



República Federativa do Brasil  
Ministério da Economia  
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

**(11) PI 1013117-5 B1**



**(22) Data do Depósito: 11/06/2010**

**(45) Data de Concessão: 23/07/2019**

**(54) Título:** MEDIDOR DE FLUXO MAGNÉTICO-INDUTIVO

**(51) Int.Cl.:** G01F 1/58; H01F 41/02.

**(30) Prioridade Unionista:** 12/06/2009 US 12/457,483; 19/12/2009 DE 20 2009 017 274.0; 19/12/2009 DE 20 2009 017 275.9.

**(73) Titular(es):** SENSUS METERING SYSTEMS.

**(72) Inventor(es):** JÖRN GÖGGE; MICHAEL ZIMMERMAN; RAYMOND PSTIR.

**(86) Pedido PCT:** PCT EP2010003503 de 11/06/2010

**(87) Publicação PCT:** WO 2010/142451 de 16/12/2010

**(85) Data do Início da Fase Nacional:** 12/12/2011

**(57) Resumo:** MEDIDOR DE FLUXO MAGNÉTICO-INDUTIVO A invenção refere-se a um medidor de fluxo magnético-indutivo com uma caixa de material sintético à prova de pressão, compreendendo uma unidade de medição com um canal de medição (31), percorrido pelo fluido de medição, com seção transversal retangular, uma parede de canal (32), dois polos magnéticos (10) opostos na parede de canal (32), um eletroímã com bobina magnética (26) e núcleo magnético (27) para a geração de um campo magnético alternado, e dois eletrodos de medição opostos (34) na parede de canal (32). Os polos magnéticos (10) são peças estampadas, arqueadas e dobradas de chapa elétrica, sob a forma de uma régua estendida longitudinalmente (11') com elementos de superfície (10.1, 10.2) moldados e distanciados um do outro. A régua estendida longitudinalmente (11') forma, depois da dobradura, uma barra dupla (11). Os elementos de superfície (10.1, 10.2) formam, depois do arqueamento, superfícies de polo magnético. A barra dupla (11) e as superfícies de polo magnético formam o polo magnético (10). A barra dupla (11) se localiza sobre o lado de trás do polo magnético (10).

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**MEDIDOR DE FLUXO MAGNÉTICO-INDUTIVO**".

Área Técnica

A presente invenção refere-se a um medidor de fluxo magnético-indutivo segundo o preâmbulo da reivindicação 1.

Estado da Técnica

Medidores de fluxo magnético-indutivo empregam um método de medição que se baseia na lei de Faraday da indução eletromagnética. O primeiro fundamento para a medição magnética-indutiva da velocidade de corrente de fluidos foi registrado no ano de 1832 em uma publicação de Michael Faraday. A moderna técnica de circuitos eletrônicos em conexão com campos magnéticos alternados tornou possível dominar a separação entre os sinais úteis proporcionais à velocidade de corrente e os sinais de interferência que ocorrem em procedimentos eletroquímicos ao se gerar o campo magnético nos eletrodos usados para o desacoplamento de sinais. Com isso, parecia que não haveria mais obstáculos ao emprego industrial largamente propagado de medidores de fluxo magnético-indutivo.

O princípio de medição do medidor de fluxo magnético-indutivo aproveita a separação de cargas movidas em um campo magnético. Através de um tubo de material não magnético, cujo lado interno é isolante elétrico, flui o líquido condutor a ser medido. A partir de fora aplica-se um campo magnético por meio de bobinas. Os portadores de carga existentes no líquido condutor, íons e outras partículas carregadas são desviados pelo campo magnético: os portadores de carga positivos, por um lado, e os portadores de carga negativos, por outro lado. Em eletrodos de medição dispostos perpendicularmente ao campo magnético forma-se uma tensão devido à separação de cargas, a qual é detectada por meio de um aparelho de medição. A altura da tensão medida é proporcional à velocidade de fluxo dos portadores de carga e, por conseguinte, proporcional à velocidade de fluxo do fluido medido. Por meio de integração ao longo do tempo é possível determinar a quantidade de fluxo.

No caso de campos magnéticos que são gerados com pura ten-

são alternada, ocorre a indução de tensões de interferência nos eletrodos, as quais precisam ser impedidas através de filtros apropriados e dispendiosos. Por isso, o campo magnético é usualmente gerado através de uma corrente contínua compassada de polaridade alternante. Isso garante um ponto zero estável e torna a medição insensível em relação a influências através de substâncias multifásicas e heterogeneidades no líquido. Mesmo no caso de condutibilidade baixa, pode-se obter assim um sinal de medição útil.

Quando um líquido de medição for movido através do tubo de medição, segundo a lei da indução haverá uma tensão nos dois eletrodos de medição que estão dispostos no tubo de medição perpendicularmente à direção de fluxo e perpendicularmente ao campo magnético. No caso de um perfil de fluxo simétrico e um campo magnético homogêneo, essa tensão é diretamente proporcional à velocidade de fluxo média. O processo indutivo de medição de fluxo está em condições de gerar, diretamente do fluxo, um sinal útil eletricamente para o processamento posterior. Aplica-se basicamente a seguinte equação:

$$U = k * B * D * v$$

sendo U = tensão, k = fator de proporcionalidade, B = intensidade do campo magnético, D = diâmetro do tubo, v = velocidade do fluxo.

Uma possível concretização de um medidor de fluxo magnético-indutivo acha-se descrita na US 6.626.048 B1, cuja evidência total é aqui integrada como referência. No entanto, esse documento mostra apenas as bases físicas e eletrônicas, nenhuma concretização prática.

É evidente que na concretização prática de um medidor de fluxo magnético-indutivo devem ser resolvidos problemas consideráveis.

Por um lado, há a questão do material. O tubo de medição tem que ser não magnético, para não interferir nos campos magnéticos. Além disso, o tubo de medição tem que ser isolante elétrico para não interferir na redução da tensão com ajuda dos eletrodos. Além disso, o tubo tem que ser constituído de material adequado a alimentos se o fluido for um alimento, como água potável, por exemplo.

Essas exigências podem ser melhor atendidas se o material em-

pregado for um material sintético adequado a alimentos. No entanto, em relação ao metal os materiais sintéticos apresentam a desvantagem de uma resistência substancialmente menor. No entanto, resistência em relação à pressão interna é uma condição obrigatória. A tentativa de se obter resistência à pressão interna através de uma espessura maior da parede de tubo não é aceitável, já que, caso contrário, o campo magnético ficaria muito debilitado.

Conforme mencionado acima, a tensão nos eletrodos de medição é proporcional à intensidade do campo magnético, supondo-se que o campo magnético atravessasse o canal de medição de forma homogênea. A US 6.626.048 B1 revela uma solução para um canal de medição cilíndrico-circular, a qual consiste em uma bobina magnética com um núcleo magnético de chapa elétrica ferromagnética, bem como dois polos magnéticos, acoplados com o núcleo magnético, de chapa elétrica de baixo magnetismo. No entanto, testes práticos revelaram que com essa disposição não é possível obter resultados satisfatórios de medição. As razões são as linhas de campo relativamente longas e a grande resistência magnética na chapa elétrica, pois o circuito magnético está disposto em torno dos eletrodos.

#### Exposição da Invenção

A presente invenção tem como objetivo apresentar um medidor de fluxo magnético-indutivo, que supere os problemas acima mencionados e forneça um resultado de medição otimizado.

Esse objetivo é alcançado por meio de medidores de fluxo magnético-indutivo com as características da reivindicação 1.

Uma vantagem essencial dos polos magnéticos de acordo com a invenção é a distribuição uniforme das linhas de campo magnético por toda a superfície do polo, produzida através da barra dupla sobre o lado de trás do polo magnético. Através de um dimensionamento adequado das barras duplas é possível influenciar a distribuição das linhas de campo magnéticas. Ao mesmo tempo, a peça estampada, dobrada e arqueada pode ser produzida de modo totalmente automático e em grande quantidade de peças.

Segundo uma configuração da invenção, as superfícies de polo

magnético são triangulares e o polo magnético daí resultante é retangular. Uma alternativa são os polos magnéticos em forma de elipse.

5 A barra dupla tem outras vantagens como consequência. Conforme uma configuração da invenção, se o núcleo magnético do eletroímã ou, pelo menos, em suas extremidades for projetado plano, então ele poderá ser preso por aperto entre as barras duplas. Desse modo, as linhas de campo magnético geradas no eletroímã serão distribuídas de modo otimizado e sem fenda de ar atenuante sobre as duas partes da barra dupla, a qual, então, as encaminha para os elementos de superfície do polo magnético.

10 Para facilitar a montagem do núcleo magnético do eletroímã, as extremidades da barra dupla podem ser expandidas em forma de funil.

Para viabilizar o manejo e o posicionamento do eletroímã, do núcleo magnético e dos polos magnéticos, segundo uma forma de desenvolvimento da invenção é previsto um retentor de material sintético que imobiliza essas peças.

15 Segundo uma configuração preferida para isso, o retentor de material sintético possui uma forma aproximadamente de U, com uma barra transversal estável na extremidade da cabeça, duas pernas curtas, duas pernas longas paralelas a estas, uma ranhura entre as pernas longas e curtas, ajustada à espessura da barra dupla e do núcleo magnético, e guias laterais que garantem a posição correta da barra dupla do polo magnético sobre a perna longa.

20 Esse retentor de material sintético tem a vantagem de que as peças magnéticas podem ser montadas através de simples processos de encaixe. A combinação de retentor de material sintético e peças magnéticas pode então ser manejada de modo fácil e seguro e, por fim, ser montada no medidor de fluxo magnético-indutivo.

30 Segundo uma forma de desenvolvimento, as pernas longas podem terminar em um gancho. Essa construção é vantajosa quando a caixa do medidor de fluxo magnético-indutivo for moldada em forma adaptada a isso.

#### Breve Descrição dos Desenhos

Com base no desenho, a invenção será explicada detalhadamente sob a forma de exemplos de execução. Mostra-se:

Figura 1: uma peça estampada, dobrada e arqueada, de chapa elétrica, para a produção de um polo magnético retangular;

5

Figura 2: um polo magnético daí produzido;

Figura 3: como vista frontal, um eletroímã com núcleo magnético plano e dois polos magnéticos segundo a figura 1, fixados por aperto em um retentor de material sintético;

Figura 4: uma vista lateral da figura 3;

10

Figura 5: o retentor de material sintético da figura 3, equipado com as peças magnéticas, inserido em uma caixa cortada transversalmente de um medidor de fluxo magnético-indutivo.

Caminhos para a Execução da Invenção e Aproveitamento Comercial

15

A figura 1 mostra uma peça estampada, dobrada e arqueada de chapa elétrica. Reconhece-se uma régua 11' estendida longitudinalmente, na qual se acham moldados a uma distância recíproca elementos de superfície triangulares 10.1, 10.2. Entre os elementos de superfície triangulares 10.1, 10.2 é prevista uma linha de dobra 12 sobre a régua 11'. Entre a régua 11' e os elementos de superfície triangulares 10.1, 10.2 são previstas linhas de arqueamento 13.

20

A figura 2 mostra o polo magnético 10 formado a partir do elemento da figura 1, através de dobradura ao longo da linha 12 e através de arqueamento ao longo da linha 13. Os dois elementos de superfície triangulares 10.1, 10.2 complementam-se mutuamente para formar um polo magnético retangular. As extremidades livres da barra dupla 11 acham-se expandidas em forma de funil. Também são possíveis outras formas das superfícies de polo magnético, por exemplo arredondadas, ovais etc.

25

Uma vantagem essencial desse polo magnético 10, além da produção fácil, é a condução ótima dos campos magnéticos através da barra dupla 11 para as superfícies de polo. De resto, as extremidades planas de um núcleo magnético 27 de um eletroímã 26 (figuras 3 e 4) podem ser pre-

30

5           sas por aperto entre a barra dupla 11, de tal modo que os campos magnéticos gerados pelo eletroímã 26 cheguem, de modo ótimo e sem fenda de ar perturbadora, às superfícies de polo.

          A figura 3 mostra o eletroímã 26 como um núcleo magnético plano 27, cujas extremidades ficam presas por aperto entre as barras duplas 11 de dois polos magnéticos 10. As peças magnéticas 10, 27, por sua vez, estão fixadas por aperto em um retentor de material sintético 20. O retentor de material sintético 20 possui uma forma aproximada de U, com uma barra transversal estável 21 na extremidade da cabeça, duas pernas curtas 22, 10   duas pernas longas 23 paralelas a estas, uma ranhura entre as duas pernas 22, 23, ajustada à barra dupla 11 e ao núcleo magnético 27, e guias laterais 24 que garantem a posição correta da barra dupla 11 sobre a perna longa 23.

          O campo alternado magnético, gerado na bobina magnética 26, 15   é transmitido através do núcleo magnético 27, em grande superfície, para a barra dupla 11 e desta para o polo magnético 10, pelo qual é gerado o campo magnético homogêneo simbolizado por setas duplas.

          A figura 4 mostra o dispositivo da figura 3 como vista lateral. Reconhece-se o núcleo magnético 27, fixado por aperto entre a barra dupla 11, 20   e a barra dupla 11 fixada por aperto entre as pernas 22, 23. Além disso, na extremidade inferior da perna longa 23 reconhece-se um gancho moldado 25, o qual mantém correspondência com uma contrapeça correspondente na caixa de um medidor de fluxo magnético-indutivo.

          A figura 5 mostra o retentor de material sintético 20 das figuras 3 25   e 4, com as peças magnéticas montadas 10, 26, 27, inserido em uma caixa do medidor de fluxo magnético-indutivo, o qual é mostrado em corte transversal. O medidor de fluxo magnético-indutivo possui um canal de medição retangular 31 com paredes laterais longas 32, junto a cujo lado externo se localizam os polos magnéticos 10, para gerar o campo magnético homogêneo, simbolizado por setas duplas, no interior do canal de medição 31. 30   Reconhece-se, ainda, um dos eletrodos 34, inserido no canal de medição 31, eletrodos estes que estão orientados perpendicularmente ao campo magné-

tico e nos quais pode-se tomar uma tensão de medição que seja proporcional ao fluxo a ser medido.

A figura 5 mostra ainda, em corte transversal, uma gaiola de reforço externa para a caixa, constituída por duas primeiras costelas longitudinais 40 aqui orientadas perpendicularmente e duas segundas costelas longitudinais 41 perpendiculares a estas. As duas costelas longitudinais 40, 41 terminam em um anteparo transversal 42, em cujo lado de trás existe uma luva de entrada ou de saída (não visível aqui) para o fluido de medição. A bobina magnética 26 está posicionada ao lado de um dos dois eletrodos 34, o mais próximo possível. Desse modo, o curso magnético da bobina magnética 26 através do núcleo magnético 27 e da barra dupla 11 para as superfícies de polo magnético torna-se bastante curto e o eletrodo 34 permanece sob livre acesso, para se tomar a tensão de medição.

Por fim, entre as paredes 32 do canal de medição 31 e as primeiras costelas longitudinais 40 também se reconhece um anteparo transversal interno 37, o qual transmite para a gaiola externa 40, 41 a pressão exercida pela pressão interna no canal de medição 31 para as paredes de canal 32.

## REIVINDICAÇÕES

1. Medidor de fluxo magnético-indutivo com uma caixa de material sintético à prova de pressão, compreendendo uma unidade de medição com
- 5                   - um canal de medição (31), percorrido pelo fluido de medição, com seção transversal retangular,
- uma parede de canal (32),
- dois polos magnéticos (10) opostos na parede de canal (32),
- um eletroímã com bobina magnética (26) e núcleo magnético
- 10 (27) para a geração de um campo magnético alternado,
- e dois eletrodos de medição opostos (34) na parede de canal (32),
- caracterizado pelas seguintes características:
- os polos magnéticos (10) são peças estampadas, arqueadas e
- 15 dobradas de chapa elétrica, sob a forma de uma régua estendida longitudinalmente (11') com elementos de superfície (10.1, 10.2) moldados e distanciados um do outro,
- a régua estendida longitudinalmente (11') forma, depois da dobradura, uma barra dupla (11),
- 20                   - os elementos de superfície (10.1, 10.2) formam, depois do arqueamento, superfícies de polo magnético,
- a barra dupla (11) e as superfícies de polo magnético formam o polo magnético (10),
- a barra dupla (11) se localiza sobre o lado de trás do polo
- 25 magnético (10).
2. Medidor de fluxo magnético-indutivo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelas seguintes características:
- a bobina magnética (26) está posicionada ao lado dos eletrodos de medição (34),
- 30                   - a barra dupla evolui diagonalmente às superfícies de polo magnético.
3. Medidor de fluxo magnético-indutivo de acordo com a reivindi-

cação 1 ou 2, caracterizado pelas seguintes características:

- os elementos de superfície (10.1, 10.2) são triangulares,
- as superfícies de polo magnético formam um retângulo,
- a barra dupla (11) fica verticalmente sobre as superfícies e polo

5 magnético.

4. Medidor de fluxo magnético-indutivo de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelas seguintes características:

- os elementos de superfície são arredondados,
- as superfícies de polo magnético formam uma elipse,
- a barra dupla (11) fica verticalmente sobre as superfícies de

10

polo magnético.

5. Medidor de fluxo magnético-indutivo de acordo com uma das reivindicações de 1 a 4, caracterizado pela seguinte característica:

- o núcleo magnético (27) do eletroímã (26) é plano e se acha fi-

15

xado por aperto entre as barras duplas (11).

6. Medidor de fluxo magnético-indutivo de acordo com uma das reivindicações de 1 a 5, caracterizado pela seguinte característica:

- as extremidades da barra dupla (11) encontram-se expandidas em forma de funil.

20

7. Medidor de fluxo magnético-indutivo de acordo com uma das reivindicações de 1 a 6, caracterizado pela seguinte característica:

- um retentor de material sintético (20) retém a bobina magnética (26), o núcleo magnético (27) e os polos magnéticos (10), mantendo-os imobilizados por aperto.

25

8. Medidor de fluxo magnético-indutivo de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pela seguinte característica:

- o retentor de material sintético (20) possui uma forma aproximada de U, com uma barra transversal estável (21) na extremidade da cabeça, duas pernas curtas (22), duas pernas longas (23) paralelas a estas e uma ranhura entre as duas pernas (22, 23), ajustada para uma fixação por

30

aperto da barra dupla (11) e do núcleo magnético (27).

9. Medidor de fluxo magnético-indutivo de acordo com a reivindi-

cação 7 ou 8, caracterizado pela seguinte característica:

- guias laterais (24) garantem a posição correta da barra dupla (11) sobre a perna longa (23).

5 10. Medidor de fluxo magnético-indutivo de acordo com a reivindicação 7, 8 ou 9, caracterizado pela seguinte característica:

- as pernas longas (23) terminam em um gancho (25).

1/1

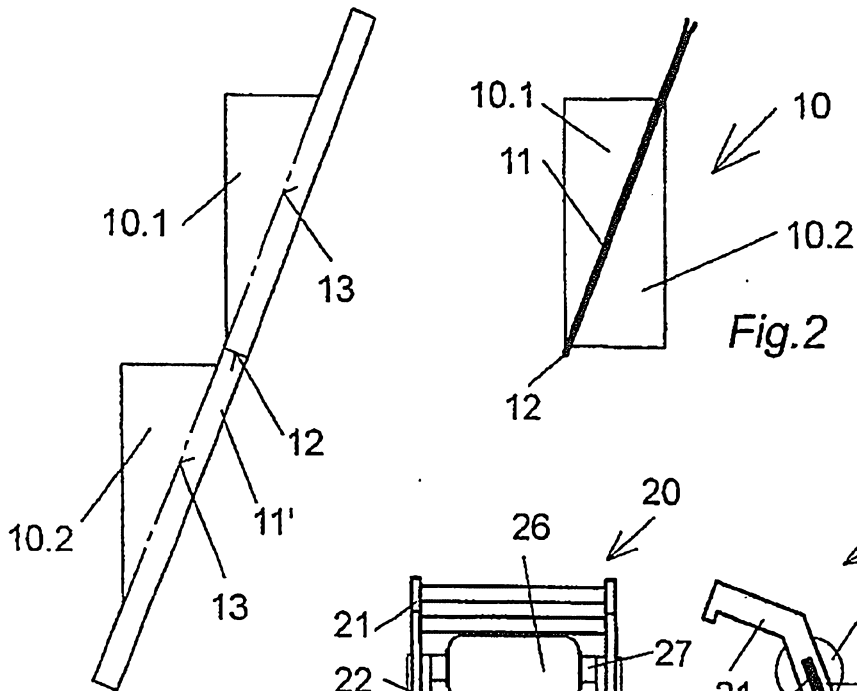


Fig. 1

Fig. 2

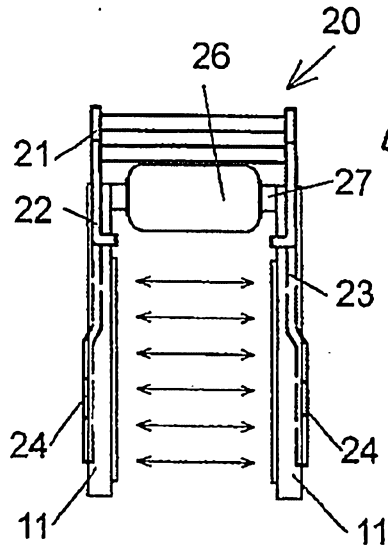


Fig. 3

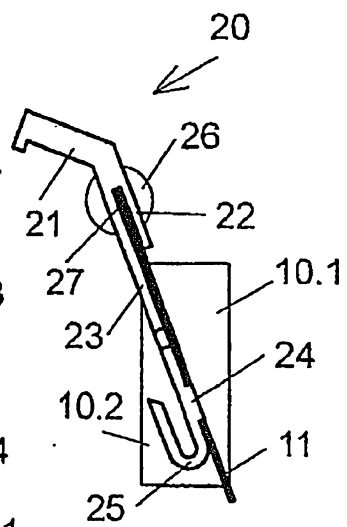


Fig. 4

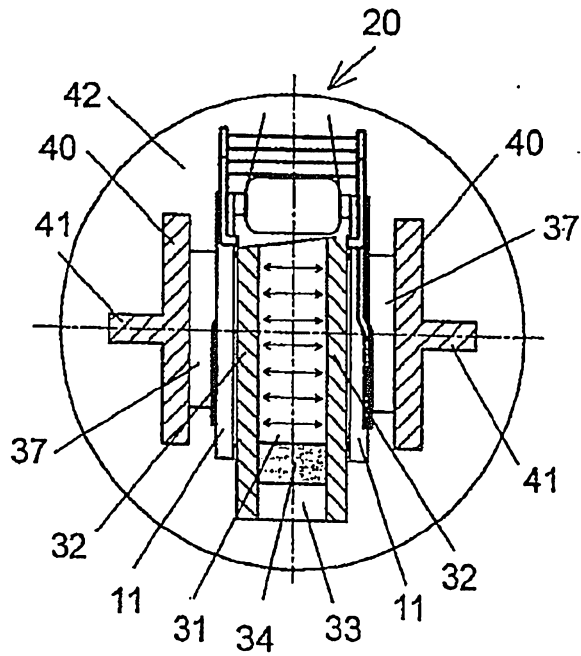


Fig. 5