

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 627 695**

51 Int. Cl.:

G01F 1/58 (2006.01)

H01F 41/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.06.2010 PCT/EP2010/003503**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.12.2010 WO10142451**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.06.2010 E 10730068 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.03.2017 EP 2440886**

54 Título: **Caudalímetro magnético inductivo**

30 Prioridad:

12.06.2009 US 457483

19.12.2009 DE 202009017274 U

19.12.2009 DE 202009017275 U

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

31.07.2017

73 Titular/es:

SENSUS SPECTRUM LLC (100.0%)

8601 Six Forks Road, Suite 700

Raleigh, NC 27615, US

72 Inventor/es:

GÖGGE, JÖRN;

ZIMMERMAN, MICHAEL y

PSTIR, RAYMOND

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 627 695 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Caudalímetro magnético inductivo

5 Campo técnico:

La invención se refiere a caudalímetros magnéticos inductivos según el preámbulo de la reivindicación 1, como se conoce, por ejemplo, por el documento EP 1 79 285 A1.

10 Estado de la técnica:

Los caudalímetros magnéticos inductivos usan un método de medición que se basa en la ley de Faraday de inducción electromagnética. El primer fundamento de la medición magnética inductiva de la velocidad de flujo de fluidos se retuvo en el año 1832 en una publicación de Michael Faraday. Los sistemas de circuitos electrónicos modernos en combinación con campos magnéticos alternos hicieron posible conseguir la separación de las señales parásitas de las señales útiles proporcionales a la velocidad de flujo que se presentan como resultado de procesos electroquímicos al generar el campo magnético en los electrodos usados para el desacoplamiento de señales. Por lo tanto, parece que ya no hay obstáculos para la aplicación industrial muy extendida de caudalímetros magnéticos inductivos.

El principio de medición de los caudalímetros magnéticos inductivos aprovecha la separación de cargas en movimiento en un campo magnético. El líquido conductivo a medir fluye a través de un tubo de un material no magnético, cuya cara interior es aislante eléctricamente. Desde el exterior se aplica un campo magnético por medio de bobinas. Los portadores de carga, iones y otras partículas cargadas existentes en el líquido conductivo son desviados mediante el campo magnético: los portadores de carga positivos hacia un lado, los portadores de carga negativos hacia el otro lado. En electrodos de medición dispuestos perpendiculares al campo magnético se genera mediante la separación de carga una tensión que es detectada con un instrumento de medición. La magnitud de la tensión medida es proporcional a la velocidad de flujo del portador de carga y, consecuentemente, proporcional a la velocidad de flujo del fluido en medición. Mediante la integración en función del tiempo se puede determinar el caudal de paso.

En campos magnéticos que se generan mediante tensión alterna pura se produce en los electrodos la inducción de tensiones parásitas que deben ser eliminadas mediante filtros apropiados, pero costosos. Por este motivo, el campo magnético es generado, usualmente, mediante una corriente continua cíclica de polaridad cambiante. Esto garantiza un punto cero estable y hace que la medición sea insensible respecto de influencias debidas a sustancias multifásicas e inhomogeneidades en el líquido. Incluso con baja conductividad se consigue así una señal de medición aprovechable.

Cuando se mueve un líquido de medición a través del tubo de medición, según la ley de inducción se genera una tensión en ambos electrodos de medición que en el tubo de medición están dispuestos perpendiculares respecto del sentido de flujo y perpendiculares respecto del campo magnético. En un perfil flujo simétrico y un campo magnético homogéneo, la tensión es directamente proporcional a la velocidad media de flujo. Para el procesamiento ulterior, el procedimiento inductivo de medición de caudal está en condiciones de generar directamente una señal eléctrica útil a partir del caudal de paso. Básicamente es válida la ecuación:

$$U = k \cdot B \cdot D \cdot v$$

45 siendo U = tensión, k = factor de proporcionalidad, B = intensidad de campo magnético, D = diámetro de tubo, v = velocidad de flujo.

Una realización posible de un caudalímetro magnético inductivo se da a conocer en el documento US 6.626.048 B1. No obstante, este documento sólo muestra los fundamentos físicos y electrónicos y no una realización práctica.

Se entiende que en la realización práctica de un caudalímetro magnético inductivo se deben solucionar grandes problemas.

55 Por una parte es la cuestión del material. Para no perturbar los campos magnéticos, el tubo de medición debe ser antimagnético. El tubo de medición debe ser, además, aislante para no perturbar la toma de la tensión con ayuda de los electrodos. Además, el tubo debe ser apto para alimentos cuando el fluido es un alimento, por ejemplo agua potable.

60 Estas exigencias se cumplen mejor cuando se usa un material sintético apto para alimentos. No obstante, los materiales sintéticos tienen una resistencia sustancialmente menor que los metales. Sin embargo, la resistencia respecto de la presión interna es condición previa ineludible. El intento de conseguir la resistencia a la presión interna mediante un mayor grosor de la pared del tubo no es practicable ya que, de otro modo, el campo magnético sería debilitado demasiado.

65 Como mencionado anteriormente, la tensión en los electrodos de medición es proporcional a la intensidad del campo

magnético, siempre que el campo magnético atravesase el canal de medición de manera homogénea. Para un canal de medición cilíndrico circular, el documento US 6.626.048 B1 da a conocer una solución que consiste en una bobina magnética con un núcleo magnético de chapa ferromagnética y dos polos magnéticos de chapa magnética blanda acoplados al núcleo magnético. Sin embargo, ensayos prácticos han mostrado que con dicha disposición no se pueden conseguir resultados de medición satisfactorios. Los motivos son las relativamente largas líneas de campo y la gran resistencia magnética en la chapa magnética, debido a que el circuito magnético está dispuesto alrededor de los electrodos.

Exposición de la invención:

La presente invención tiene el objetivo de proporcionar un caudalímetro magnético inductivo que resuelva los problemas mencionados anteriormente y entregue un resultado de medición optimizado.

Dicho objetivo se consigue mediante un caudalímetro magnético inductivo con las características de la reivindicación 1.

Una ventaja sustancial de los polos magnéticos según la invención es la distribución uniforme de las líneas de campo magnético sobre toda la superficie polar, ocasionada por el plano doble en la cara trasera de los polos magnéticos. Mediante un dimensionamiento hábil de los planos dobles es posible influir sobre la distribución de las líneas de campo magnéticas. Al mismo tiempo es posible fabricar las piezas estampadas plegadas curvadas de manera totalmente automática y en gran número.

De acuerdo con una configuración de la invención, las superficies polares magnéticas son triangulares y el polo magnético resultante de allí es rectangular. Una alternativa son polos magnéticos de forma elíptica.

El plano doble tiene otras ventajas. Si según una configuración de la invención, el núcleo magnético del electroimán o, en todo caso, sus extremos son planos, puede ser apretado entre los planos dobles. De este modo, las líneas de campo magnético generadas por el electroimán son distribuidas óptimamente y sin entrehierro debilitante sobre ambas partes del plano doble que, después, las retransmite a los elementos superficiales del polo magnético.

Para facilitar el montaje del núcleo magnético del electroimán, los extremos del plano doble pueden estar separados a modo de embudo.

Según un perfeccionamiento de la invención, para posibilitar la manipulación y posicionamiento del electroimán, núcleo magnético y de los polos magnéticos se ha previsto un soporte de plástico que sujeta estas partes mediante apriete.

De acuerdo con una configuración preferente, el soporte de plástico tiene una forma más o menos en U con un puente transversal estable en el extremo de cabeza, dos brazos cortos, dos brazos largos paralelos a los mismos, una ranura entre los brazos largos y cortos, ajustada al grosor del plano doble y núcleo magnético, y guías laterales que aseguran la posición correcta del plano doble de los polos magnéticos sobre el brazo largo.

Dicho soporte de plástico tiene la ventaja de que las partes magnéticas pueden ser montadas mediante simples procesos de enchufe. Entonces, la combinación de soporte de plástico y partes magnéticas puede ser manipulada de manera sencilla y segura y, finalmente, ser montadas en el caudalímetro magnético inductivo.

De acuerdo con un perfeccionamiento, los brazos largos pueden terminar en un gancho. Dicho diseño es ventajoso cuando la carcasa del caudalímetro magnético inductivo está conformada de manera ajustada para ello.

Breve descripción de los dibujos:

Mediante el dibujo, la invención se explicará en detalle en forma de ejemplos de realización. Muestran:

La figura 1, una pieza estampada doblada plegada de chapa magnética para la fabricación de un polo magnético rectangular,
la figura 2, un polo magnético fabricado a partir de la misma,
la figura 3, en vista frontal un electroimán con núcleo magnético plano y dos polos magnéticos según la figura 1, fijado por apriete en un soporte de plástico,
la figura 4, una vista lateral de la figura 3 y
la figura 5, el soporte de plástico de la figura 3 provisto de partes magnéticas, aplicado en una carcasa seccionada transversalmente de un caudalímetro magnético inductivo.

Métodos para la realización de la invención y explotación industrial:

La figura 1 muestra una pieza estampada plegada doblada de chapa magnética. Se observa un listón 11' alargado al cual están moldeados elementos superficiales triangulares 10.1, 10.2 a espaciado recíproco. Entre los elementos superficiales 10.1, 10.2 se ha previsto una línea de plegado 12 sobre el listón 11'. Entre el listón 11' y los elementos superficiales 10.1, 10.2 se han previsto líneas de doblado 13.

La figura 2 muestra el polo magnético 10 generado por el elemento de la figura 1 mediante plegados a lo largo de la línea 12 y curvaturas a lo largo de la línea 13. Los dos elementos superficiales 10.1, 10.2 se complementan para formar un polo magnético rectangular. Los extremos libres del plano doble 11 están separados a manera de embudo. Son posibles sin más otras formas de superficies polares magnéticas, por ejemplo redondeadas, ovalados, etc.

Una ventaja sustancial de este polo magnético 10 es, además de la manipulación sencilla, la conducción óptima de los campos magnéticos mediante el plano doble 11 a las superficies polares. Además, los extremos planos de un núcleo magnético 27 de un electroimán 26 (figuras 3 y 4) pueden ser apretados entre el plano doble 11, de manera que los campos magnéticos generados por el electroimán 26 llegan a las superficies polares de manera óptima y sin entrehierro perturbador.

La figura 3 muestra el electroimán 26 con un núcleo magnético 27 plano, cuyos extremos están apretados entre los planos dobles 11 de dos polos magnéticos 10. Las partes magnéticas 10, 27 están por su parte fijadas apretadas en un soporte de plástico 20. El soporte de plástico 20 tiene una forma más o menos en U con un puente transversal 21 estable en el extremo de cabeza, dos brazos 22 cortos, dos brazos 23 largos paralelos a los mismos, una ranura entre los brazos largos y cortos 22, 23, ajustada al grosor del plano doble 11 y núcleo magnético 27, y guías laterales 24 que aseguran la posición correcta del plano doble 11 de los polos magnéticos sobre el brazo largo 23.

El campo magnético alterno generado en la bobina magnética 26 es transmitido por medio del núcleo magnético 27 con gran superficie sobre los planos dobles 11 y de estos a los polos magnéticos 10, por medio de los cuales se genera el campo magnético homogéneo simbolizado por flechas dobles.

La figura 4 muestra el equipo de la figura 3 en vista lateral. Se puede ver el núcleo magnético 27 apretado entre el plano doble 11 y el plano doble 11 apretado entre los brazos 22, 23. Además, se observa en el extremo inferior del brazo 23 largo un gancho 25 conformado que se corresponde con una contrapieza respectiva en la carcasa de un caudalímetro magnético inductivo.

La figura 5 muestra el soporte de plástico 20 de las figuras 3 y 4 con las partes magnéticas 10, 26, 27 montadas insertadas en una carcasa de un caudalímetro magnético inductivo que se muestra en sección transversal. El caudalímetro magnético inductivo tiene un canal de medición 31 rectangular con largas paredes laterales 32, en cuyo lado externo contactan los polos magnéticos 10 para generar en el interior del canal de medición 31 el campo magnético homogéneo simbolizado por las flechas dobles. Se observa, además, aplicados en el canal de medición 31 uno de los electrodos 34 que están orientados perpendiculares al campo magnético y de los cuales se puede tomar la tensión de medición que es proporcional al caudal a medir.

Además, la figura 5 muestra en sección transversal una jaula exterior de refuerzo para la carcasa, que se compone de dos primeras nervaduras longitudinales 40 paralelas, en este caso orientadas perpendiculares y dos segundas nervaduras longitudinales 41 perpendiculares a las mismas. Ambas nervaduras longitudinales 40, 41 terminan en un tabique transversal 42 en cuya cara trasera (no visible aquí) existen tubuladuras de entrada o salida para el fluido en medición. La bobina magnética 26 está posicionada al lado de uno de los dos electrodos 34, tan próximo como sea posible. De esta manera, el recorrido magnético desde la bobina magnética 26 a través del núcleo magnético 27 y el plano doble 11 hasta las superficies polares magnéticas se torna muy corto y el electrodo 34 permanece accesible libremente para tomar la tensión de medición.

Por último, entre las paredes 32 del canal de medición 31 y las primeras nervaduras longitudinales 40 se puede ver un tabique transversal interior 37 que transmite a la jaula exterior 40, 41 la presión ejercida sobre las paredes del canal 32 por la presión interna en el canal de medición 31.

REIVINDICACIONES

1. Caudalímetro magnético inductivo con una carcasa de plástico resistente a la presión que incluye una unidad de medición con:

- 5
- un canal de medición (31) de sección transversal rectangular recorrido por el fluido en medición,
 - una pared de canal (32),
 - dos polos magnéticos (10) opuestos en la pared de canal (32),
 - un electroimán con bobina magnética (26) y núcleo magnético (27) para la generación de un campo magnético alterno,
 - 10 - y dos electrodos de medición (34) opuestos entre sí en la pared de canal (32),

caracterizado por las características:

- 15
- los polos magnéticos (10) son piezas estampadas dobladas plegadas de chapa magnética en forma de un listón (11') extendido longitudinalmente conformado con elementos superficiales (10.1, 10.2) espaciados recíprocamente.
 - el listón (11') extendido longitudinalmente forma después del plegado un plano doble (11),
 - 20 - los elementos superficiales (10.1, 10.2) forman después del doblado superficies polares magnéticas,
 - el plano doble (11) y las superficies polares magnéticas forman un polo magnético (10),
 - el plano doble (11) se encuentra en la cara posterior del polo magnético (10).

2. Caudalímetro magnético inductivo según la reivindicación 1, **caracterizado por** las características:

- 25
- la bobina magnética (26) está posicionada al lado de uno de los electrodos (34),
 - el plano doble se desarrolla en diagonal respecto de las superficies magnéticas polares.

3. Caudalímetro magnético inductivo según las reivindicaciones 1 ó 2, **caracterizado por** las características:

- 30
- los elementos superficiales (10.1, 10.2) son triangulares,
 - las superficies magnéticas polares forman un rectángulo,
 - el plano doble (11) es perpendicular a las superficies magnéticas polares.

4. Caudalímetro magnético inductivo según las reivindicaciones 1 ó 2, **caracterizado por** las características:

- 35
- los elementos superficiales son redondeados,
 - las superficies magnéticas polares forman una elipse,
 - el plano doble (11) es perpendicular a las superficies magnéticas polares.

5. Caudalímetro magnético inductivo según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por** la característica:

- 40
- el núcleo magnético (27) del electroimán (26) es
 - plano
 - y apretado entre los planos dobles (11).
- 45

6. Caudalímetro magnético inductivo según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por** la característica:

- los extremos del plano doble (11) están separados a manera de embudo.

7. Caudalímetro magnético inductivo según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por la característica:

- un soporte de plástico (20) sujeta por apriete la bobina magnética (26), núcleo magnético (27) y polos magnéticos (10).

8. Caudalímetro magnético inductivo según la reivindicación 7, caracterizado por la característica:

- el soporte de plástico (20) tiene una forma de U con
- 60 - un puente transversal (21) en el extremo de cabeza,
- dos brazos (22) cortos
- paralelos a ellos, dos brazos (23) largos
- y una ranura entre los dos brazos (22, 23), ajustada a una fijación por apriete del plano doble (11) y núcleo magnético (27).

9. Caudalímetro magnético inductivo según las reivindicaciones 7 u 8, caracterizado por la característica:

- guías laterales (24) aseguran la posición correcta del plano doble (11) sobre el brazo largo (23).

10. Caudalímetro magnético inductivo según las reivindicaciones 7, 8 o 9, caracterizado por la característica:

5 - los brazos (23) largos terminan en un gancho (25).

