula atual e aplicar ação corretiva apropriada através do atuador. Um atuador

típico é acionado por uma fonte de ar pressurizado, que é controlada pelo instrumento operado remotamente. Por exemplo, em um atuador de mola e diafragma usado em uma válvula de haste deslizante, variações na pressão de ar aplicada a um grande diafragma provoca o movimento ou deslocamento do diafragma. Uma haste de atuador é fixada ao diafragma, que por sua vez é conectada ao tampão de válvula. Variando a pressão de ar para o diafragma, o instrumento operado remotamente pode posicionar diretamente o tampão de válvula e portanto, controlar o fluxo através da válvula de controle. No sentido de controlar o fluxo adequadamente, o instrumento precisa sempre saber onde o tampão de válvula está e para onde este precisa se mover, em resposta ao novo comando. Isto é obtido fixando um sensor de posição entre o instrumento operado remotamente e a haste do atuador. A saída do sensor de posição pode ser diretamente conectada ao instrumento operado remotamente, para prover realimentação da posição da haste para controle de válvula preciso.

[0005] Sensores de posição tradicionais, tais como potenciômetros ou outras chaves de limite eletromecânico, requerem conexões mecânicas dinâmicas ou móveis para acoplar movimento ou deslocamento no sensor. Tais chaves de limite eletromecânico são montadas no atuador, e disparadas por um elemento móvel quando aquele elemento está localizado no meio do curso, ou em qualquer das duas extremidades do percurso do tampão de válvula. Os sinais das chave de limite eletromecânico (ou chaves) são usados para operar relés, válvulas solenóides ou para disparar alarmes. No sentido de evitar danos ao elemento de controle, tal como em aplicações de válvula de alto empuxo, as chaves de limite eletromecânico podem ser colocadas em locais, de tal modo que o movimento da haste de válvula não exceda sua extensão de curso desejada.

[0006] Em aplicações onde existem vibrações mecânicas causadas por fluxo turbulento, erros ou instabilidade do sistema podem reduzir a confiabilidade do sensor de posição fazendo com que milhões de ciclos operacionais se acumulem em um breve período de tempo. As conexões mecânicas também apresentam pontos de contato ou desgaste. Durante severas condições de serviço, as instabilidades

podem literalmente “serrar” as conexões mecânicas nos pontos de desgaste, deste modo desconectando a haste de válvula do instrumento operado remotamente. Falhas catastróficas deste tipo destroem o controle de válvula e precisam ser evitadas. Para melhorar a confiabilidade do sensor, as configurações do sensor migraram para método de detecção de posição, sem contato.

[0007] Um tipo de configuração de sensor sem contato é um sensor de posição magnética. Sensores de posição magnéticos detectam deslocamento entre dois objetos, anexando uma fonte de fluxo magnético, tipicamente um magneto, ao primeiro objeto e um sensor, tal como um sensor de Efeito Hall ao segundo objeto. A fonte de fluxo magnético apresenta um campo magnético que é detectado pelo sensor. Qualquer movimento por um ou ambos objetos produzindo deslocamento relativo apresenta uma porção diferente do campo magnético ao sensor, mudando deste modo a saída do sensor. Esta saída pode ser diretamente relacionada ao deslocamento relativo entre o atuador e a haste de válvula.

[0008] Sensores de posição sem contato são muito adaptáveis e podem medir numerosas formas de deslocamento. Entretanto, os sensores de posição sem contato atuais são freqüentemente limitados pelo método de fixá-los aos elementos móveis. Há numerosos exemplos comerciais de sensores de posição ou realimentação em instrumentos operados remotamente que ainda usam enlaces dinâmicos de contato para acoplar o deslocamento. Uma tal configuração usa um aparelho de engrenagem helicoidal para acoplar diretamente o movimento rotativo a um elemento magneto resistivo sem contato. O movimento é realmente traduzido através de um aparelho de contato e sofrerá de confiabilidade diminuída exatamente como os tradicionais potenciômetros baseados em contato.

[0009] Adicionalmente, outros sensores de posição sem contato sofrem da incapacidade de reconfigurar a fonte de fluxo magnético para prover uma saída pré-definida para vários tipos de medição de deslocamento (por exemplo, retilíneo e rotativo). Exemplos destes tipos de sensores de posição são encontrados em Riggs e outros, Patente U.S. No. 5.359.288, Wolf e outros, Patente U.S. No. 5.497.081 e Takaishi e outros, Patente U.S. No. 5.570.015.

[0010] As deficiências adicionais de sensores de posição sem contato existentes incluem a necessidade de pelo menos duas de tais chaves de limite para detectar extremidades opostas do curso do tampão de válvula, a dificuldade de implementar tais chaves de limite eletromecânico, e com relação a sua confiabilidade. A maneira pela qual estas e outras deficiências dos sensores de proximidade existentes são superadas, serão explicadas no seguinte Sumário e Descrição Detalhada das Modalidades Preferidas.

Sumário

[0011] Um conjunto de sensor de posição conforme descrito aqui, provê uma posição sem contato para detectar precisamente o deslocamento relativo entre dois objetos e, mais especificamente, para medir precisamente a posição de um tampão de válvula em um conjunto de válvula de controle.

[0012] Uma chave de limite com uma fonte de fluxo magnético altamente configurável, utiliza vários magnetos discretos e é adaptada para medir ambos deslocamento retilíneo ou deslocamento rotativo. Isto é obtido através da configuração controlada de um conjunto magnético. Magnetos individuais são montados para criar um campo de fluxo composto contínuo, criando deste modo uma fonte de fluxo magnético de geometria física variável. Uma peça de pólo em forma de U, incluindo duas seções em forma de L, é empregada, a qual acopla o fluxo da fonte de fluxo magnético a um elemento de Efeito Hall, ou sensor primário, posicionado entre as seções em forma de L da peça de pólo em forma de U.

[0013] Um sensor secundário é empregado adicionalmente, o qual opera em conjunto com e preferivelmente de uma maneira proporcional ao sensor primário. Em uma modalidade, uma peça de pólo em forma de U de um sensor de proximidade de Efeito Hall é adaptada, de tal modo que as duas seções em forma de L são providas cada uma de uma porção em forma de Y assimétrica, para acomodar ambos sensores primário e secundário. O sensor primário interfaceia diretamente com a superfície de extremidade da peça de pólo em forma de U em uma primeira extremidade das porções em forma de Y. O sensor secundário é acoplado, através de um adaptador, a uma segunda extremidade das porções em

forma de Y.

[0014] O adaptador cria um espaçamento, referido aqui como um espaçamento de ar, entre o sensor secundário e as segundas extremidades das porções em forma de Y. O espaçamento de ar cria um acoplamento magnético com perdas ao sensor secundário. Variando o espaçamento no espaçamento de ar, pode-se controlar proporcionalmente a magnitude do fluxo experimentado por ambos sensores primário e secundário. Embora o adaptador seja preferivelmente um material isolante elétrico, tal como o plástico, é reconhecido que o espaçamento de ar pode, ao invés disso, ser espaço aberto, isto é, ar ou outro material, sem alterar o fluxo através do sensor secundário.

[0015] Em modalidades alternativas, o sensor secundário é posicionado adjacente ao sensor primário, e é alinhado em um eixo que é perpendicular ao plano da peça de pólo em forma de U, ou é orientado perpendicularmente ao elemento de Efeito Hall do sensor primário e colocado em contato próximo com a superfície de fundo da peça de pólo em forma de U. Estas várias modalidades são mostradas nas seguintes vistas do desenhos:

Breve Descrição das Várias Vistas do Desenho

[0016] FIG. 1A mostra um diagrama em blocos ilustrando uma vista em corte de um sensor magnético posicionado próximo ao centro de uma fonte de fluxo magnético.

[0017] FIG. 1B mostra um diagrama em blocos ilustrando uma vista em corte do sensor magnético da FIG. 1A posicionado próximo a uma extremidade da fonte de fluxo magnético.

[0018] FIG. 1C é um gráfico ilustrando a saída do sensor magnético correspondente à FIG. 1A.

[0019] FIG. 1D é um gráfico ilustrando a saída do sensor magnético correspondente à FIG. 1B.

[0020] FIG. 2A é uma vista em perspectiva de um conjunto de sensor de posição sem contato, montado em um atuador de haste deslizante, para detectar deslocamento retilíneo de uma haste de válvula.

[0021] FIG. 2B é uma vista em perspectiva do conjunto de sensor de posição sem contato completo da FIG. 2A, mostrando a interconexão entre a fonte de fluxo magnético e o conjunto de sensor de posição sem contato.

[0022] FIG. 2C é uma vista em perspectiva do alojamento do sensor e conjunto de sensor para o sensor de posição retilínea sem contato.

[0023] FIG. 3A é uma vista lateral do sensor de posição, mostrando uma fonte de fluxo magnético contendo diversos magnetos discretos possuindo valores de indução individuais, posicionados para percurso retilíneo.

[0024] FIG. 3B é uma vista superior do sensor de posição da FIG. 3A para percurso retilíneo, e mostra a posição lateral e a profundidade de inserção da fonte de fluxo magnético dentro do conjunto de sensor.

[0025] FIGS. 3C e 3D são, combinadas, um esquemático ilustrando um circuito eletrônico que é usado para energizar intermitentemente o sensor magnético e condicionar o sinal de saída pulsado para criar um sinal analógico, para uso em um instrumento operado remotamente.

[0026] FIG. 4A é um diagrama de espaço livre usado para ilustrar os efeitos de extremidade não lineares de um magneto de barra única colocado conforme descrito na técnica anterior e usado como uma fonte de fluxo magnético para medição de deslocamento retilíneo.

[0027] FIG. 4B é um diagrama de espaço livre usado para ilustrar os campos de fluxo superpostos gerados pelos magnetos discretos da fonte de fluxo magnético discreta e o campo magnético composto resultante coletado pela de convergência de fluxo.

[0028] FIG. 5A é uma vista lateral ilustrativa de um portador de magneto cilíndrico rotulado para mostrar espaçamento vertical eqüidistante de magnetos discretos orientados helicoidalmente na fonte de fluxo magnético para um sensor de posição de percurso retilíneo de 11,43 cm.

[0029] FIG. 5B é uma vista superior ilustrativa do arranjo de magneto discreto orientado helicoidalmente para um sensor de posição retilíneo que mostra a rotação angular dos magnetos discretos dentro da fonte de fluxo magnético, e a posição

lateral e profundidade de inserção da fonte de fluxo magnético dentro do conjunto de sensor.

[0030] FIG. 6 é uma vista em perspectiva ilustrativa de um sensor de posição rotativa acoplado a um eixo rotativo, onde os diversos magnetos discretos compreendendo a fonte de fluxo magnético rotativo são posicionados com uma distribuição angular uniforme em relação ao eixo de rota.

[0031] FIG. 7A é uma vista em perspectiva ilustrativa de um sensor de posição rotativa montado na extremidade, onde a fonte de fluxo magnético cilíndrico é girada entre abas da peça de pólo de convergência de fluxo.

[0032] FIG. 7B é uma vista de extremidade ilustrativa, mostrando o plano de detecção de referência e a rotação angular máxima do sensor de posição rotativa montado em extremidade, apresentando características de saída lineares.

[0033] FIG. 8 é uma vista em perspectiva de um alojamento de sensor e conjunto de sensor para um sensor de posição sem contato, de acordo com a presente invenção.

[0034] FIG. 9 é uma vista plana, obtida ao longo das linhas 9-9 da FIG. 8.

[0035] FIG. 10 é uma vista plana aumentada de um arranjo alternativo de sensores de Efeito Hall primário e secundário para um sensor de posição sem contato.

[0036] FIG. 11 é uma vista plana aumentada de um outro arranjo alternativo de sensores de Efeito Hall primário e secundário para um sensor de posição sem contato.

[0037] FIG. 12 é um gráfico da saída do sensor de Efeito Hall (em volts DC) versus percurso do suporte de magneto, demonstrando as saídas relativas de sensores de Efeito Hall primário e secundário arranjados de acordo com uma modalidade, em resposta a várias posições ao longo do curso de um deslocador linear, representando um curso típico de um tampão de válvula ou haste de válvula; e

[0038] FIG. 13 é uma representação esquemática de um sistema no qual saídas de tensão dos sensores de Efeito Hall primário e secundário são detectadas,

analisadas por um processador, comparadas com dados armazenados em uma memória deste, e a partir do qual sinais de saída podem ser fornecidos a um controlador.

Descrição Detalhada das Modalidades Preferidas

[0039] Para apreciar as vantagens do sensor de posição descrito aqui, é desejável ter um entendimento dos componentes de um sensor de posição e de como estes operam para medir deslocamento em uma válvula de controle. Embora a modalidade preferida ensine a medição de deslocamento relacionada a válvulas de controle, aqueles especialistas na técnica reconhecerão a relevância de outras aplicações de medição de deslocamento. Retornando aos desenhos e referindo-se inicialmente à FIG. 1A, os componentes chave do sensor de posição sem contato são mostrados.

[0040] Na FIG. 1A, o sensor 5 é colocado adjacente à fonte de fluxo magnético 8. Como é comumente conhecido, a fonte de fluxo magnético 8 apresenta um campo de fluxo contínuo, tridimensional, que envolve completamente ambas fonte de fluxo magnético 8 e sensor 5. Continuando, o sensor 5 é um dispositivo que produz um sinal elétrico que é proporcional ao campo magnético 10 que o circunda. Como é conhecido por aqueles especialistas na técnica, a magnitude detectada do campo magnético 10 varia com respeito à posição dentro do campo magnético 10. Conseqüentemente, qualquer mudança na posição relativa ou deslocamento do sensor 5 com respeito ao campo magnético 10, produzirá uma variação correspondente na saída do sensor 5, como é ilustrado no gráfico da FIG. 1C. Esta relação pode ser explorada para criar um sensor de posição sem contato.

[0041] Em aplicações de medição de posição ou deslocamento sem contato, o sensor 5 e a fonte de fluxo magnético 8 são montados em dois objetos mecanicamente independentes (não mostrados). Não são usados enlaces mecânicos ou móveis para acoplar o deslocamento relativo entre a fonte de fluxo magnético 8 diretamente ao sensor 5. Referindo-se novamente à FIG. 1A, a posição relativa do sensor 5 e da fonte de fluxo magnético 8, coloca o sensor 5 próximo ao centro da fonte de fluxo magnético 8 com um deslocamento indicado por D1. O

gráfico correspondente na FIG. 1C mostra a saída do sensor 5 indicada por V1 para um deslocamento de D1. Na FIG. 1B, o deslocamento é mudado para uma nova posição, indicada por D2, colocando o sensor 5 próximo à extremidade da fonte de fluxo magnético 8. O gráfico correspondente na FIG. 1D mostra a mudança na saída do sensor 5 diretamente relacionada à mudança de posição do sensor 5 dentro do campo magnético 10 gerado pela fonte de fluxo magnético 8, V2. Estas mudanças no sinal de saída do sensor 5 são usadas como uma medida direta do deslocamento entre os dois objetos mecanicamente independentes. Um circuito eletrônico (não mostrado) conectado ao sensor 5 é usado para processar o sinal de entrada do sensor 5 para uso em aplicações de válvula de controle explicadas em maior detalhe abaixo.

[0042] Referindo-se agora à FIG. 2A, um sensor de posição é mostrado acoplado a um atuador de haste deslizante 20 usado para controle automatizado de uma válvula de controle. O atuador de haste deslizante 20 é adaptado para movimento retilíneo (isto é, movimento em uma linha reta). A vista em perspectiva da FIG. 2A mostra como o conjunto de sensor magnético 11 do sensor de posição e fonte de fluxo magnético 18a (mostrados em maior detalhe nas FIGS. 3-7) são independentemente montados entre o atuador de haste deslizante 20 e o instrumento operado remotamente 19 (somente a base do módulo de instrumento operado remotamente é mostrada).

[0043] Como é sabido, o atuador de haste deslizante 20, o instrumento operado remotamente 19 e um válvula de controle (não mostrada) se combinam para mostrar o conjunto de válvula 23. Um conjunto de montagem 14 fixa a fonte de fluxo magnético 18a ao conector de haste 27. O conjunto de montagem 14 é construído a partir de uma placa de montagem 15a e de uma placa de alinhamento 15b. O conector de haste 27 é conectado entre a haste de atuador 17 e a haste de válvula 21, usando os parafusos de conector de haste 16a e 16b.

[0044] A operação geral de um conjunto de válvula típico não equipado com o presente sensor de posição é descrita na Patente U.S. No. 5.451.923 e é concedida a Fisher Controls International, Inc., e aqui incorporada por referência. Como é

sabido, quando um comando para mover o tampão de válvula é recebido pelo instrumento operado remotamente 19, ar pressurizado é direcionado no atuador de haste deslizante 20 e a haste de atuador 17 se moverá. Qualquer deslocamento da haste de atuador 17 cria uma mudança relativa na posição da fonte de fluxo magnético 18a com respeito ao conjunto de sensor magnético 11. Esta mudança de posição modifica a saída do sensor. O sinal de saída é transmitido ao instrumento operado remotamente 19 para processamento, para criar controle preciso do tampão de válvula (não mostrado). FIG. 2B mostra uma vista em perspectiva do sensor de posição retilínea 30a. A fonte de fluxo magnético 18a e o conjunto de sensor magnético 11 são colocados em proximidade para acoplar adequadamente o campo magnético 10 (FIG. 1A e FIG. 1B) ao conjunto de sensor magnético 11, porém sem fazer contato durante a operação.

[0045] Referindo-se agora à FIG. 2C, o conjunto de sensor magnético 11 é montado no alojamento de sensor 22. O alojamento de sensor 22 provê alinhamento de posição da peça do pólo de convergência de fluxo 32 e sensor magnético 35 (explicada em maior detalhe abaixo). O sensor magnético 35 e a peça do pólo de convergência de fluxo 32 são mantidos no alojamento de sensor 22 por uma braçadeira 38 e dois parafusos 24a e 24b. Ainda mais, integrando o alojamento de sensor 22 diretamente ao instrumento operado remotamente 19, as conexões elétricas são simplificadas e conformes às restrições industriais para operação à prova de explosão e intrinsecamente segura em ambientes perigosos, bem conhecidas na técnica. O alojamento de sensor 22 é fabricado de alumínio ou qualquer outro material não magnético e é adaptado para receber o conjunto de sensor magnético 11.

[0046] Referindo-se agora à FIG. 3A e FIG. 3B, a fonte de fluxo magnético 18a (FIG. 3A) e o conjunto de sensor magnético 11 (FIG. 3B) na modalidade preferida são discutidos em detalhe. Na modalidade preferida, a fonte de fluxo magnético 18a é configurada para medir o percurso linear e prover um sinal de saída linear através da faixa inteira da medição de deslocamento. Por exemplo, uma mudança de dez por cento no deslocamento, produzirá uma mudança correspondente de dez por

cento no sinal de saída do sensor de posição. Todas as mudanças na saída do sensor de posição estão na proporção direta com mudanças de deslocamento. A relação de saída linear é importante no funcionamento de um instrumento operado remotamente. Criando uma medição ou deslocamento diretamente proporcional, nenhum processamento adicional pelo instrumento operado remotamente 19 ou eletrônica de sensor 13 (FIGS. 3C e 3B) é requerido para prover realimentação de posição.

[0047] Diversos magnetos cilíndricos individuais ou discretos 50-72 são montados em um portador de forma retangular 41 para criar a fonte de fluxo magnético 18a. O material preferido para o portador de forma retangular 41 é não magnético, tal como alumínio ou plástico. Na modalidade preferida, vinte e três magnetos discretos 50-72 são arranjados no portador de forma retangular 41, para criar um arranjo linear capaz de medir cerca de 11,43 centímetros de percurso linear. Os magnetos discretos 50-72 são preferivelmente fabricados de ALNICO 8H e são alinhados verticalmente e horizontalmente. Em uma modalidade, os magnetos discretos 50-72 são montados dentro do portador usando epóxi tal como 2214 Structural Adhesive da 3M de Saint Paul, Minnesota. Cada magnetos discretos 50-72 é aproximadamente de 0,47 centímetros de diâmetro e 0,47 centímetros de comprimento. O espaçamento de centro a centro dos magnetos individuais na direção vertical é de aproximadamente 0,63 centímetros, provendo medição de deslocamento de cerca de 11,43 centímetros ao longo da porção central do arranjo. O portador de forma retangular 41 provê o alinhamento mecânico do arranjo de magnetos e fixa diretamente ao conector de haste 27 com o conjunto de montagem 14 sendo fixado ao conector de haste 27 usando parafusos de conector de haste 16a e 16b, conforme previamente mostrado na FIG. 2A.

[0048] Conforme entendido por um especialista na técnica, o empilhamento de tolerância dimensional que ocorre durante a montagem do instrumento operado remotamente 19 no atuador de haste deslizante 20, requer calibração de instrumento antes da operação do conjunto de válvula 23. A calibração de instrumento é facilitada provendo alinhamento de posição grosseiro ao longo do eixo

longitudinal de percurso e em um plano horizontal perpendicular ao eixo longitudinal. Diferentemente das conexões da técnica anterior que acoplam diretamente o movimento ao sensor, a placa de montagem 15a e a placa de alinhamento 15b do conjunto de montagem 14 são estáticas e apenas provêm ajuste durante o processo de instalação. O alinhamento horizontal da fonte de fluxo magnético 18a e do conjunto de sensor magnético 11 é adicionalmente mostrado na FIG. 3B.

[0049] A vista superior ilustrada na FIG. 3B mostra claramente a peça do pólo de convergência de fluxo 32 do conjunto de sensor magnético 11 em forma de U. A peça do pólo de convergência de fluxo 32 é constituída de duas seções em forma de L 33a e 33b de material de alta permeabilidade, preferivelmente HyNu “80” ® da Carpenter Technology of Reading, Pennsylvania, em anel, colocadas em posição de espelho opostas uma da outra. As seções em forma de L 33a e 33b são unidas na base com um espaçamento adaptado para receber o sensor magnético 35 e colocar as seções em forma de L 33a e 33b em contato próximo com o sensor magnético 35. A dimensão da seção quadrada transversal de cada uma das seções em forma de L 33a e 33b é de aproximadamente 0,38 centímetros. Preferivelmente, cada uma das seções em forma de L 33a e 33b é de aproximadamente 3,17 centímetros de profundidade e 1,13 centímetros através da aba da base, criando então uma forma em U que possui dimensões externas de aproximadamente 3,17 centímetros de profundidade por 2,26 centímetros de largura. Na modalidade preferida, o sensor magnético 35 é um elemento Allegro 3515 de Efeito Hall, porém outros tipos de sensores magnéticos, incluindo porém não limitados a um elemento Allegro 3516 de Efeito Hall poderiam ser usados alternativamente ou em adição.

[0050] A saída do sensor magnético 35 é processada pelo circuito eletrônico 13 (FIGS.3C e 3D). O circuito eletrônico 13 provê a interface entre o sensor magnético 35 e o instrumento operado remotamente 19. Conforme ilustrado na FIG. 3C, um par de conectores J1 e J2 recebe potência de um padrão industrial de malha de corrente de 4-20 mA. Conforme entendido pelos especialistas na técnica, a potência para o sensor magnético 35 e circuito eletrônico 13 pode ser gerada a partir do circuito regulador configurado com o diodo de referência de tensão de micropotência LM285,

U2 da National Semiconductor of Santa Clara, California e componentes passivos R5, R6, R7, R10, R11, R12 e C5. Os valores/designações para estes e outros componentes das FIGS. 3C e 3D são ilustrados na Tabela 1.

[0051] Energizar os circuitos intermitentemente reduz o consumo de potência do sensor magnético 35 e do circuito eletrônico 13. O sensor magnético 35 é conectado ao circuito eletrônico através do conector J3 e é “comutado em potência” ou pulsado em aproximadamente 200 Hertz através de um Transistor de Efeito de Campo de Canal N (FET) Q2. Conforme entendido pelos especialistas na técnica, o controlador embutido U1, um PIC12C508A disponível da Microchip Technology de Phoenix, Arizona e componentes passivos R1, Y1, C1 e C2 provêm a temporização e controle para operação pulsada. O sinal de saída pulsado do sensor magnético 35 precisa ser interpolado ou reconstruído para criar um sinal analógico que pode ser processado pelo instrumento operado remotamente 19. O FET Q1, um amplificador operacional U3A (FIG. 30), e componentes passivos R2, R8, R13, R14, C3, C6 e C7 criam um circuito de amostra e fixação para reconstruir o sinal analógico. O amplificador operacional U3B e componentes passivos R3, R4, R9 e C4 condicionam (isto é, ajustam o ganho e deslocamento) e filtram o sinal analógico reconstruído para criar o sinal de saída final. A medição final de sinal de saída ou deslocamento de posição é transmitida ao instrumento operado remotamente 19 através do conjunto de montagem 14 (FIG. 3C). Finalmente, o conector de teste J5 pode prover sinais de teste para avaliação de diagnóstico para o sensor magnético 35 e circuito eletrônico 13.

Componente	Valor/Designação
R1	100 K Ω
R2	634 K Ω
R3	178 K Ω
R4	86,6 K Ω
R5	665 K Ω
R6	24,3 K Ω
R7	51 K Ω
R8	221 K Ω
R9	1 M Ω
R10	665 K Ω
R11	15 K Ω
R12	60,4 K Ω
R13	2 M Ω
R14	1 M Ω
C1	5,1 pFd
C2	5,1 pFd
C3	0,47 μ Fd
C4	18 pFd
C5	47 μ Fd
U1	PIC12C508A
U2	LM285BYM
U3	OP281
Y1	131 KHz
Q1	BSS138
Q2	BSS138
J1	CONN0611
J2	CONN0611
J3	CONN0411
J4	CONN0411
J5	CONN0611

TABELA 1

[0052] Continuando com a FIG. 4B, a peça do pólo de convergência de fluxo 32 coleta o campo magnético 10 a partir da fonte de fluxo magnético 18a e direciona o fluxo para o sensor magnético 35, e é discutido em mais detalhe abaixo. A fonte de fluxo magnético 18a é montada aproximadamente perpendicular ao conjunto de sensor magnético 11, de tal modo que qualquer deslocamento horizontal relativo não causa contato físico da fonte de fluxo magnético 18a com as abas internas da peça

do pólo de convergência de fluxo 32. A fonte de fluxo magnético 18a é encaixada cerca de 079 centímetros após a abertura da peça do pólo de convergência de fluxo 32 em forma de U. Um espaçamento de ar de aproximadamente 0,5 centímetros de cada lado da fonte de fluxo magnético 18a posiciona simetricamente a fonte de fluxo magnético 18a dentro do conjunto de sensor magnético 11.

[0053] Cada um dos magnetos discretos 50-72 produz um campo magnético. Como é sabido, a forma e densidade do campo magnético é diretamente relacionada a vários fatores. Dois daqueles fatores são a introdução do magneto e as interações do magneto com campos magnéticos externos. Para melhor entender as características únicas da fonte de fluxo magnético 18a, os fatores anteriormente mencionados são explicados abaixo em maior detalhe.

[0054] A indução do magneto é uma medida direta de sua força magnética inerente e pode ser controlada ou programada durante a fabricação. Conforme sabido, para uma dada geometria física do magneto, um aumento de sua indução produz um aumento correspondente na força do magneto e na densidade de seu campo magnético. Controlando a indução dos magnetos discretos, sua densidade de fluxo (isto é, a quantidade de fluxo em um dado volume) e portanto, seu campo magnético, pode ser controlada. Também, qualquer campo magnético adicional ou externo gerado pelo magneto discreto pode ser combinado com o campo magnético gerado pelo magneto discreto. A polaridade e densidade do campo magnético adicional pode aumentar ou diminuir “aditivamente” o campo magnético que circunda o magneto discreto. O circuito magnético descrito aqui utiliza ambos controle de indução e interações entre campos magnéticos externos, para criar uma fonte de fluxo magnético programável.

[0055] Magnetos de barra única, como demonstrado na técnica anterior, apresentam dificuldades ao usar o comprimento inteiro do magneto para medição de deslocamento. Conforme ilustrado na FIG. 4A, a direção ou orientação de polarização dos pólos magnéticos na aplicação de magneto de barra única é paralela à direção do percurso. Esta orientação de pólo estabelece campos magnéticos altamente concentrados 130a e 130b próximo aos pólos do magneto.

Nestas regiões de fluxo denso, as forças repulsivas entre as linhas de fluxo criam mudanças extremamente não lineares no campo magnético. Se um magneto de barra única deve ser usado para medição de deslocamento, processamento especial pela eletrônica do conjunto de sensor é requerido, para criar uma saída linear. Alternativamente, o comprimento do magneto poderia ser aumentado de aproximadamente 75% para negatizar os efeitos de extremidade não lineares, porém esta abordagem aumenta desnecessariamente os custos e limita a aplicação do sensor de posição devido ao aumento de extensão física. Na modalidade preferida, o comprimento da fonte de fluxo magnético pode ser substancialmente igual ao deslocamento máximo a ser detectado, e nenhum processamento especial do sinal de saída é requerido.

[0056] FIG. 4B é um diagrama de espaço livre de uma modalidade preferida, usando apenas sete magnetos discretos 50-56 para ilustrar graficamente os campos magnéticos 110-116 que se combinam para criar o campo magnético 10 composto maior. A seguinte teoria magnética explica apropriadamente a relação entre os diversos magnetos discretos. Conforme mostrado na FIG. 4B, os campos magnéticos individuais 110-116 não só envelopam os magnetos discretos 50-56 a partir dos quais se originam, como também provêm linhas de fluxo de interseção para magnetos adjacentes. As regiões de fluxo superpostas se combinam aditivamente para produzir um campo magnético 10 pré-definido maior, que define a fonte de fluxo magnético inteira. Em uma modalidade preferida, o eixo de pólo de cada um dos magnetos discretos 50-56 é orientado perpendicularmente à direção de movimento relativo, para facilitar o “empilhamento” dos campos magnéticos sequenciais. Controlando a indução ou força de cada magneto discreto 50-56 e colocando-os em um arranjo linear, os campos magnéticos discretos 110-116 se combinam para produzir uma fonte de fluxo magnético programável que produz um campo magnético 10 pré-definido.

[0057] Conforme estabelecido previamente, cada magneto discreto possui uma quantidade específica de “energia” magnética ou indução associada a ele. O volume magnético físico, geometria do magneto e características do material do magneto

todos ditam quanta energia magnética pode residir no magneto. Conforme sabido pelos especialistas na técnica, a indução de cada magneto discreto pode ser programada ou calibrada usando um tratador de magneto convencional tal como o Model 990C Magnetreater® feito pela Magnetic Instrumentation, Inc. de Indianapolis, Indiana. Todas as características de magneto anteriormente mencionadas são consideradas ao usar o Model 990C Magnetreater®. A Tabela 2, mostrada abaixo, provê os valores de indução para o arranjo linear exibido na FIG. 3A.

Número de Magneto	Objetivo (Gauss)
50	465,6
51	465,6
52	344,5
53	288,7
54	258,4
55	218,8
56	186,2
57	142,0
58	121,1
59	76,8
60	46,6
61	0
62	-46,6
63	-76,8
64	-121,1
65	-142,0
66	-186,2
67	-218,8
68	-258,4
69	-288,7
70	-344,5
71	-465,6
72	-465,6

TABELA 2

[0058] Conforme estabelecido previamente e mostrado na Tabela 2, os valores de indução de magnetos sequenciais variam em quantidades variadas para criar o campo magnético 10 da fonte de fluxo magnético 18a. Um magneto discreto 61 é localizado no centro geométrico do arranjo e é programado para zero Gauss, para prover um nulo magnético para referência absoluta durante a calibração do instrumento. Adicionalmente, para prover medição de deslocamento absoluto, os magnetos discretos

50-72 são de polarização oposta de cada lado do nulo magnético. A diferença de polarização é detectada pelo circuito eletrônico 13 (não mostrado na FIG. 4B) e é usada pelo instrumento operado remotamente 19 como uma medição de posição absoluta. Conforme sabido, o sinal aritmético oposto nos valores da Tabela 2 indica a mudança de polarização. Convencionalmente, valores positivos são designados a deslocamentos relativos acima do nulo magnético e valores negativos são designados a deslocamentos relativos abaixo do nulo magnético. Embora a modalidade preferida ensine um sensor de posição como uma relação de saída linear, deveria ser verificado que a programabilidade inerente da fonte de fluxo magnético pode prover numerosas relações de percurso de sinal de saída de sensor de posição, sem modificar a eletrônica do conjunto de sensor. As características únicas da fonte de fluxo magnético discreta provêm adaptação eficiente a várias formas de medição de deslocamento. As adaptações são explicadas em maior detalhe nas modalidades alternativas descritas abaixo.

[0059] Em uma outra modalidade da aplicação retilínea, reposicionar os magnetos discretos dentro da fonte de fluxo magnético, controla as interações. Conforme previamente mencionado, a modalidade preferida se apóia na programação da indução de magnetos discretos adjacentes, para criar um sinal de saída pré-definido. Referindo-se de volta às FIGS. 1A-1D, a posição física dentro do campo magnético determina a força medida daquele campo. Similarmente, criando espaço ou distância entre magnetos adjacentes, a força aparente dos magnetos discretos e portanto, suas interações, pode ser controlada.

[0060] FIG. 5A é uma vista lateral de uma modalidade alternativa. Os magnetos discretos 50-72 da fonte de fluxo magnético 18b são novamente espaçados equidistantemente ao longo do eixo longitudinal 46 do portador 42. Os magnetos discretos 50-72 são aproximadamente de 0,31 centímetros de diâmetro e 1,17 centímetros de comprimento. O portador 42 é adaptado para receber os magnetos discretos 50-72 com um espaçamento de centro a centro de aproximadamente 0,63 centímetros. As interações de campo magnético são controladas orientando helicoidalmente ou girando os magnetos discretos 50-72 em relação ao eixo

longitudinal 46 da fonte de fluxo magnético 18b. Conforme sabido, aumentando o espaço de afastamento de um magneto em qualquer direção a força aparente do magneto diminuirá. Nesta modalidade alternativa prover deslocamento angular preciso entre os magnetos adjacentes em relação ao eixo original, controla as interações entre campos magnéticos adjacentes. Nesta modalidade alternativa, o conjunto de sensor magnético 11 (não mostrado) é o mesmo explicado em detalhe na modalidade preferida. Então, através da colocação calculada dos magnetos discretos 50-72, um sinal de saída pré-definido pode ser gerado.

[0061] FIG. 5B é uma vista superior da fonte de fluxo magnético 18b orientada helicoidalmente para um sensor de posição retilínea. A ilustração mostra o plano de referência de rotação 126 para os magnetos discretos 50-72. A fonte de fluxo magnético 18b é aproximadamente centrada entre a primeira e segunda seções em forma de L 33a e 33b da peça do pólo de convergência de fluxo 32. A Tabela 3, mostrada abaixo, provê um exemplo dos ângulos de rotação requeridos para obter uma saída substancialmente linear a partir do conjunto de sensor magnético 11 (não mostrado) com todos os magnetos discretos 50-72 programados para aproximadamente 457 Gauss.

Número de Magneto	Ângulo de Rotação (Graus)
50	10
51	43
52	70
53	71
54	71
55	74,5
56	79
57	80
58	82
59	85
60	89
61	90
62	91
63	95
64	98
65	100
66	101

67	106
68	109
69	109
70	110
71	137
72	170

TABELA 3

[0062] Uma outra modalidade do sensor de posição é mostrada na FIG. 6. Um sensor de posição rotativo sem contato 30b é construído usando técnicas similares descritas na modalidade preferida. Quinze magnetos discretos 50-64 são alinhados em um portador em forma de setor 43 com uma distribuição angular uniforme de seis graus. O portador em forma de setor é montado perpendicular ao eixo de rotação 47, para criar a fonte de fluxo magnético rotativa 18c. Novamente, o portador em forma de setor 43 é preferivelmente feito de alumínio. A fonte de fluxo magnético rotativa 18c é diretamente acoplada a um eixo rotativo 75, por um conjunto de montagem rotativo 79. As seções em forma de L 33a e 33b da peça do pólo de convergência de fluxo, o sensor magnético 35 e os magnetos discretos 50-64 são os mesmos explicados acima. A Tabela 4, mostrada abaixo, provê os valores de indução para a fonte de fluxo magnético rotativa 18c, mostrada na FIG. 6.

Número de Magneto	Objetivo (Gauss)
50	465,6
51	226,3
52	179,3
53	155,0
54	110,3
55	82,9
56	38,6
57	0,0
58	-38,6
59	-82,9
60	-110,3
61	-155,0
62	-179,3
63	-226,3
64	-465,6

TABELA 4

[0063] O sensor de posição rotativo sem contato 30b mostrado na FIG. 6 provê uma relação linear entre o percurso rotativo e a saída do sensor através da calibração controlada da indução de cada um dos magnetos discretos 50-64. As características de operação de saída linear são providas através de 90 graus de rotação.

[0064] Os princípios descritos aqui podem também ser aplicados a um sensor de posição rotacional 30c com uma faixa de operação linear estendida. Usando as mesmas seções em forma de L 33a e 33b da peça do pólo de convergência de fluxo 32 e o sensor magnético conforme descrito acima com referência à FIG. 2C, um magneto de barra cilíndrica única 39 pode ser usado como a fonte de fluxo magnético para o sensor de posição. Conforme mostrado na FIG. 7A, o sensor de posição rotacional 30c é configurado para prover uma saída que varia de uma maneira linear. O magneto de barra cilíndrica única 39 é girado entre a primeira e segunda seções em forma de L 33a e 33b da peça do pólo de convergência de fluxo 32, para prover um sinal de saída substancialmente linear. A linearidade máxima é alcançada através da seleção adequada da extensão do magneto. Com respeito à peça do pólo de convergência de fluxo 32, a extensão ótima do magneto de barra cilíndrica única 39 é essencialmente dois terços da largura do espaçamento entre as seções em forma de L da peça do pólo de convergência de fluxo 32. Por exemplo, usando a peça do pólo de convergência de fluxo 32 da modalidade preferida, com uma largura interna de aproximadamente 1,49 centímetros, o magneto de barra cilíndrica única 39 terá um comprimento de aproximadamente 0,97 centímetros. Nesta modalidade alternativa, o diâmetro do magneto de barra cilíndrica única 39 é de aproximadamente 0,47 centímetros. Conforme mostrado, o portador 44 fixa o magneto de barra cilíndrica única 39 ao eixo rotativo 75. O portador 44 é adaptado para fixar ao magneto de barra cilíndrica única 39 no eixo 49 do eixo rotativo 75. Adicionalmente, o magneto de barra cilíndrica única 39 é inserido cerca de 0,79 centímetros após a abertura da peça do pólo de convergência de fluxo 32.

[0065] Conforme mostrado na FIG. 7B, as características de operação de saída linear são providas através de 110 graus de rotação, onde a rotação é

simetricamente distribuída em relação a um plano 119 biseccionando a primeira e segunda seções em forma de L 33a e 33b da peça do pólo de convergência de fluxo 32. O plano bissetor 119 é orientado em um ângulo reto em relação ao plano de sensor 118 do sensor magnético.

[0066] Várias implementações de um sensor de posição usando um único sensor de Efeito Hall foram mostradas e descritas acima. Muitas modificações e variações podem ser feitas nas técnicas e estruturas descritas conforme ilustrado acima. Por exemplo, um “shunt” magnético construído de material ferromagnético poderia ser colocado adjacente ou completamente rodeando cada magneto discreto, para reduzir seletivamente sem campo magnético e portanto, controlar seu efeito em magnetos subsequentes. Adicionalmente, espaçamento não uniforme entre magnetos individuais ou extensão de magneto variável poderiam ser também usados.

[0067] Adicionalmente, conforme mostrado nas modalidades das FIGS. 8-11, um sensor de Efeito Hall secundário pode ser adicionado à peça do pólo de convergência de fluxo em forma de U empregada em um sensor de proximidade sem contato de Efeito Hall único. Referindo-se a seguir à FIG. 8, um conjunto de sensor 200 é montado em um alojamento de sensor 212. Um pólo de convergência de fluxo em forma de U 214 é alinhado posicionalmente pelo alojamento de sensor 212. Conforme explicado mais plenamente acima, o pólo de convergência de fluxo em forma de U 214, que inclui uma primeira seção em forma de L 216 e uma segunda seção em forma de L 218, é colocado em proximidade a uma fonte de fluxo magnético. A fonte de fluxo magnético pode tomar a forma de, por exemplo, um portador de forma retangular mantendo diversos magnetos cilíndricos discretos (conforme mostrado na FIG. 3A) que podem ser usados para facilitar a detecção pelo conjunto de sensor 210 da posição e percurso retilíneo. Arranjos alternativos para a fonte de fluxo magnético são também possíveis. Por exemplo, para facilitar a detecção de posição rotativa e percurso, a fonte de fluxo magnético pode tomar a forma de um portador em forma de setor, mantendo diversos magnetos discretos (conforme mostrado na FIG. 6) preferivelmente arranjados em uma distribuição

angular uniforme.

[0068] Conforme melhor ilustrado na FIG. 9, dentro do alojamento de sensor 212, a primeira seção em forma de L 216 e a segunda seção em forma de L 218 terminam em porções assimétricas em forma de Y 220, 222, respectivamente. As porções assimétricas em forma de Y 220, 222 possuem, cada uma, uma primeira extremidade 224, 226, respectivamente. Um sensor de Efeito Hall primário 228 está localizado entre as primeiras extremidades 224, 226 das porções assimétricas em forma de Y 220, 222 da primeira seção em forma de L 216 e segunda seção em forma de L 218 do pólo de convergência de fluxo em forma de U 214. A superfície 238 do sensor de Efeito Hall primário 228 que contata a segunda seção em forma de L 218 é preferivelmente marcada.

[0069] Cada uma das porções assimétricas em forma de Y 220, 222 é adicionalmente provida de uma segunda extremidade 230, 232, respectivamente. Ambas primeiras extremidades 224, 226 e segundas extremidades 230, 232, estão localizadas em uma extremidade principal das respectivas porções assimétricas em forma de Y 220, 222. O alojamento de sensor 212 é preferivelmente provido adicionalmente de um adaptador 234, que é feito de um material eletricamente isolante tal como plástico, porém através do qual o fluxo magnético pode caminhar. Conforme é melhor mostrado na FIG. 9, um sensor secundário 236 e o adaptador 234 são posicionados entre as segundas extremidades 230, 232 da porções assimétricas em forma de Y 220, 222. Como o sensor de Efeito Hall primário 228, o sensor secundário 236 é um sensor de Efeito Hall, com pelo menos um elemento de detecção nele arranjado, normal à primeira e segunda extremidades 224, 226, 230, 232 das porções assimétricas em forma de Y 220, 222, de modo a ser orientado normal à direção do fluxo a partir do pólo de convergência de fluxo em forma de U 214.

[0070] Provendo as porções assimétricas em forma de Y 220, 222 de um sensor de Efeito Hall primário 228 posicionado entre a primeira e segunda extremidades 224, 226 e com um sensor secundário 236 posicionado, com um adaptador 234, entre a primeira e segunda extremidades 230, 232, algum fluxo é efetivamente

desviado do sensor de Efeito Hall primário 228 e detectado pelo sensor secundário 236. O sensor secundário 236, que pode ser usado como um elemento de detecção de chave de limite, em um circuito de chave de limite, provê confiabilidade aumentada através de um sensor de posição sem contato de sensor único, e também evita vantajosamente a necessidade de duas chaves de limite em cada extremidade do curso de uma haste de válvula.

[0071] Vantajosamente, o adaptador 234 cria um espaçamento de ar entre o sensor secundário 236 e as segundas extremidades 230, 232 das porções assimétricas em forma de Y 220, 222, criando deste modo um acoplamento magnético com perda com o sensor secundário 236. Controlando a distância no espaçamento de ar, bem como outros componentes do circuito magnético, tal como uma área de superfície de peça de extremidade de pólo, a magnitude do fluxo experimentado em ambos sensor de Efeito Hall primário 228 e sensor secundário 236 pode ser controlada respectivamente.

[0072] Tem sido verificado que um espaçamento de ar da ordem de aproximadamente 0,33 centímetros provê uma saída do sensor secundário 236 da ordem de 40 a 50 por cento da saída do sensor de Efeito Hall primário 228, o que é uma saída satisfatória para o sensor secundário 236 como usado como uma chave de limite. Novamente, variando as dimensões do adaptador, o tamanho do espaçamento de ar, ou o material do adaptador, as saídas relativas do sensor de Efeito Hall primário 228 e do sensor secundário 236 são afetadas. Então, naquelas aplicações nas quais o sensor de Efeito Hall primário 228 é usado primariamente como um sensor de posição e o sensor secundário 236 é usado como uma chave de limite, é preferível que o sensor de Efeito Hall primário 228 experimente uma percentagem maior do fluxo magnético, a partir do pólo de convergência de fluxo em forma de U 214, que o sensor secundário 236, e então as respectivas dimensões e materiais são selecionados para produzir este resultado desejado.

[0073] Em outras modalidades, o sensor secundário 236 pode ser posicionado relativamente ao sensor de Efeito Hall primário 228, de tal modo que não há necessidade de alterar as extremidades das seções em forma de L 216, 218 do pólo

de convergência de fluxo em forma de U. Retornando agora à FIG. 10, o sensor de Efeito Hall primário 228 é mostrado posicionado entre as extremidades das seções em forma de L 216, 218 e a superfície 238 do sensor de Efeito Hall primário 228, que está em contato com a seção em forma de L 218, é preferivelmente marcada. Nesta modalidade, o sensor secundário 236 é alinhado imediatamente adjacente ao sensor de Efeito Hall primário 228, de tal modo que as extremidades dos sensores primário e secundário 228, 236 estão preferivelmente se tocando.

[0074] Ao invés de desviar o fluxo do sensor de Efeito Hall primário 228 no sentido de o sensor secundário experimentar um fluxo como na modalidade prévia, o sensor secundário 236 da modalidade da FIG. 10 (bem como o sensor secundário 236 da modalidade alternativa adicional da FIG. 11) detecta o escape de fluxo próximo ao sensor de Efeito Hall primário 228. Por esta razão, é desejável que o sensor secundário 236 seja disposto no trajeto de fluxo de mais alto escape, o qual é tão próximo ao sensor de Efeito Hall primário 228 quanto possível.

[0075] Os elementos de detecção de Efeito Hall 240, 242 do sensor de Efeito Hall primário 228 e sensor secundário 236, respectivamente, estão alinhados um com o outro e estão orientados normais às extremidades das porções em forma de L 216, 218. Com as extremidades do sensor de Efeito Hall primário 228 e sensor secundário 236 se tocando, os elementos de detecção 240, 242 podem vantajosamente estar tão próximos quanto a aproximadamente 0,28 centímetros de um para outro, o que substancialmente maximiza a detecção do fluxo de escape próximo ao sensor de Efeito Hall primário 228 pelo elemento de detecção 242 do sensor secundário 236, quando os elementos de detecção primário e secundário 228, 236 são arranjados no mesmo plano.

[0076] Retornando agora à FIG. 11, em uma modalidade alternativa adicional, o sensor secundário 236 é orientado perpendicularmente ao sensor de Efeito Hall primário 228. Nesta modalidade, o elemento de detecção 242 do sensor secundário 236 está mesmo mais próximo ao elemento de detecção (não mostrado) do sensor de Efeito Hall primário 228. É verificado que, arranjando o sensor secundário 236 de tal modo que uma superfície não marcada do sensor secundário 236 seja colocado

em contato próximo, plano, com a superfície do fundo da porção em forma de L 218 do pólo de convergência de fluxo em forma de U, o elemento de detecção 242 do sensor secundário 236 pode estar tão próximo quanto aproximadamente 0,16 centímetros do elemento de detecção de Efeito Hall do sensor de Efeito Hall primário 228. Nesta modalidade alternativa, devido à proximidade dos elementos de detecção dos sensores primário e secundário 228, 236 e mais particularmente, devido à colocação do sensor secundário 236 em um trajeto de fluxo de escape mais alto, uma tensão de saída ainda maior é atingida pelo sensor secundário 236, se comparada ao segundo sensor da modalidade da FIG. 10.

[0077] FIG. 12 é uma representação gráfica de um percurso de haste de válvula típico que é monitorado utilizando sensores primário e secundário, de acordo com uma das modalidades aqui descritas, onde as saídas de tensão do sensor de Efeito Hall primário 228 e sensor secundário 236 são visualizadas em volts DC e o percurso ou deslocamento da haste de válvula, representado pelo movimento linear de uma fonte de fluxo magnético na forma de um portador de forma retangular (ou “suporte de magneto”) é visualizado em centímetros. Conforme ilustrado pela representação gráfica, a saída de tensão do sensor secundário 236 é proporcional à saída de tensão do sensor de Efeito Hall primário 228.

[0078] Alternativamente, pode-se colocar o sensor secundário 236 em qualquer outra localização desejada, porém preferivelmente em um trajeto de alto fluxo, isto é, ao invés de ou em adição ao sensor secundário experimentar escape de fluxo, o sensor secundário pode ser posicionado em um trajeto de fluxo secundário. Então, pode-se utilizar a configuração de pólo para formar um trajeto de fluxo de escape adicional a ser detectado pelo sensor secundário, ou para formar um trajeto de fluxo inteiramente separado a ser detectado pelo sensor secundário. Também, o sensor secundário pode ser usado para outras finalidades em um circuito de controle, além de uma chave de limite.

[0079] Conforme indicado esquematicamente na FIG. 13, o sensor de Efeito Hall primário 228 e o sensor secundário 236 são preferivelmente colocados em comunicação com um detector de tensão 250, que detecta tensão através dos

elementos de detecção de Efeito Hall 240, 242 em cada um dos sensores primário e secundário 228, 236. O detector de tensão 250 pode-se comunicar com um processador 252, que inclui uma memória 254 que armazena uma ou mais tensões predeterminadas com as quais a saída ou saídas de tensão detectadas podem ser comparadas. O processador pode ser adicionalmente adaptado para incluir um gerador de sinal de saída 256, que gera um sinal na determinação, pelo processador 252, de uma proximidade selecionada da saída ou saídas de tensão detectadas para uma ou mais tensões predeterminadas, armazenadas na memória 254. Um controlador 258 recebendo sinal, pode então iniciar uma ou mais sequências de controle apropriadas em resposta.

[0080] Será verificado por aqueles especialistas na técnica que as várias modalidades descritas acima são para fins de explicação e não são destinadas a limitar o escopo desta descrição. Por exemplo, embora as modalidades aqui descritas sejam direcionadas a detectar o curso de hastes de válvula, é verificado que os ensinamentos são do mesmo modo aplicáveis a outras situações, nas quais é desejado detectar confiavelmente posição e/ou confiavelmente limite de curso de um objeto, sem contato físico e sem a necessidade de chaves de limite eletromecânicas múltiplas ou similares.

REIVINDICAÇÕES

1. Conjunto de sensor de posição, caracterizado pelo fato de compreender:

uma primeira peça de pólo (33a);

uma segunda peça de pólo (33b), as primeira e segunda peças de pólo arranjadas para formar um pólo de convergência de fluxo geralmente em forma de U;

um sensor primário (228) disposto entre a primeira e segunda peças de pólo (33a, 33b), em que as primeira e segunda peças de pólo (33a, 33b) formam um trajeto de fluxo primário através do sensor primário (228) e permitem um trajeto de fluxo de escape fora do sensor primário (228); e

um sensor secundário (236) disposto no trajeto de fluxo de escape, em que o sensor secundário (236) opera como uma chave de limite, e o dito sensor primário (136) é disposto para experimentar uma porcentagem maior de fluxo magnético da peça de pólo em forma de U do que o sensor secundário (236).

2. Conjunto de sensor de posição de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o citado trajeto de fluxo de escape produz uma saída de tensão, a partir do sensor secundário (236), proporcional a uma saída de tensão do sensor primário (228), produzida pelo trajeto de fluxo primário.

3. Conjunto de sensor de posição de acordo com a reivindicação 1, caracterizado adicionalmente pelo fato de compreender um detector de tensão (250) em comunicação elétrica com o sensor primário (228) e o sensor secundário (236).

4. Conjunto de sensor de posição de acordo com a reivindicação 3, caracterizado adicionalmente pelo fato de compreender um processador (252) em comunicação com o detector de tensão (250), o dito detector de tensão (250) sendo adaptado para enviar uma saída de tensão detectada do sensor primário (228) e do sensor secundário (236) para o processador (252); dito processador (252) incluindo uma ou mais tensões predeterminadas armazenadas em uma memória (254) associada; e

dito processador (252) comparando pelo menos uma das saídas de

tensão do sensor primário (228) e do sensor secundário (236) com a dita uma ou mais tensões predeterminadas e dito processador sendo adaptado para gerar um sinal mediante uma proximidade selecionada da pelo menos uma saída de tensão para a uma ou mais das tensões predeterminadas.

5. Conjunto de sensor de posição de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a primeira peça de pólo (33a) é geralmente em uma forma de L e a segunda peça de pólo (33b) é geralmente em uma forma de L.

6. Conjunto de sensor de posição de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que o sensor primário (228) é posicionado entre uma extremidade de cada uma dentre a primeira e segunda peças de pólo (33a, 33b).

7. Conjunto de sensor de posição de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que uma superfície marcada do sensor primário (228) está em contato com a extremidade de pelo menos uma dentre a primeira e segunda peças de pólo (33a, 33b).

8. Conjunto de sensor de posição de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o sensor secundário (236) é alinhado imediatamente adjacente ao sensor primário (228).

9. Conjunto de sensor de posição de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o sensor secundário (236) está em contato com o sensor primário (228).

10. Conjunto de sensor de posição de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o sensor secundário (236) é arranjado perpendicularmente ao sensor primário (228).

11. Conjunto de sensor de posição, caracterizado pelo fato de compreender:

um sensor primário (228) incluindo pelo menos um elemento de detecção de Efeito Hall (240) sendo responsivo a campos magnéticos;

um sensor secundário (236) incluindo pelo menos um elemento de detecção de Efeito Hall (242) sendo responsivo a campos magnéticos;

uma peça de pólo de convergência de fluxo em forma de U (214) para

coletar e direcionar fluxo magnético pelo menos para o sensor primário (228), a peça de pólo de convergência de fluxo (214) sendo construída pela colocação simétrica de uma primeira e segunda seção em forma de L (216, 218) de material magneticamente permeável formando uma forma em U com uma base bifurcada, a base bifurcada da peça de pólo em forma de U possuindo um espaçamento separando a primeira e segunda seções em forma de L (216, 218);

dito sensor primário (228) sendo disposto entre uma extremidade de cada uma dentre a primeira e segunda seções em forma de L (216, 218); e

uma fonte de fluxo magnético (18) para gerar um campo magnético que varia de uma maneira substancialmente linear.

12. Conjunto de sensor de posição de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente uma primeira porção assimétrica em forma de Y (220) estendendo-se da primeira seção em forma de L (216), a primeira porção assimétrica em forma de Y (220) possuindo uma parte principal incluindo primeira e segunda extremidades estendendo-se em uma direção da segunda seção em forma de L (218);

uma segunda porção assimétrica em forma de Y (222) estendendo-se da segunda seção em forma de L (218), a segunda porção assimétrica em forma de Y (222) possuindo uma parte principal incluindo primeira e segunda extremidades estendendo-se em uma direção da primeira seção em forma de L (216);

dito sensor primário (228) sendo arranjado entre as primeiras extremidades da primeira e segunda porções assimétricas em forma de Y (220, 222); e

dito sensor secundário (236) sendo arranjado entre as segundas extremidades da primeira e segunda porções assimétricas em forma de Y (220, 222).

13. Conjunto de sensor de posição de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente um adaptador (234) disposto entre o sensor secundário (236) e as segundas extremidades da primeira e segunda porções assimétricas em forma de Y (220, 222).

14. Conjunto de sensor de posição de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de que o adaptador (234) é constituído de um material eletricamente isolante.

15. Conjunto de sensor de posição de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de que o material eletricamente isolante é plástico.

16. Conjunto de sensor de posição de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que o sensor secundário (236) é posicionado imediatamente adjacente ao sensor primário (228), e onde o elemento de detecção de Efeito Hall (240) do sensor primário e o elemento de detecção de Efeito Hall (242 do sensor secundário são alinhados um com o outro e são orientados normais às extremidades das seções em forma de L (216, 218).

17. Conjunto de sensor de posição de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que o sensor secundário (236) é posicionado perpendicularmente ao sensor primário (228), e onde o elemento de detecção de Efeito Hall (242) do sensor secundário é perpendicular ao elemento de detecção de Efeito Hall (240) do sensor primário, de modo que uma distância separando os elementos de detecção de Efeito Hall (240, 242) dos sensores primário e secundário é minimizada.

18. Conjunto de sensor de posição, caracterizado pelo fato de compreender:

um alojamento de sensor (212);

uma peça de pólo em forma de U (214) alinhada pelo alojamento de sensor (212), citada peça de pólo em forma de U incluindo uma primeira seção em forma de L (216) e uma segunda seção em forma de L (218), onde a primeira seção em forma de L (216) termina em uma primeira porção assimétrica em forma de Y (220) e a segunda seção em forma de L (218) termina em uma segunda porção assimétrica em forma de Y (222);

um sensor primário (228) posicionado entre uma primeira extremidade de cada uma dentre a primeira e segunda porções assimétricas em forma de Y (220, 222), citada primeira extremidade de cada uma dentre a primeira e segunda porções

assimétricas em forma de Y estando em uma parte principal da respectiva porção assimétrica em forma de Y; e

um sensor secundário (236) posicionado entre uma segunda extremidade de cada uma dentre a primeira e segunda porções assimétricas em forma de Y (220, 222), dita segunda extremidade de cada uma dentre a primeira e segunda porções assimétricas em forma de Y (220, 222) também estando em uma parte principal da respectiva porção assimétrica em forma de Y.

19. Conjunto de sensor de posição de acordo com a reivindicação 18, caracterizado pelo fato de que o sensor primário (228) inclui pelo menos um elemento de detecção (240) arranjado normal às primeiras extremidades da primeira e segunda porções assimétricas em forma de Y (220, 222).

20. Conjunto de sensor de posição de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato de que o sensor secundário (236) inclui pelo menos um elemento de detecção (242) arranjado normal às segundas extremidades da primeira e segunda porções assimétricas em forma de Y (220, 222).

21. Conjunto de sensor de posição de acordo com a reivindicação 18, caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente:

um adaptador (234) disposto em um sensor secundário (236) e pelo menos a segunda extremidade da primeira e segunda seções em forma de L (216, 218).

22. Conjunto de sensor de posição de acordo com a reivindicação 21, caracterizado pelo fato de que o adaptador (234) é constituído de um material eletricamente isolante.

23. Conjunto de sensor de posição de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de que o material eletricamente isolante é plástico.

24. Conjunto de sensor de posição de acordo com a reivindicação 21, caracterizado pelo fato de que o adaptador (234) é posicionado entre o sensor secundário (236) e as segundas extremidades de ambas primeira e segunda porções assimétricas em forma de Y (220, 222).

25. Conjunto de sensor de posição de acordo com a reivindicação 24,

caracterizado pelo fato de que o adaptador (234) cria um espaçamento de ar entre o sensor secundário (236) e as segundas extremidades de ambas primeira e segunda porções assimétricas em forma de Y (220, 222).

26. Conjunto de sensor de posição de acordo com a reivindicação 25, caracterizado pelo fato de que o espaçamento de ar é aproximadamente de 0,33 centímetros.

27. Conjunto de sensor de posição de acordo com a reivindicação 18, caracterizado pelo fato de que o sensor secundário (236) opera como uma chave de limite e o citado sensor primário (228) é arranjado para experimentar uma percentagem maior do fluxo magnético a partir da peça de pólo em forma de U (214) do que o sensor secundário (236).

28. Método para detectar posição relativa utilizando um conjunto de sensor de posição do tipo definido na reivindicação 1, caracterizado pelo fato de incluir:

prover uma primeira peça de pólo (33a) e uma segunda peça de pólo (33b) em proximidade a uma fonte de fluxo magnético (18);

prover um primeiro sensor de posição possuindo pelo menos um elemento de detecção de Efeito Hall (240) no mesmo, em um trajeto de fluxo primário formado pela primeira e segunda peças de pólo (33a, 33b);

prover um segundo sensor de posição (236) possuindo pelo menos um elemento de detecção de Efeito Hall (242) no mesmo, em um trajeto de fluxo de escape, fora do primeiro sensor de posição.

29. Método de acordo com a reivindicação 28, caracterizado pelo fato de incluir colocar o primeiro sensor de posição em contato próximo com pelo menos uma das peças de pólo (33a, 33b).

30. Método de acordo com a reivindicação 29, caracterizado pelo fato de que o trajeto de fluxo de escape é provido pelo menos em parte desviando o fluxo do sensor primário (228).

FIG. 1A

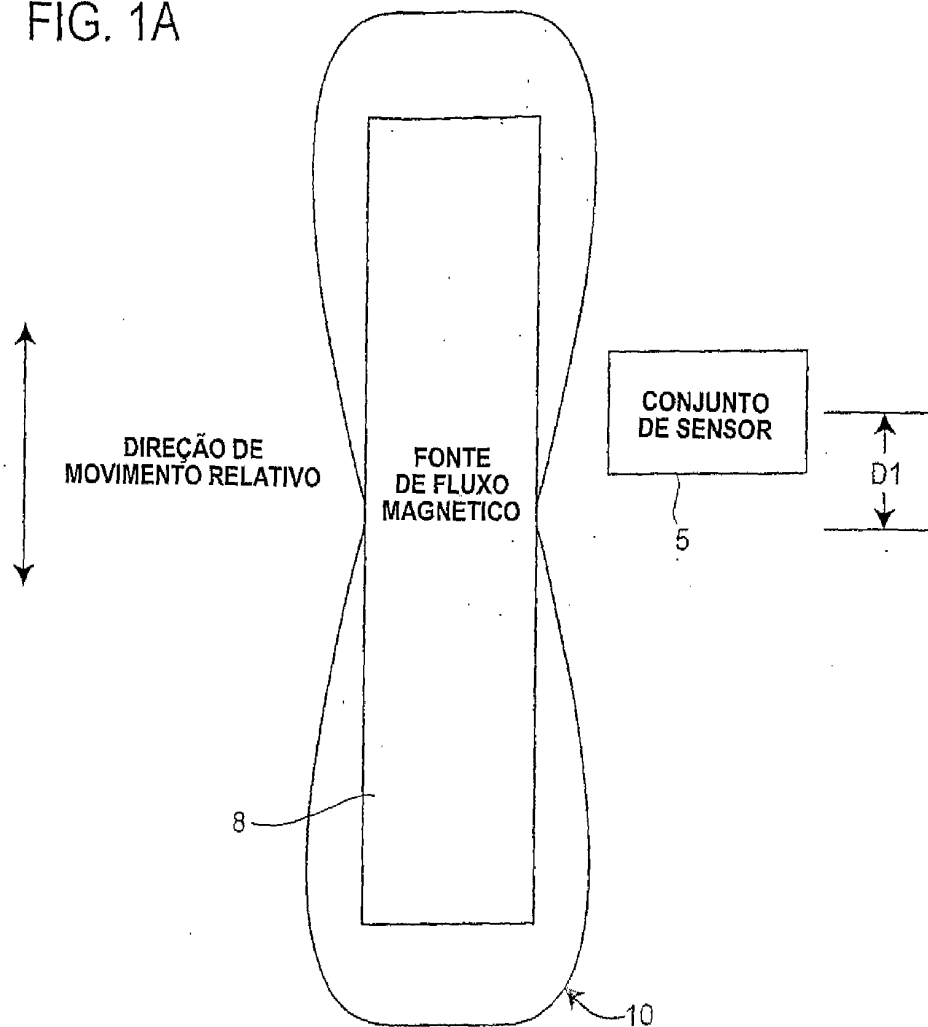


FIG. 1C

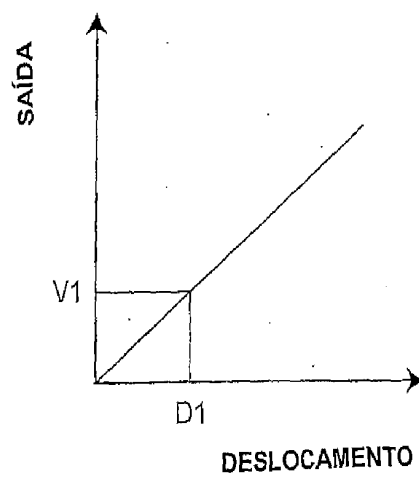


FIG. 1B

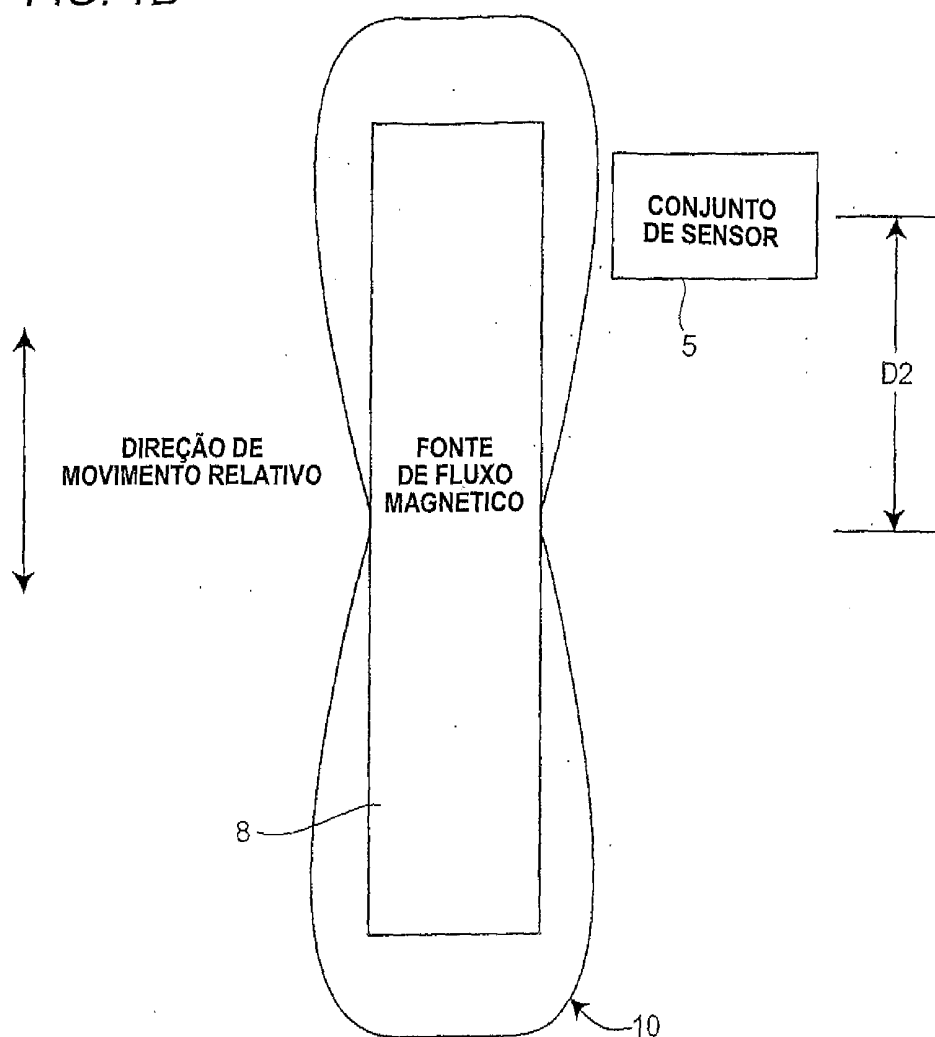
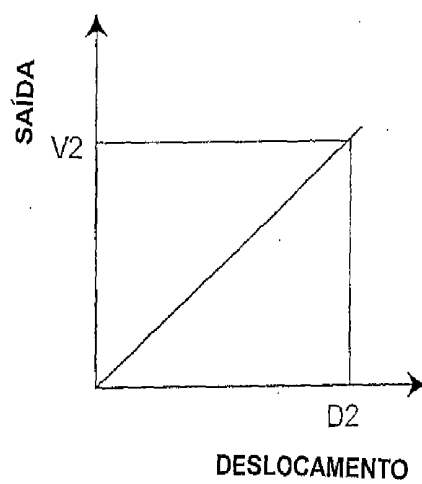


FIG. 1D



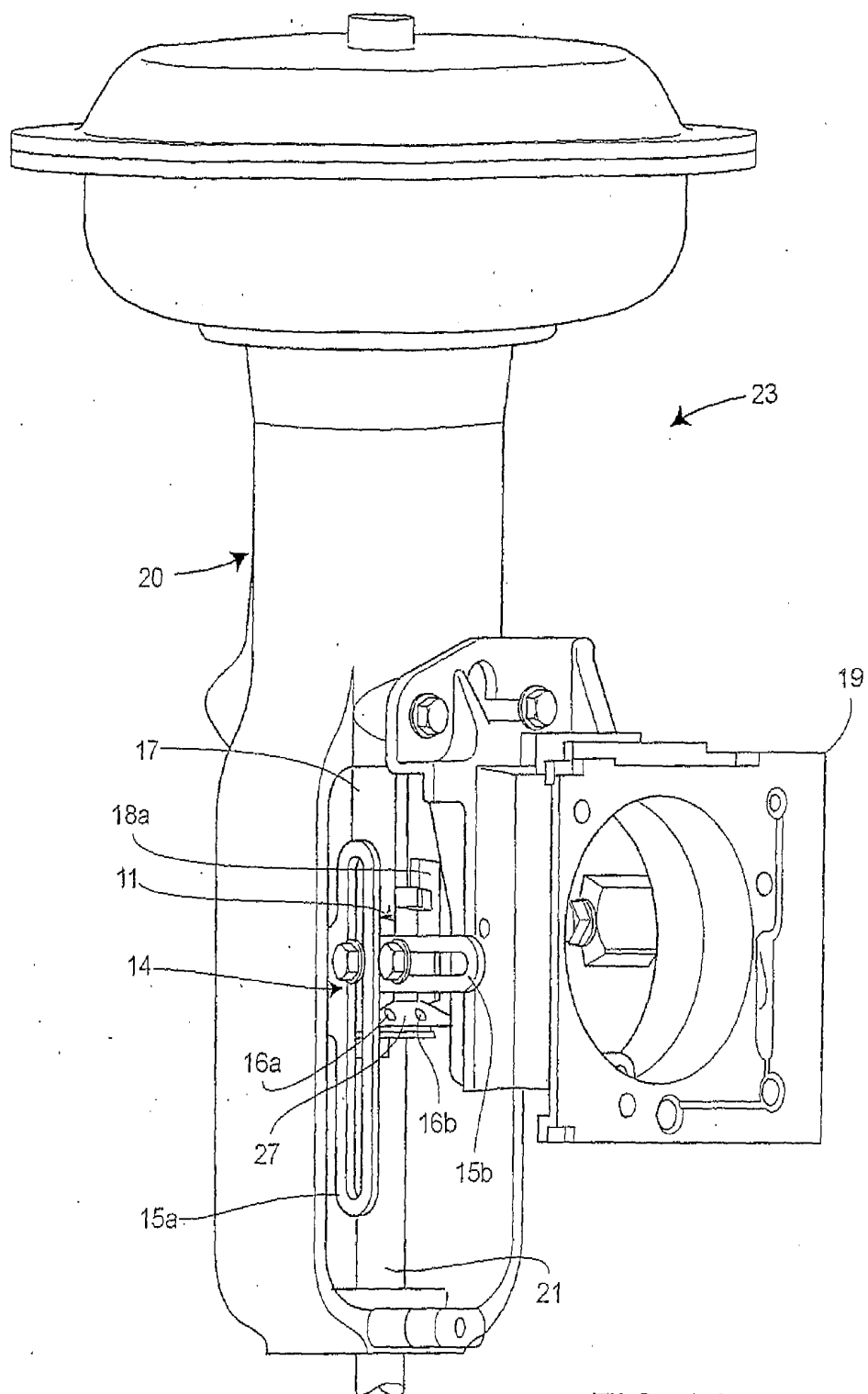
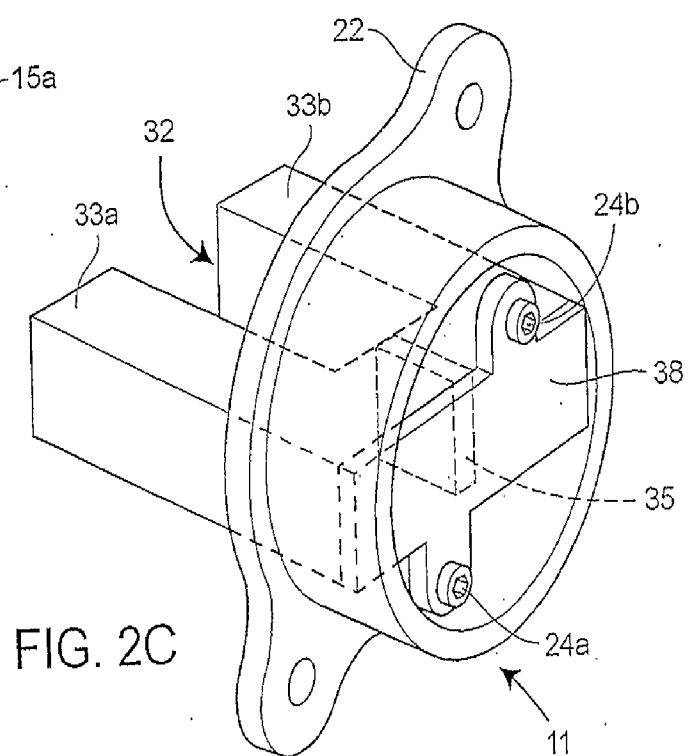
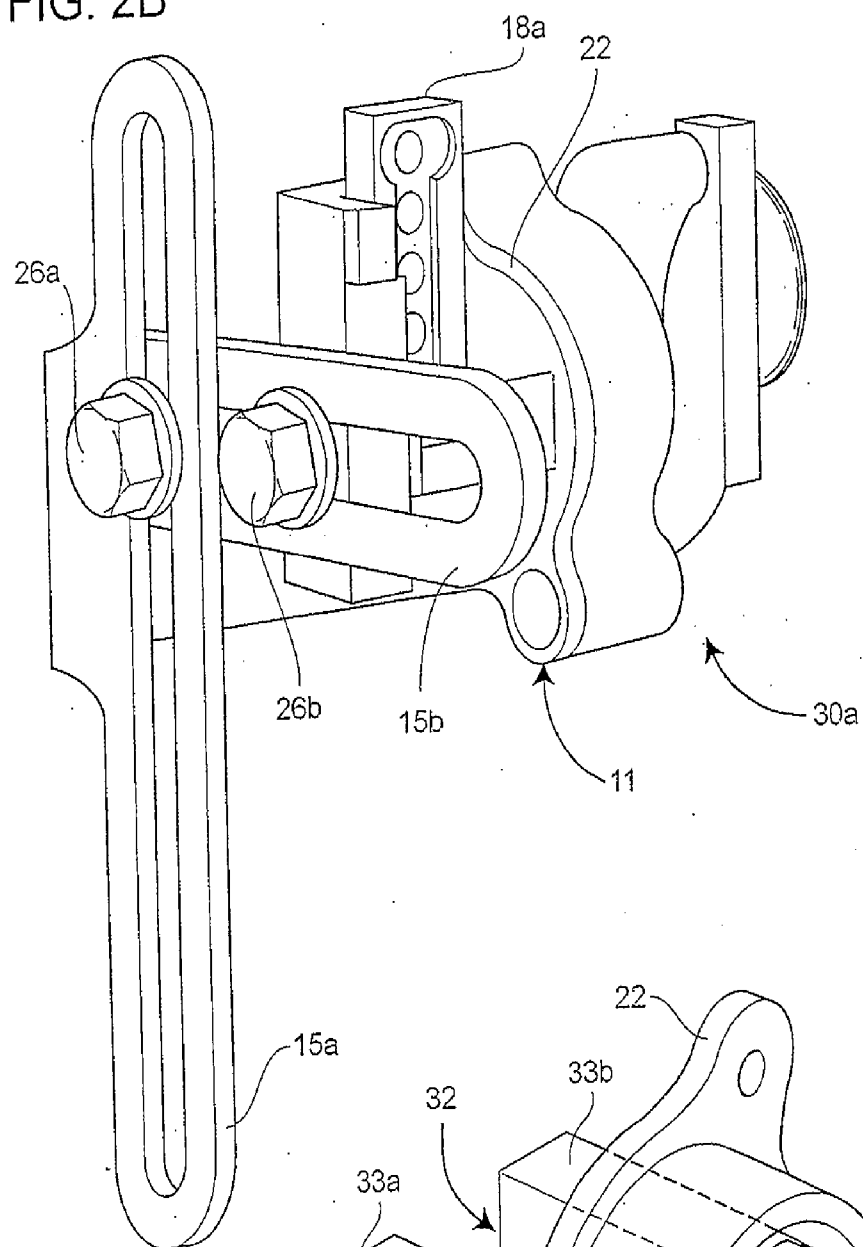


FIG. 2B



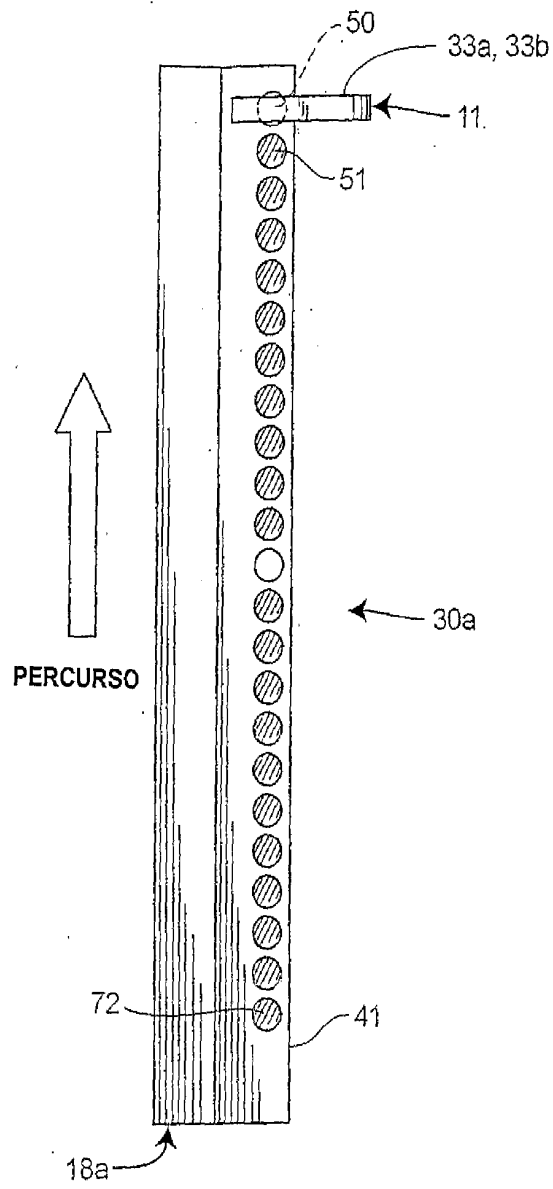


FIG. 3A

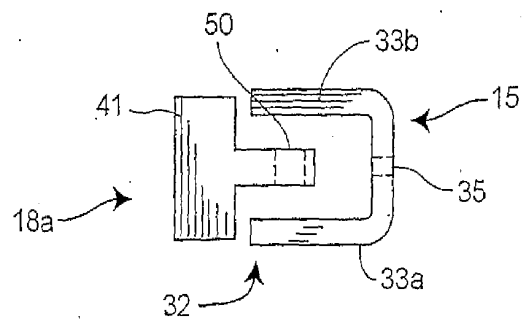


FIG. 3B

FIG. 3C

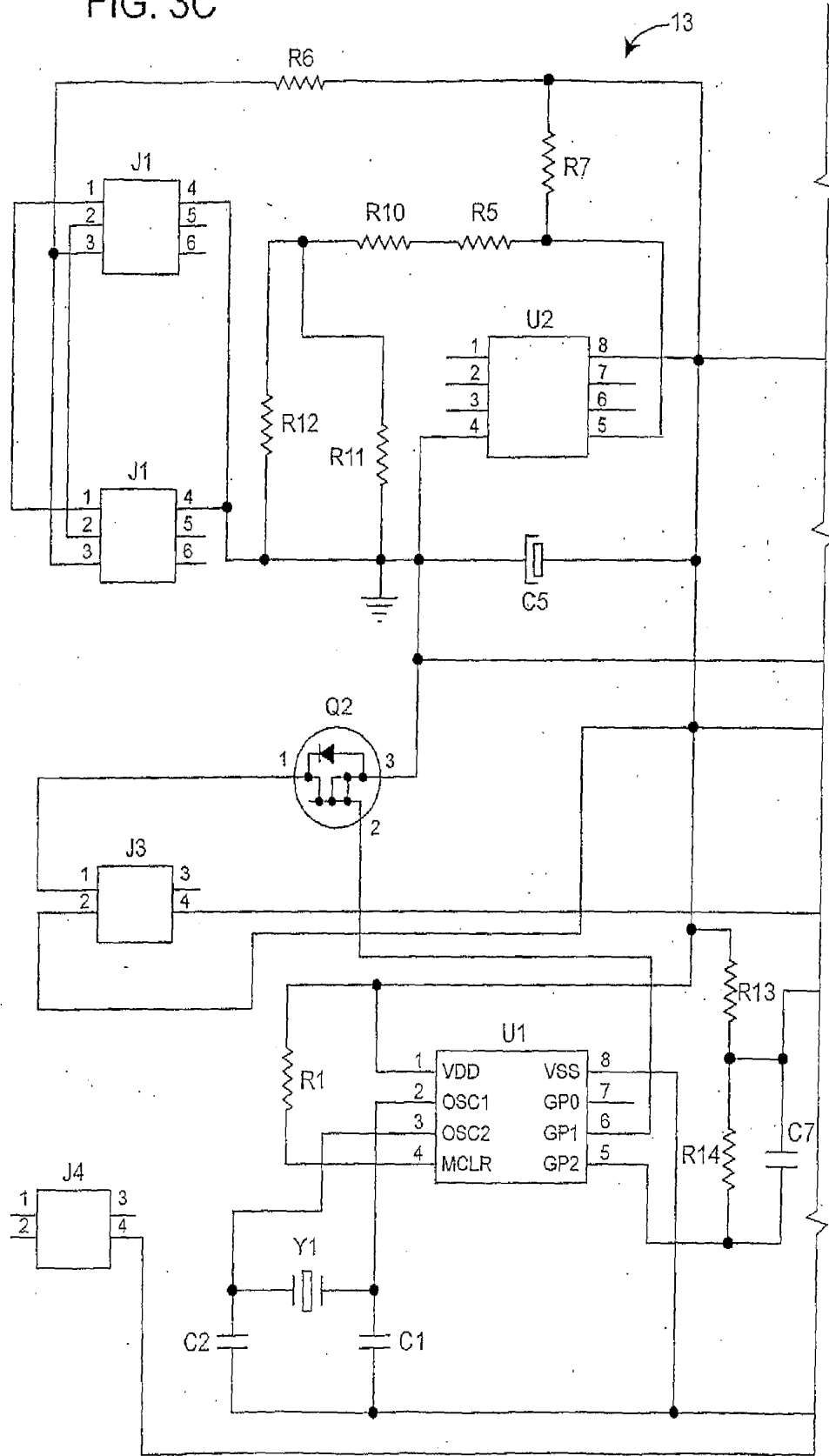
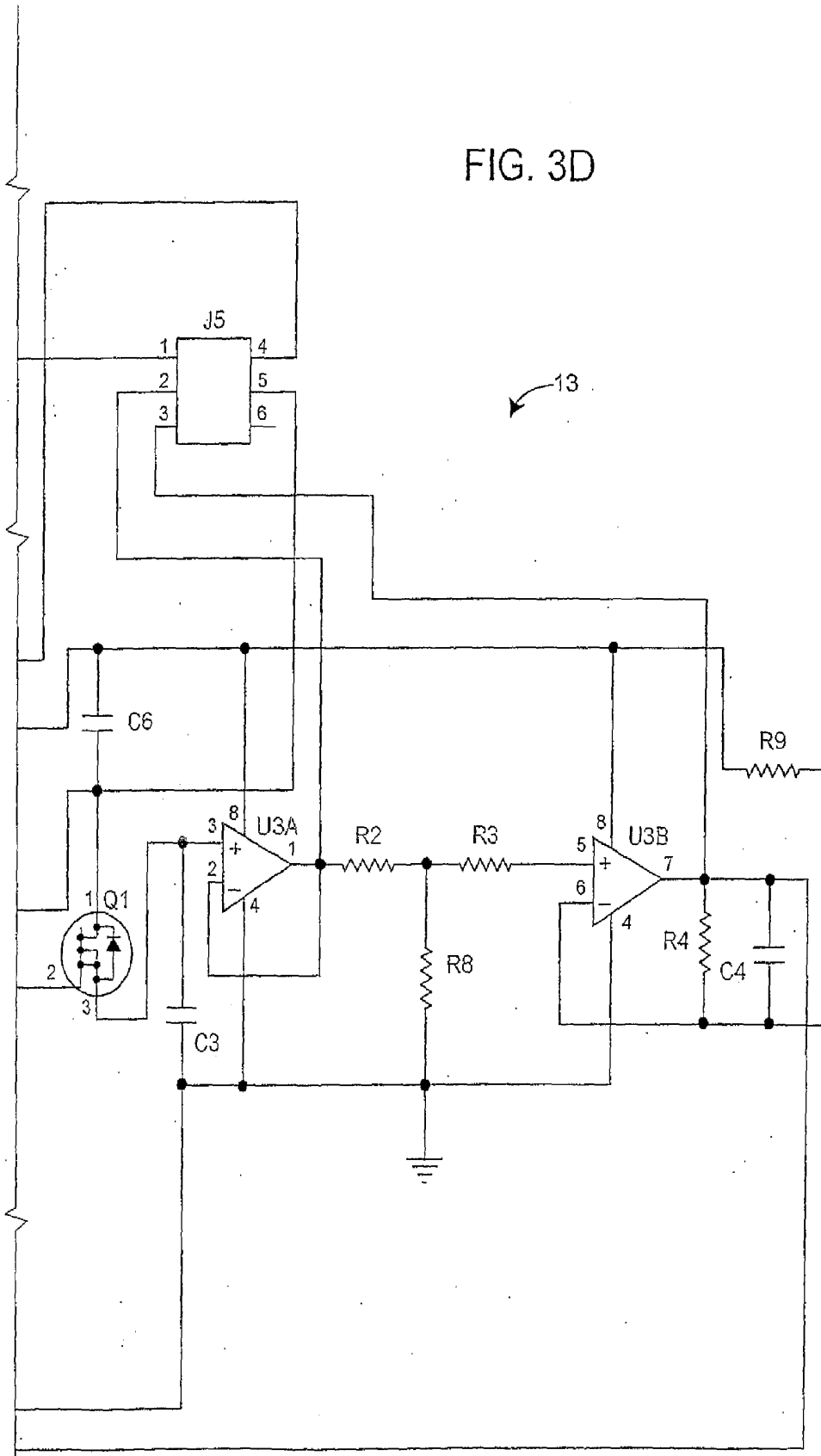


FIG. 3D



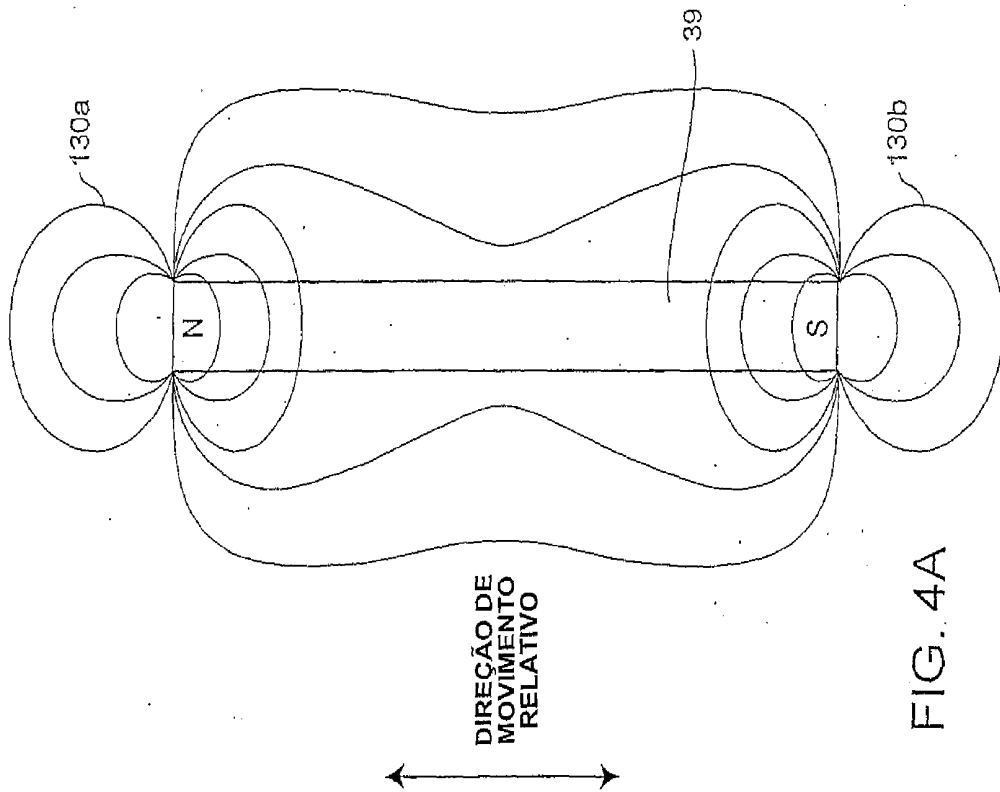


FIG. 4A

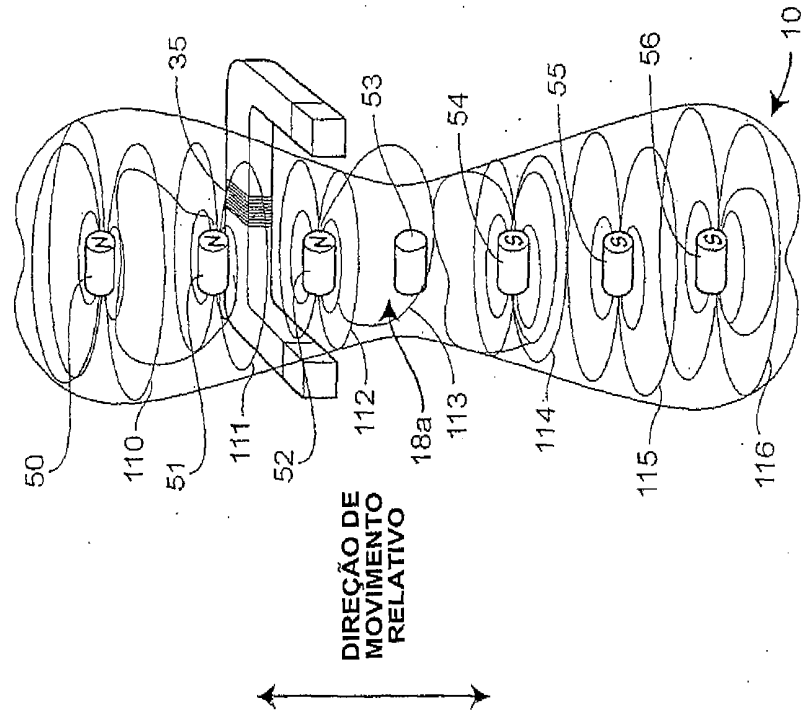


FIG. 4B

FIG. 5A

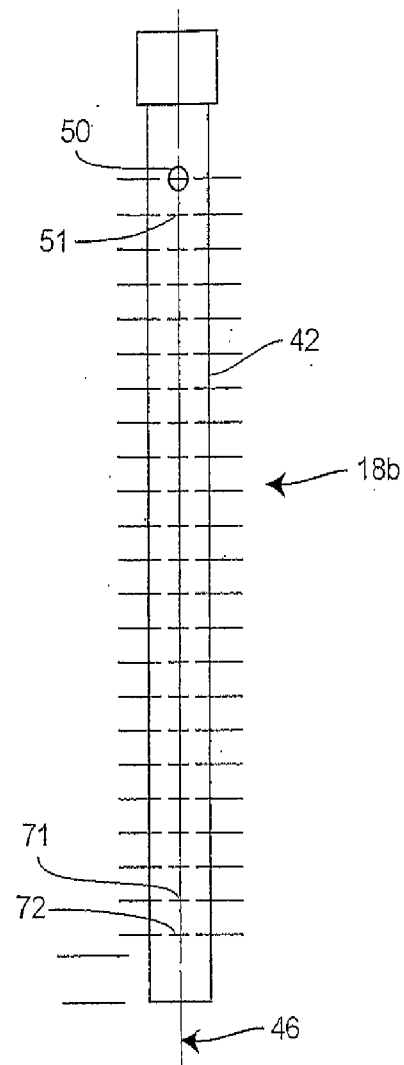


FIG. 5B

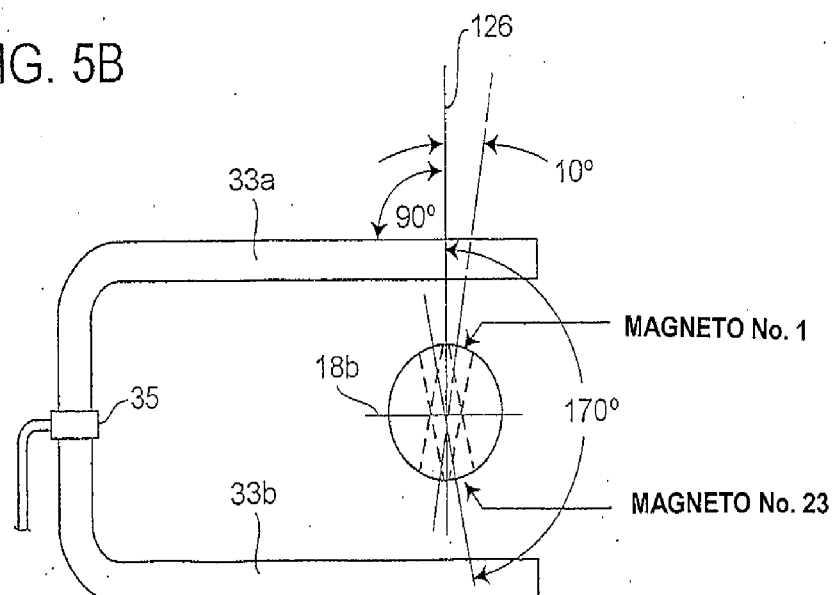


FIG. 6

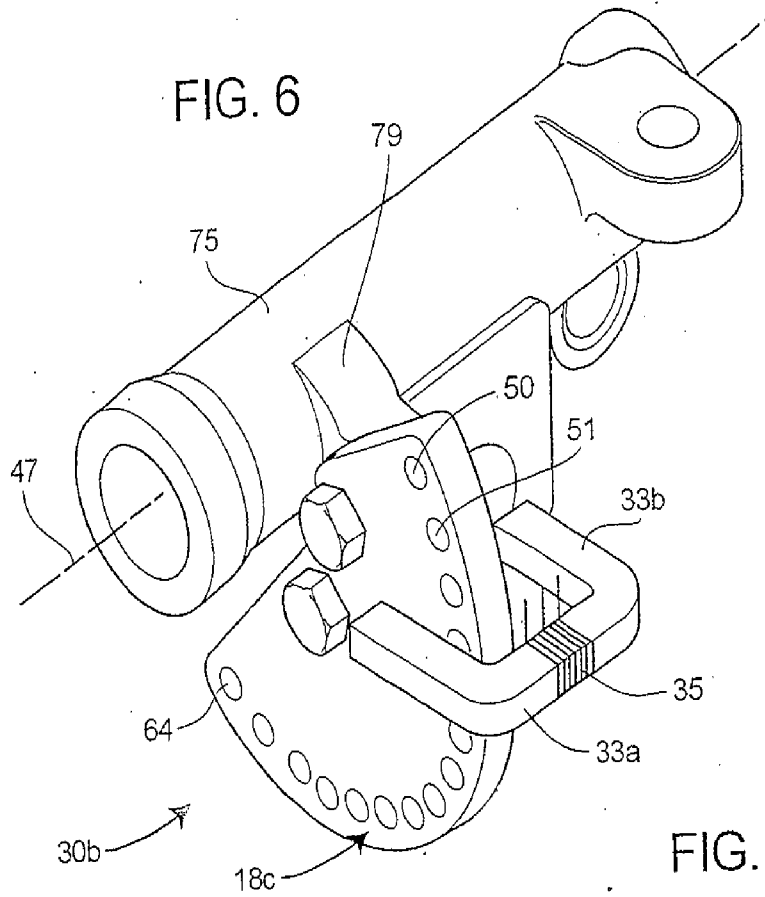


FIG. 7A

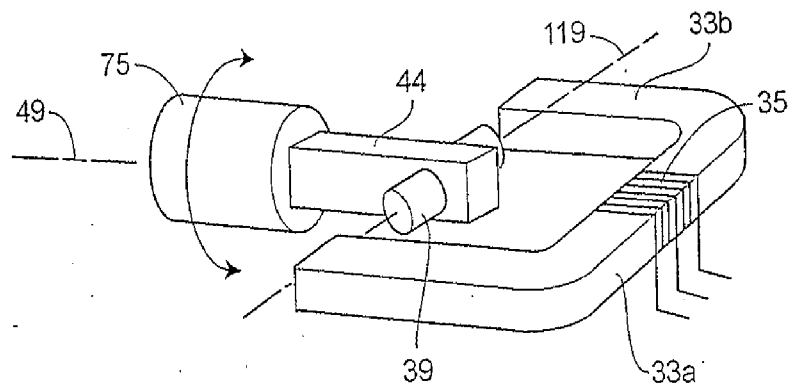


FIG. 7B

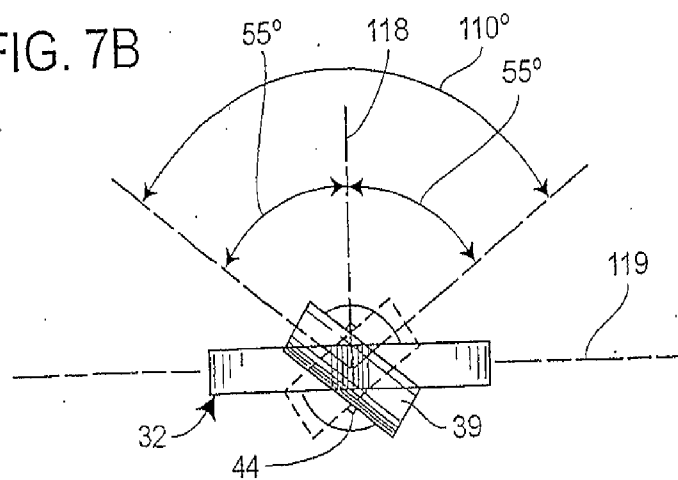


FIG. 8

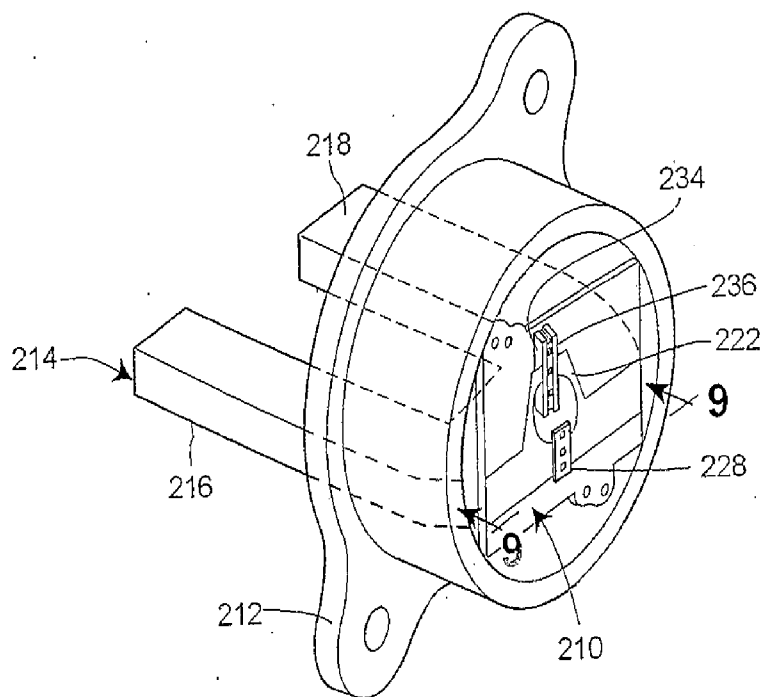


FIG. 9

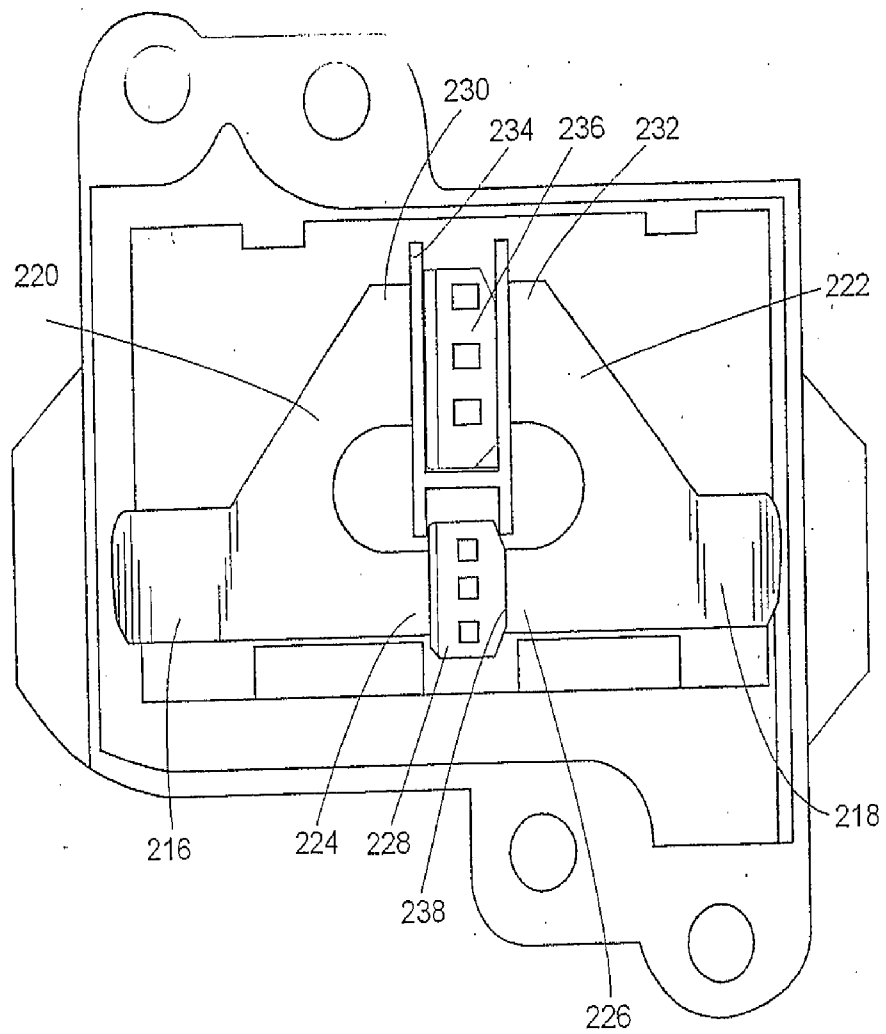


FIG. 10

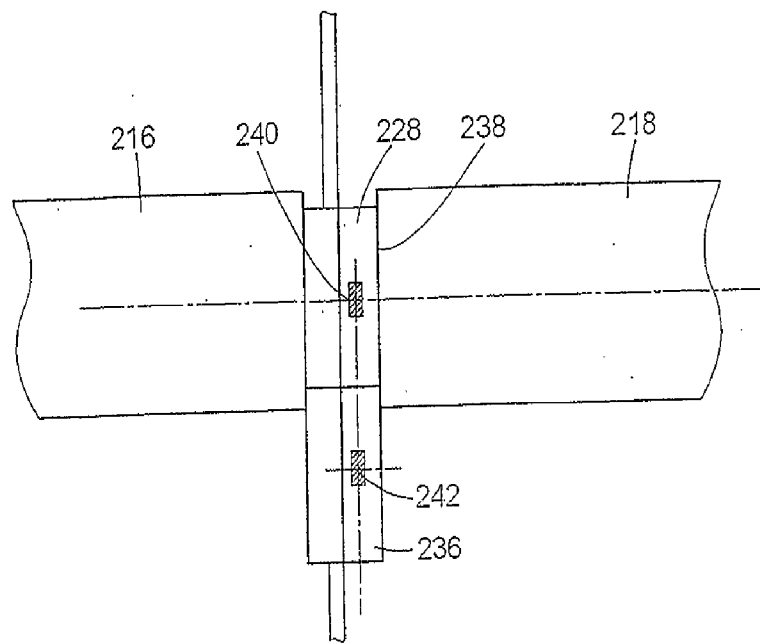


FIG. 11

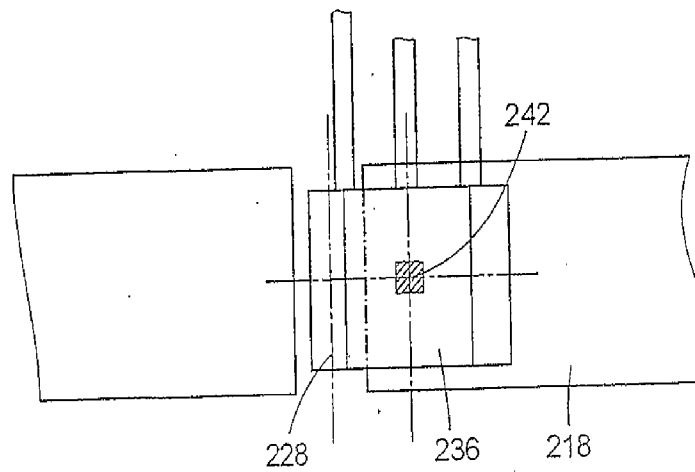


FIG. 12

Percorso de Suporte de magneto vs Saída de Sensor Hall Primário (Allegro 3516LUA) e um Segunda extremidade colocada na extremidade com o Primário. Segundo elemento sensor exatamente do lado de fora do espaçamento de ar entre os pólos. O arranjo do magneto é magneto 14#A14-6 de 6,35 centímetros versão Calibração 1.3.

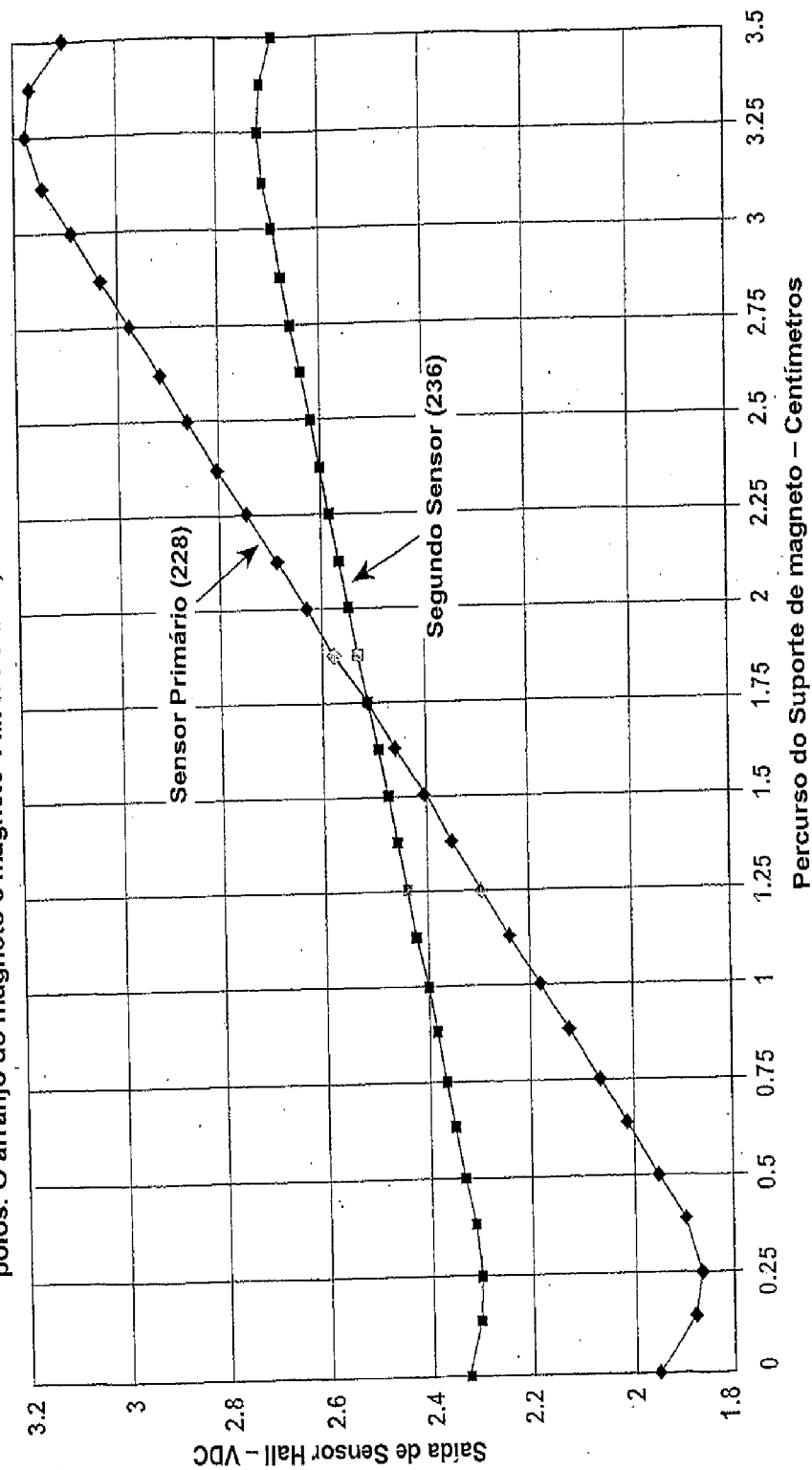


FIG. 13

