

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 916 340**

51 Int. Cl.:

G01F 1/58 (2006.01)
G01F 15/02 (2006.01)
G01F 15/18 (2006.01)
G01R 33/028 (2006.01)
H01H 36/00 (2006.01)
G01R 33/07 (2006.01)
G01P 15/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.05.2018** **E 18174700 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.03.2022** **EP 3415875**

54 Título: **Caudalímetro magnético-inductivo y procedimiento para el funcionamiento de un caudalímetro magnético-inductivo**

30 Prioridad:

13.06.2017 DE 102017112950

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

30.06.2022

73 Titular/es:

KROHNE MESSTECHNIK GMBH (100.0%)
Ludwig-Krohne-Strasse 5
47058 Duisburg, DE

72 Inventor/es:

BROCKHAUS, HELMUT y
FLORIN, WILHELM

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 916 340 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 y procedimiento para el funcionamiento de un caudalímetro magnético-inductivo

La invención se refiere a un caudalímetro magnético-inductivo para la medición del caudal de un fluido conductor, con un tubo de medición, con un dispositivo generador de campo magnético para la generación de un campo magnético de medición que atraviesa el tubo de medición, con un dispositivo de circuito magnético para guiar el campo magnético de medición fuera del tubo de medición, con electrodos para el registro de una tensión eléctrica de medición dependiente del caudal al hacer pasar un fluido conductor a través del tubo de medición, y con un dispositivo electrónico de control y evaluación. La invención se refiere además a un procedimiento para el accionamiento de un caudalímetro magnético-inductivo.

Los caudalímetros magnético-inductivos genéricos son conocidos por el estado de la técnica y se utilizan para la determinación del caudal de un fluido, véase, por ejemplo, el documento DE275683 o US4159645. Para ello, el dispositivo generador de campo magnético genera un campo magnético que atraviesa, al menos parcialmente, un fluido eléctricamente conductor situado en el tubo de medición. Debido al flujo del fluido en el tubo de medición, se induce en el fluido, como consecuencia de la separación de cargas, una tensión de inducción, que es aprovechada por los electrodos. La tensión de medición resulta en este caso de la tensión de inducción inducida en el fluido debido a la separación de cargas, que es la que realmente interesa, y de las tensiones de interferencia resultantes, por ejemplo, de un flujo magnético variable en el tiempo en el bucle conductor formado por los electrodos, los cables de los electrodos y el fluido eléctricamente conductor. La velocidad de flujo del fluido es proporcional a la velocidad de flujo del fluido en el tubo de medición. Conociendo la densidad, se puede determinar con la velocidad de flujo del fluido y con el diámetro del tubo de medición el caudal el caudal volumétrico o caudal másico. Los caudalímetros magnético-inductivos genéricos presentan, además del dispositivo generador de campo magnético, un dispositivo de circuito magnético. Este dispositivo de circuito magnético sirve para guiar el campo magnético de medición fuera del tubo de medición, así como para la concentración del campo magnético de medición en la zona del tubo de medición y se fabrica, por regla general, de un material magnético blando.

Dado que el flujo del fluido a través del tubo de medición se determina a partir de la tensión de medición y que la tensión de medición es proporcional a la velocidad de flujo del fluido en el tubo de medición y a la intensidad del campo magnético de medición en el fluido, resulta decisivo generar la intensidad del campo magnético dentro del tubo de medición con una alta repetibilidad, concretamente durante toda la vida útil del instrumento de medición. Una alta precisión inicial se suele conseguir calibrando los instrumentos de medida con caudal "húmedo". Para conseguir una alta repetibilidad se tiene que procurar, entre otras cosas, que el campo magnético no cambie durante la aplicación y que se supriman otros efectos de interferencia. Los efectos de interferencia conocidos son las tensiones de interferencia electroquímica, las tensiones de interferencia de la red eléctrica y las tensiones de inducción en el bucle conductor del circuito de medición. Para la supresión de los efectos de interferencia, se realizan según el estado de la técnica mediciones de flujo magnético-inductivo con un campo magnético continuo conmutado o con un campo magnético alterno. La medición de la tensión de medición inducida en los electrodos se realiza en este caso de forma sincronizada con la conmutación del campo.

Sin embargo, una influencia en la medición del caudal no sólo se produce por influencias directas como, por ejemplo, el campo magnético exterior superpuesto, sino también por influencias indirectas. Las influencias indirectas son las que modifican las propiedades del dispositivo del circuito magnético. Un cambio en las propiedades del dispositivo del circuito magnético provoca inevitablemente un cambio en el campo magnético de medición y, por lo tanto, un cambio en la tensión de medición. Las influencias indirectas son, en particular, una saturación del dispositivo de circuito magnético debido a los campos magnéticos exteriores que actúan sobre el dispositivo de circuito magnético, un cambio en la permeabilidad del dispositivo de circuito magnético debido a la influencia o a un cambio de temperatura del dispositivo de circuito magnético, así como los cambios mecánicos en el dispositivo de circuito magnético, por ejemplo, a causa de vibraciones.

En el estado de la técnica se conoce el procedimiento de prevenir la saturación del dispositivo de circuito magnético por sobredimensionamiento y blindaje magnético. El efecto de la temperatura se resuelve en el estado de la técnica mediante el uso de materiales de alta calidad que sólo presentan una baja dependencia de la permeabilidad de la temperatura. El problema de las soluciones conocidas consiste, por un lado, en los costes de fabricación extremadamente elevados debido a la utilización de materiales de alta calidad y, por otro lado, en el elevado peso y gran tamaño de los caudalímetros, que se deben al sobredimensionamiento del dispositivo del circuito magnético.

Por consiguiente, la invención se plantea el objetivo de proponer un caudalímetro magnético-inductivo que tenga un diseño más pequeño y menos costoso que los caudalímetros magnético-inductivos conocidos por el estado de la técnica. La invención también tiene por objeto proponer un procedimiento para el funcionamiento de un caudalímetro magnético-inductivo de este tipo.

En el caudalímetro magnético-inductivo según la invención, la tarea se resuelve inicial y esencialmente por el hecho de que en el dispositivo de circuito magnético se dispone un sensor para el registro de una variable de perturbación física que actúa sobre el dispositivo de circuito magnético, estando el campo magnético de medición influenciado por

esta variable de perturbación física. El dispositivo de control y evaluación del caudalímetro magnético-inductivo según la invención se diseña de manera que detecte y señale una superación de un valor límite predeterminado de la variable física de perturbación. El caudalímetro magnético-inductivo según la invención se caracteriza así inicialmente por un sensor dispuesto en el dispositivo de circuito magnético, con el que se puede detectar la variable de perturbación física que actúa sobre el dispositivo de circuito magnético, preferiblemente tanto en lo que se refiere a su tipo, como a su magnitud. Mediante el registro de la perturbación física es posible detectar y corregir el efecto de la perturbación en la medición del caudal. El sensor para el registro de la perturbación física puede estar conectado directa o indirectamente al dispositivo del circuito magnético.

El sensor se dispone preferiblemente desde el exterior en el dispositivo de circuito magnético. Cuando se dice que el sensor se dispone desde el exterior en el dispositivo de circuito magnético, se entiende que el sensor se dispone en el lado del circuito magnético opuesto al tubo de medición, es decir, en la superficie orientada hacia el exterior del circuito magnético. Por lo tanto, el sensor se encuentra fuera del circuito magnético.

En una forma de realización, se predetermina un valor límite para la variable de perturbación física. Este valor límite se puede almacenar, por ejemplo, en la unidad de control y evaluación. El valor límite describe el valor de la variable física perturbadora a partir del cual los efectos de la variable perturbadora sobre la medición del caudal son tan grandes que convendría rechazar la medición o, en todo caso, señalar que la fiabilidad del valor medido obtenido es dudosa. En este sentido conviene rechazar o señalar como inútil una medición de flujo, si el valor de medición del flujo, debido al efecto de la perturbación física en la medición del flujo, está tan distorsionado que se supere una desviación tolerable del valor real del flujo. Este valor límite lo puede determinar, por ejemplo, un usuario. Si el sensor registra un valor de la variable de perturbación física que supera el valor límite especificado, la superación del valor límite es detectada y señalada por el dispositivo de control y evaluación. En este caso, el usuario sabe que el resultado de la medición del caudal no permite proporcionar una información fiable sobre el caudal real y puede rechazar la medición. También es posible señalar que el caudal ha caído por debajo de un valor límite predefinido. Se puede especificar, por lo tanto, un valor límite superior para la variable de perturbación física o un valor límite inferior para la variable de perturbación física. Asimismo, se puede determinar previamente un valor límite superior y otro inferior para la perturbación física. Si se especifican tanto un valor límite superior y como otro inferior, se detectan y señalan tanto la superación del valor límite superior como el hecho de no alcanzar el valor límite inferior.

El dispositivo de control y evaluación se puede configurar adicionalmente de modo que realice una corrección del efecto de la variable de perturbación física en la medición del flujo. Como puede ser de precisa esa corrección del efecto de la variable física de perturbación, se explicará en relación con el procedimiento de funcionamiento del caudalímetro magnético-inductivo según la invención. Por consiguiente, en conjunto la unidad de control y evaluación puede diseñarse de manera que detecte y señale la superación o el hecho de no alcanzar un valor límite predeterminado de la variable física perturbadora y que proceda a una corrección del efecto de la variable física perturbadora en la medición del caudal, o que sólo detecte la superación o el hecho de no alcanzar un valor límite predeterminado de la variable física perturbadora.

El caudalímetro magnético-inductivo según la invención se distingue así de los caudalímetros magnético-inductivos conocidos en el estado de la técnica especialmente por el hecho de que los efectos de la variable de perturbación física no se compensan directamente debido al diseño del caudalímetro magnético-inductivo, sino por el hecho de que, en un principio, la variable de perturbación física ni siquiera se determina. La medición del caudal en el caudalímetro magnético-inductivo según la invención se realiza, no obstante, bajo la influencia de la variable física de perturbación. Si la perturbación física es demasiado grande, o si los efectos de la perturbación física en la medición del caudal son demasiado llamativos, la medición del caudal puede ser rechazada por un usuario, siempre que la unidad de control y evaluación detecta y señala que la perturbación física ha superado o que ha quedado por debajo de un valor límite.

En el caso del caudalímetro magnético-inductivo según la invención también es concebible que se corrija el efecto de la perturbación física en la medición del caudal. Por lo tanto, según la invención, no se evita de manera constructiva que la medición del caudal se vea perturbada, sino que los efectos de la perturbación se corrigen a posteriori, al determinar el caudal. El caudalímetro magnético-inductivo según la invención tiene así la ventaja de que no es necesaria ninguna construcción nueva, en particular muy elaborada, cara o sobredimensionada del caudalímetro magnético-inductivo, especialmente del dispositivo de circuito magnético. En cambio, el caudalímetro magnético-inductivo según la invención puede más bien tener un tamaño pequeño y, además, se puede fabricar de forma económica. También es posible adaptar los caudalímetros magnético-inductivos existentes al caudalímetro magnético-inductivo según la invención mediante la disposición de un sensor para el registro de las variables de perturbación física que actúan sobre el dispositivo de circuito magnético en el dispositivo de circuito magnético.

Una variante de realización preferida del caudalímetro magnético-inductivo según la invención se caracteriza porque el sensor se ha configurado como sensor de temperatura y sirve para detectar la temperatura del dispositivo del circuito magnético. Un cambio en la temperatura del dispositivo de circuito magnético conduce a una variación en la permeabilidad del dispositivo de circuito magnético, es decir, a un cambio en la permeabilidad del dispositivo de circuito magnético para campos magnéticos. Por lo tanto, un cambio en la permeabilidad provoca un cambio en el campo magnético de medición. Un cambio en la temperatura del dispositivo de circuito magnético puede ser causado, por

ejemplo, por una variación de la temperatura del fluido. Una variación de la temperatura del fluido también provoca un cambio la de temperatura del tubo de medición por el que pasa el fluido. Dado que el tubo de medición y el dispositivo de circuito magnético están en contacto, especialmente en contacto térmico, entre sí, una variación de la temperatura del fluido también afecta a la temperatura del dispositivo de circuito magnético. Del mismo modo puede cambiar la temperatura ambiente del caudalímetro magnético-inductivo. Este cambio influye directamente en la temperatura del dispositivo del circuito magnético. El sensor de temperatura según la invención está conectado directa o indirectamente al dispositivo de circuito magnético.

En una forma de realización se predetermina un valor límite para la temperatura del dispositivo de circuito magnético. El valor límite describe el valor de temperatura con el que los efectos de los cambios de temperatura en la medición del caudal son tan grandes que la medición se ha vuelto inutilizable o presenta una inexactitud que ya no es tolerable. Si el sensor de temperatura registra un valor de temperatura que supera el valor límite especificado, es decir, si el dispositivo de circuito magnético presenta una temperatura superior a una temperatura máxima tolerable, el dispositivo de control y evaluación detecta y señala que se ha superado el valor límite. También se señala la caída por debajo de un valor límite predefinido. La medición del flujo también se falsea al enfriar el dispositivo del circuito magnético a una temperatura inferior a la temperatura tolerable del circuito magnético, ya que el enfriamiento, al igual que el calentamiento, va acompañado de un cambio en la permeabilidad del dispositivo del circuito magnético y, por consiguiente, de un cambio en el campo magnético de medición.

Alternativa o adicionalmente, también es posible que se lleve a cabo una corrección del efecto de la temperatura del dispositivo del circuito magnético en la medición del flujo. En relación con la corrección del efecto de la temperatura, se señalan igualmente las explicaciones en relación con el procedimiento según la invención. Si la unidad de control y evaluación está diseñada de manera que detecte y señale tanto la superación como el hecho de no alcanzar un valor de temperatura predefinido y que proceda a una corrección del efecto de la temperatura en la medición del caudal, la corrección del efecto de la temperatura se realiza preferiblemente antes de superar o de no alcanzar los valores límite.

Una forma de realización especialmente preferida del caudalímetro magnético-inductivo según la invención se caracteriza porque el sensor se configura como sensor de campo magnético y sirve para detectar un campo magnético exterior que actúa sobre el dispositivo de circuito magnético. En particular, es preferible que el sensor de campo magnético se diseñe a modo de un sensor Hall. La utilización de un sensor Hall se prefiere especialmente porque este sensor presenta una dependencia direccional. Por lo tanto, un sensor Hall sólo es sensible a un campo magnético en una dirección espacial específica o a un componente de un campo magnético a lo largo de una dirección espacial. Un campo magnético exterior que actúa sobre el dispositivo de circuito magnético puede tener el efecto de saturar el dispositivo de circuito magnético en dirección del campo magnético exterior. Sin embargo, la influencia de un campo magnético exterior no sólo es molesta cuando se produce una saturación del dispositivo de circuito magnético, sino también cuando se produce "cualquier" alineación de los momentos magnéticos del dispositivo de circuito magnético en el campo magnético exterior. La alineación de los momentos magnéticos del dispositivo del circuito magnético en el campo magnético exterior conduce inevitablemente a una influencia en el campo magnético de medición y, por lo tanto, a una influencia o perturbación de la medición del flujo. Los efectos del campo magnético exterior en la medición del flujo dependen no sólo de la intensidad del campo magnético exterior, sino también de la dirección del campo magnético exterior.

En una variante de realización preferida, la unidad de control y evaluación está configurada de manera que realice una corrección de los efectos del campo magnético exterior en la medición del flujo. En relación con la corrección de los efectos del campo magnético exterior también se hace referencia a las explicaciones en relación con el procedimiento según la invención. Si la unidad de control y evaluación se configura de modo que detecte y señale la superación de un valor límite predeterminado del campo magnético exterior, o si la unidad de control y evaluación se configura de manera que sólo detecte y señale la superación de un valor límite, es posible que en una forma de realización especialmente preferida del caudalímetro magnético-inductivo según la invención que el sensor se diseñe a modo de interruptor de campo magnético y que sirva para detectar el campo magnético exterior que actúa sobre el dispositivo de circuito magnético. Cuando se utiliza un sensor de campo magnético o un interruptor de campo magnético, se determina preferiblemente sólo un valor límite superior, ya que en el caso ideal no actúa ningún campo magnético exterior sobre el dispositivo de circuito magnético, por lo que un valor límite inferior no tiene ninguna utilidad. La superación de un valor límite predefinido se puede señalar mediante la adopción de un estado de error definido.

Una variante de realización especialmente preferida del caudalímetro magnético-inductivo según la invención se caracteriza porque el sensor se ha configurado en forma de sensor de aceleración. En este caso, el sensor se utiliza para detectar una aceleración del dispositivo del circuito magnético. Esta aceleración es provocada en particular por las vibraciones. Estas vibraciones son generadas y alimentadas, por ejemplo, por una bomba conectada al caudalímetro magnético-inductivo. Sin embargo, las vibraciones también pueden ser transmitidas por otros componentes. Las vibraciones que actúan sobre caudalímetros magnético-inductivo o, dicho de forma generalizada, las aceleraciones que actúan sobre el caudalímetro magnético-inductivo pueden tener varias influencias, que a su vez pueden tener un efecto negativo en la medición del caudal.

Por un lado, las vibraciones se pueden transmitir directamente al dispositivo de circuito magnético, dando lugar a un movimiento mecánico del mismo. En función de la intensidad de las vibraciones, es decir, de la amplitud de las mismas, se puede producir un desplazamiento del dispositivo del circuito magnético con respecto al tubo de medición. Si esto ocurre, la validez de una calibración del caudalímetro realizada previamente es cuestionable y la precisión de los valores de medición del caudal también debe ser cuestionada.

Por otro lado, las vibraciones mecánicas se pueden transmitir a los cables que conducen a los electrodos. Los cables suelen ser coaxiales. Las vibraciones mecánicas y la correspondiente deformación de los cables modifican la capacitancia del cable (efecto de microfonía). Esto conduce a un cambio en la tensión de medición eléctrica tomada de los electrodos o a un cambio en la señal medida. En los caudalímetros magnético-inductivos preferidos, la frecuencia de medición está entre 20 y 60 Hz. Especialmente las vibraciones procedentes de las bombas se suelen ser del orden de hasta 100 Hz, por lo que entran directamente en el rango de la frecuencia de medición.

Asimismo, como consecuencia de un movimiento de los cables que conducen a los electrodos también puede ser inducida una tensión de inducción perturbadora, si el bucle conductor formado por los cables es atravesado por un campo magnético exterior (o también por el campo magnético de medición). Esta tensión de inducción interferente forma entonces parte de la tensión de medición. Al disponer de un sensor de aceleración y permitir así el registro de la aceleración del dispositivo del circuito magnético, se pueden detectar las vibraciones, indirectamente también las de los componentes adyacentes, lo que permite una corrección del efecto de la vibración en la medición del flujo.

En una variante de realización, la unidad de control y evaluación se ha configurado de manera que detecte y señale cuando se supera un valor límite predeterminado de las vibraciones, es decir, en particular cuando se supera una amplitud predeterminada de las vibraciones. Si el sensor está diseñado a modo de sensor de aceleración, como en el diseño del caudalímetro magnético-inductivo aquí descrito, se especifica preferiblemente un único valor límite superior, puesto que, con preferencia, no se pueden medir vibraciones en el dispositivo de circuito magnético, por lo que un valor límite inferior no tiene ninguna utilidad. El valor límite es el valor a partir del cual la estabilidad mecánica del caudalímetro magnético inductivo queda garantizada, es decir, a partir del cual no se produce ningún desplazamiento del circuito magnético con respecto al tubo de medición. Si se sobrepasa este valor límite, no se puede corregir el efecto de las vibraciones en la medición del caudal, dado que el sistema en su conjunto ya no está calibrado. Sin embargo, si se detecta un valor, en particular un valor para la amplitud de la aceleración o de las vibraciones, que está por debajo del valor límite especificado, se puede llevar a cabo una corrección del efecto de la aceleración en la medición del flujo. Para la especificación de la corrección, también se hace referencia en este contexto a las siguientes descripciones en relación con el procedimiento según la invención.

Otra forma de realización del caudalímetro magnético-inductivo se caracteriza porque se dispone al menos otro sensor más en el dispositivo de circuito magnético. Este otro sensor está diseñado especialmente como sensor de temperatura, como sensor de campo magnético, como interruptor de campo magnético o como sensor de aceleración. Con preferencia, este otro sensor dispuesto en el dispositivo de circuito magnético sirve para detectar una variable de perturbación física que actúa sobre el dispositivo de circuito magnético y que difiere de la variable de perturbación detectada por el primer sensor. Esto permite detectar diferentes influencias que actúan sobre el dispositivo del circuito magnético. Las correcciones de los efectos de las diferentes variables físicas de perturbación en la medición del flujo pueden realizarse así por separado. También es concebible una forma de realización de un caudalímetro magnético-inductivo en la que el primer sensor se diseña como sensor de campo magnético y el otro sensor, al menos uno, se diseña igualmente como sensor de campo magnético. En este caso, los dos sensores de campo magnético se disponen en el dispositivo de circuito magnético de forma que sean sensibles a diferentes componentes del campo magnético exterior. El primer sensor detecta especialmente un componente del campo magnético exterior que actúa en una primera dirección, y el segundo sensor de campo magnético detecta un componente del campo magnético exterior que actúa en una segunda dirección espacial diferente de la primera dirección espacial.

En otra variante de realización del caudalímetro magnético-inductivo se disponen al menos tres sensores en el dispositivo de circuito magnético, configurándose un sensor como sensor de temperatura, otro sensor como sensor de aceleración y otro sensor como sensor de campo magnético o interruptor de campo magnético. Este diseño del caudalímetro magnético-inductivo según la invención permite detectar tres variables de perturbación física diferentes que actúan sobre el dispositivo del circuito magnético, a saber, tanto la temperatura y la aceleración como un campo magnético exterior. Sin embargo, el caudalímetro según la invención no se limita a la disposición de tres sensores en el dispositivo de circuito magnético, sino que se puede prever cualquier número de sensores en el dispositivo de circuito magnético. Por consiguiente, una forma de realización especialmente preferida del caudalímetro magnético-inductivo se caracteriza, por ejemplo, por el hecho de que en el dispositivo de circuito magnético están dispuestos cinco sensores, en concreto, un sensor de temperatura, un sensor de aceleración y tres sensores de campo magnético, siendo los respectivos sensores de campo magnético sensibles en diferentes direcciones espaciales preferiblemente ortogonales entre sí. De este modo se puede registrar por completo un campo magnético exterior que actúe sobre el dispositivo de circuito magnético, ya que sus componentes se detectan en cada dirección espacial.

Una forma de realización especialmente preferida del caudalímetro magnético-inductivo según la invención se obtiene cuando el sensor se fija en el dispositivo de circuito magnético por medio de un elemento de fijación del sensor. Si se disponen varios sensores en el dispositivo de circuito magnético, estos sensores se pueden fijar en el dispositivo de

circuito magnético mediante un elemento de fijación del sensor. Los múltiples sensores se pueden fijar en el dispositivo de circuito magnético mediante un único elemento de fijación del sensor, pero también se pueden prever múltiples elementos de fijación de sensor. En una variante de realización especialmente preferida, el elemento de montaje del sensor se ha configurado como placa de circuito impreso.

5 Mediante el uso de un elemento de fijación de sensores se consigue especialmente la ventaja de poder montar los sensores de manera sencilla en el dispositivo de circuito magnético. Los sensores se pueden montar en primer lugar en el elemento de montaje de sensores antes de que el elemento de montaje de sensores se junte con el dispositivo de circuito magnético. En el presente caso, el tipo de conexión entre el dispositivo de circuito magnético y el elemento de montaje del sensor carece de importancia. Con preferencia se utiliza una placa de circuito impreso como elemento de montaje del sensor. También resulta ventajoso que una pluralidad de elementos de montaje de sensores se dote
10 "como provisión" de sensores.

Otra forma de realización del caudalímetro según la invención se caracteriza porque el elemento de montaje del sensor se configura a modo de ángulo. Con especial preferencia, el elemento de montaje del sensor se configura como ángulo recto. Este diseño se considera especialmente ventajoso cuando se prevé una pluralidad de sensores de campo magnético. Gracias al ángulo es posible disponer los sensores de campo magnético, en particular tres sensores de campo magnético, de manera que un campo magnético exterior, que actúa sobre el dispositivo de circuito magnético, pueda detectarse en cada una de las tres direcciones espaciales.
15

La invención se refiere además a un procedimiento para el funcionamiento de un caudalímetro magnético-inductivo. El caudalímetro magnético-inductivo presenta un tubo de medición, un dispositivo generador de campo magnético para generar un campo magnético de medición que atraviesa el tubo de medición, un dispositivo de circuito magnético para guiar el campo magnético de medición fuera del tubo de medición, electrodos para la detección de una tensión eléctrica de medición dependiente del flujo cuando un medio conductor fluye a través del tubo de medición, y un dispositivo electrónico de control y evaluación. En el dispositivo de circuito magnético se dispone un sensor para la detección de una variable de perturbación física que actúa sobre el dispositivo de circuito magnético, influyendo en el campo magnético de medición la variable de perturbación física.
20
25

Al decir que un sensor está dispuesto en el dispositivo de circuito magnético, no se trata de ninguna característica numéricamente limitante. Más bien, como se ha descrito en relación con el caudalímetro magnético-inductivo según la invención, se puede disponer una pluralidad de sensores en el dispositivo de circuito magnético.

En el procedimiento según la invención, se registra en primer lugar con el sensor la variable de perturbación física que actúa sobre el dispositivo de circuito magnético.
30

Después del registro de la variable de perturbación física, se pueden llevar a cabo dos secuencias de procedimiento alternativas según el procedimiento de la invención:

En una primera secuencia del proceso, la variable física de perturbación se compara con un valor límite predeterminado y, si se supera o no se alcanza el valor límite, se señala un estado de error. Si se señala un estado de error, la medición de flujo se detiene después de la señalización del estado de error.
35

En una segunda secuencia del proceso, la variable de perturbación física se compara con un valor límite predefinido tras su detección. También se señala un estado de error si se supera o no se alcanza el valor límite. Si se señala un estado de error, no se interrumpe la medición del caudal, sino que se procede (además) a una corrección del efecto de la variable física de perturbación en la medición del caudal.

40 La decisión de abortar la medición del caudal tras la señalización de la condición de error, o de realizar una corrección del efecto de la variable de perturbación física en la medición del caudal, puede ser tomada, por ejemplo, activamente por un usuario, pero también se puede especificar previamente de forma fija.

En una forma de realización preferida del procedimiento según la invención, la variable de perturbación física se compara, después de su registro, con un valor límite predeterminado. Si no se señala ningún estado de error, es decir, si el valor límite no se sobrepasa ni se queda por debajo, se procede a una corrección del efecto de la variable física de perturbación en la medición del caudal.
45

En una secuencia del procedimiento no conforme a la invención se realiza directamente, después de la detección de la perturbación física, una corrección del efecto de la perturbación física en la medición del flujo. Por lo tanto, el procedimiento según la secuencia del procedimiento no conforme a la invención difiere del procedimiento según la forma de realización preferida del procedimiento conforme a la invención descrita anteriormente en que no se procede a ninguna comparación con un valor límite. Este es, por ejemplo, el caso cuando no se almacena ningún valor límite en el dispositivo de control y evaluación.
50

El procedimiento según la invención no está limitado al hecho de que sólo se pueda especificar un valor límite. Más bien se pueden especificar, por ejemplo, un valor límite superior y un valor límite inferior para la variable física de

perturbación. En ese caso, se señala un estado de error tanto cuando se supera el valor límite superior como cuando no se alcanza el valor límite inferior.

5 Para poder llevar a cabo una corrección del efecto de la variable de perturbación física sobre la medición del flujo, se prevé en una variante de realización del procedimiento según la invención que los datos de corrección para la corrección de la medición electromagnética del flujo se almacenen en el dispositivo de control y evaluación. Estos datos de corrección pueden ser recuperados y utilizados por el dispositivo de control y evaluación.

10 Si el sensor se ha configurado como sensor de temperatura, los datos de corrección describen la dependencia de la tensión de medición con respecto a la temperatura del dispositivo de circuito magnético. La dependencia de la tensión de medición de la temperatura del dispositivo de circuito magnético se debe a la dependencia del campo magnético de medición de la temperatura del dispositivo de circuito magnético.

15 Si el sensor se ha configurado como sensor de campo magnético, los datos de corrección describen la dependencia de la tensión de medición del campo magnético exterior que actúa sobre el dispositivo de circuito magnético. La dependencia de la tensión de medición del campo magnético exterior que actúa sobre el dispositivo de circuito magnético se debe a la dependencia del campo magnético de medición del campo magnético exterior que actúa sobre el dispositivo de circuito magnético. Si el sensor es sensible a un componente espacial del campo magnético exterior, la dependencia se refiere a esta dirección espacial.

20 La detección de los respectivos datos de corrección se puede llevar a cabo, por ejemplo, mediante el registro de un campo de líneas características. Para ello, el caudalímetro magnético-inductivo se puede utilizar con diferentes caudales constantes y conocidos, aumentándose para cada caudal la temperatura del dispositivo del circuito magnético o modificándose el campo magnético exterior que actúa sobre el dispositivo del circuito magnético y midiéndose la tensión de medición. Los datos de corrección se pueden registrar en el marco de una prueba de tipo, sin necesidad de registrarlos individualmente para cada caudalímetro del mismo tipo. Entre los puntos de apoyo de las líneas características de corrección o del campo de líneas características de corrección se pueden interpolar datos de corrección. Los cursos de las líneas características o de los campos de líneas características para la corrección también se pueden modelar matemáticamente mediante cursos de curvas continuas (polinomios, splines, etc.).

30 La corrección de los efectos de la perturbación física en la medición del flujo se realiza de diferentes maneras, según el tipo de perturbación. Si la variable de perturbación es la temperatura del dispositivo de circuito magnético o si la variable de perturbación es un campo magnético exterior que actúa sobre el dispositivo de circuito magnético, es decir, si el sensor se ha configurado como sensor de temperatura o como sensor de campo magnético, la corrección del efecto de la variable de perturbación física se realiza corrigiendo la tensión de medición eléctrica detectada durante el paso de un fluido conductor por el tubo de medición con los datos de corrección.

35 Si el sensor se ha configurado como sensor de aceleración, es decir, si el sensor detecta la aceleración del dispositivo de circuito magnético, debiéndose la aceleración especialmente a las vibraciones del dispositivo de circuito magnético, la corrección del efecto de la variable de perturbación física en la medición del flujo se realiza, por ejemplo, seleccionando la frecuencia de medición para la detección de la tensión de medición eléctrica de manera que la duración del período de exploración corresponda a un múltiplo de la duración del período de vibración. Las vibraciones del dispositivo de circuito magnético presentan una frecuencia de vibración y una amplitud de vibración que son detectadas por el sensor de aceleración. La duración del período de vibración resulta del valor inverso de la frecuencia de vibración. Dado que la duración del período de exploración, es decir, la duración del período con la que se registran los valores medidos corresponde a un múltiplo del período de vibración, siendo también posible que la duración del período de exploración corresponda a la duración del período de vibración, es decir, que corresponda a un "valor simple" del período de vibración, se suprimen los efectos de volante causados por la exploración.

45 La propia señal de medición también puede presentar una oscilación periódica de la señal de medición. Esta oscilación periódica de la señal de medición puede tener su origen en que el propio caudal presente una oscilación. Si la aceleración del dispositivo de circuito magnético es una vibración periódica con una amplitud de vibración y con una frecuencia de vibración y si la señal de medición presenta una vibración de señal de medición periódica, una variante de realización del procedimiento según la invención se realiza determinando la frecuencia de señal de medición de la vibración de la señal de medición periódica y comparando la frecuencia de la señal de medición con la frecuencia de vibración. Una corrección del efecto de la perturbación física en la medición del flujo se lleva a cabo si la frecuencia de la señal de medición coincide con la frecuencia de vibración del dispositivo del circuito magnético o si la frecuencia de vibración está incluida en la oscilación de la señal de medición.

55 Si la frecuencia de la señal de medición coincide con la frecuencia de vibración, existe una probabilidad muy alta de que la medición del flujo esté influenciada por la vibración. Lo mismo ocurre si en la señal de medición del caudal se encuentra un componente con frecuencia de vibración. En este caso, el propio fluido presenta una vibración de flujo, pero el flujo también se ve perturbado por las vibraciones. Si la señal de medición no presenta ningún componente con la frecuencia de vibración del dispositivo del circuito magnético, sino sólo una vibración del flujo con una frecuencia diferente, la medición del caudal no se ve perturbada o influenciada por las vibraciones. El flujo en sí mismo presenta una oscilación, pero no requiere ninguna corrección.

Las explicaciones dadas en relación con el caudalímetro magnético-inductivo también son aplicables al procedimiento y viceversa.

5 En detalle, existen varias posibilidades para diseñar y perfeccionar el caudalímetro magnético-inductivo según la invención y el procedimiento según la invención para el funcionamiento de un caudalímetro magnético-inductivo. A este respecto se señalan tanto a las reivindicaciones subordinadas a las reivindicaciones independientes, como la descripción de las formas de realización preferidas y los ejemplos de realización en combinación con el dibujo. En el dibujo se muestra en la:

Figura 1 un caudalímetro magnético-inductivo según una primera forma de realización;

Figura 2 una sección transversal del caudalímetro magnético-inductivo mostrado en la figura 1;

10 Figura 3 un caudalímetro magnético-inductivo según una segunda forma de realización;

Figura 4 una sección transversal de un caudalímetro magnético-inductivo según una tercera forma de realización;

Figura 5 una sección transversal de un caudalímetro magnético-inductivo según una cuarta forma de realización;

Figura 6 un diagrama de bloques que describe un primer procedimiento de funcionamiento de un caudalímetro magnético-inductivo;

15 Figura 7 un diagrama de bloques que describe un segundo procedimiento de funcionamiento de un caudalímetro magnético-inductivo y

Figura 8 un diagrama de bloques que describe un tercer procedimiento de funcionamiento de un caudalímetro magnético-inductivo.

20 En la figura 1 se representa un caudalímetro magnético-inductivo 1. El caudalímetro magnético-inductivo 1 sirve para la medición del flujo de un fluido conductor que pasa a través de un tubo de medición 2. Un dispositivo generador de campo magnético 3 genera un campo magnético de medición que atraviesa el tubo de medición 2. El campo magnético de medición se guía por medio de un dispositivo de circuito magnético 4 fuera del tubo de medición 2 y se concentra en la zona del tubo de medición 2.

25 El campo magnético de medición provoca una separación de cargas en el fluido conductor que fluye a través del tubo de medición 2. La separación de la carga en el fluido provoca, a su vez, la inducción de una tensión de medición en el fluido, que se toma con ayuda de los electrodos 5 mostrados en la figura 2. La tensión de medición es proporcional a la velocidad a la que el fluido pasa a por el tubo de medición 2. Con ayuda de la velocidad y del diámetro del tubo de medición 2 se puede determinar el caudal del fluido.

30 Un dispositivo electrónico de control y evaluación 6 sirve para el control del caudalímetro magnético-inductivo y para la evaluación de la medición del caudal. La tensión de medición no sólo es proporcional al caudal del fluido, sino que también es proporcional al campo magnético de medición. Por consiguiente, es importante que se genere con una alta precisión de repetición un campo magnético de medición en el tubo de medición 2, a fin de poder determinar el caudal con exactitud de forma permanente.

35 Sin embargo, se puede influir en el campo magnético de medición. En especial, no se deben despreciar las influencias indirectas en el campo magnético de medición. Estas influencias indirectas son las que afectan a las características del dispositivo del circuito magnético 4. Si las características del dispositivo del circuito magnético 4 cambian, se produce un cambio en el campo magnético de medición, que perturba y falsea la medición del flujo. Una de estas influencias es, por ejemplo, la temperatura del dispositivo de circuito magnético 4. El dispositivo de circuito magnético 4 está hecho de un material, preferiblemente de un material magnético blando, con una permeabilidad determinada. 40 La permeabilidad es una variable que depende de la temperatura, es decir, cambia con la temperatura. Un cambio en la permeabilidad da lugar a un cambio en el campo magnético de medición.

Otra influencia se puede ver en un campo magnético exterior que actúa sobre el dispositivo de circuito magnético 4. El campo magnético exterior puede provocar la saturación del dispositivo de circuito magnético 4, o al menos una alineación de los momentos magnéticos en el dispositivo de circuito magnético 4 en dirección del campo magnético exterior, lo que influye igualmente en el guiado del campo magnético y, por lo tanto, en el campo magnético de medición. 45

También ejercen una influencia las aceleraciones del dispositivo de circuito magnético 4. Estas aceleraciones se deben especialmente a las vibraciones del dispositivo del circuito magnético 4, que pueden tener su origen, por ejemplo, en una bomba conectada al caudalímetro magnético-inductivo 1 o en otro componente del caudalímetro magnético-inductivo 1. Estas variables físicas perturbadoras, en particular la temperatura del dispositivo de circuito magnético 4, 50

un campo magnético exterior que actúa sobre el dispositivo de circuito magnético 4 y una aceleración del dispositivo de circuito magnético 4, influyen, por lo tanto, en el campo magnético de medición.

Para detectar las variables de perturbación física, se disponen en el dispositivo de circuito magnético 4 unos sensores 7. Los sensores 7 se montan en el lado opuesto al tubo de medición 2 del dispositivo de circuito magnético 4. En el dispositivo de circuito magnético 4 mostrado en la figura 1 se han dispuesto tres sensores 7. Un primer sensor 7 se ha configurado a modo de temperatura 8 y sirve para el registro de la temperatura del dispositivo de circuito magnético 4. Para el registro del campo magnético exterior que actúa sobre el dispositivo de circuito magnético 4 se pueden utilizar sensores de campo magnético 9, como los que se muestran, por ejemplo, en la figura 3, o interruptores de campo magnético 10. Los otros dos sensores mostrados en la figura 1 están diseñados como interruptores de campo magnético 10. Los dos interruptores de campo magnético 10 son sensibles a respectivamente un componente diferente, un componente del campo magnético exterior a lo largo de una dirección espacial diferente. Por lo tanto, con los dos sensores de campo magnético 10 se pueden detectar en total dos componentes del campo magnético exterior, es decir, los componentes del campo magnético exterior a lo largo de dos direcciones espaciales diferentes.

En la figura 2 se representa una sección transversal de un caudalímetro magnético-inductivo 1 que corresponde esencialmente al caudalímetro magnético-inductivo 1 mostrado en la figura 1. El caudalímetro 1 mostrado en la figura 2 se diferencia del caudalímetro 1 ilustrado en la figura 1 únicamente en el tipo de sensores 7 dispuestos en el dispositivo de circuito magnético 4. En concreto, los sensores 7 se han configurado una vez como sensor de temperatura 8, otra como interruptor de campo magnético 10 y otra como sensor de aceleración 11. El sensor de aceleración 11 sirve para el registro de una vibración del dispositivo de circuito magnético 4, detectándose la frecuencia y la amplitud de la vibración. El tubo de medición 2 está aplanado en la zona de los electrodos 5 y presenta una sección transversal fundamentalmente rectangular, encontrándose los electrodos 5 en el lado estrecho. El tubo de medición 2 presenta en sus dos extremos sendas bridas 12 con las que el tubo de medición 2 se puede montar en una sección de medición.

Tanto en la figura 1 como en la figura 2, los sensores 7 se fijan mediante un elemento de fijación del sensor 13, concretamente una placa de circuito impreso 14, en el dispositivo de circuito magnético 4. El dispositivo de control y evaluación 6 se conecta a través de conductores impresos no representados de la placa de circuito impreso 14 a los sensores 7. El dispositivo de control y evaluación 6 se ha diseñado de manera que detecte y señale la superación o el hecho de no alcanzar un valor límite predeterminado de la variable física perturbadora, es decir, la temperatura y/o el campo magnético exterior y/o la vibración, y/o que realice una corrección del efecto de la variable física perturbadora sobre la medición del caudal.

La figura 3 muestra otra forma de realización del caudalímetro magnético-inductivo 1. El caudalímetro 1 presenta un tubo de medición 2 de sección transversal redonda. A diferencia de las figuras 1 y 2, el elemento de montaje del sensor 13 se ha configurado a modo de ángulo 15. En el ángulo 15 se han dispuesto cuatro sensores 7. Gracias a la configuración del elemento de montaje del sensor 13 en forma de ángulo 15 es posible disponer tres sensores de campo magnético 9 de manera que se puedan detectar los tres componentes de un campo magnético exterior, es decir, los componentes a lo largo de cada una de las tres direcciones espaciales. Por lo tanto, los tres sensores de campo magnético 9 son sensibles a respectivamente un componente del campo magnético exterior. En el ángulo 15 se dispone además un sensor de aceleración 11.

En la figura 4 se muestra a su vez una sección transversal de un caudalímetro magnético-inductivo 1. El tubo de medición 2 presenta, al igual que en la figura 3, una sección transversal redonda. El elemento de montaje del sensor 13 también se ha configurado a modo de ángulo 15. En total, el caudalímetro 1 presenta dos sensores 7, concretamente dos sensores de campo magnético 9.

La figura 5 muestra otra forma de realización de un caudalímetro magnético-inductivo 1. A diferencia de las variantes de realización representadas hasta ahora, en el caudalímetro 1 mostrado en la figura 5 los sensores 7 se han fijado directamente en el dispositivo de circuito magnético, es decir, no se han fijado por medio de un elemento de fijación de sensor 13.

En la figura 6 se representa un diagrama de bloques de un procedimiento de funcionamiento de un caudalímetro magnético-inductivo 1 descrito. En un primer paso 101, se registra en primer lugar la variable de perturbación física que actúa sobre el dispositivo de circuito magnético 4 mediante el sensor 7. Una vez registrada la variable física perturbadora, se pueden llevar a cabo diversas secuencias de proceso, representadas todas ellas en la figura 6:

Después de registrar la variable física perturbadora 101, ésta se compara en una secuencia de proceso con un valor límite 102 almacenado en el dispositivo de control y evaluación 6. El valor límite puede ser un valor límite superior o un valor límite inferior. Asimismo, se pueden almacenar tanto un valor límite superior como un valor límite inferior. Si la perturbación física detectada sobrepasa el valor límite superior o cae por debajo del valor límite inferior, representado por la flecha que apunta hacia arriba en la figura 6, se señala un estado de error 103. Señalado el estado de error 103, se aborta la medición del caudal 104 o se procede a una corrección del efecto de la perturbación física sobre la medición del caudal 105.

Si después de la comparación de la variable de perturbación física con el valor límite predeterminado 102, es decir, si la variable de perturbación física no excede un valor límite superior o no cae por debajo de un valor límite inferior, lo que se representa con la flecha que apunta hacia abajo en la figura 6, no se señala ningún estado de error, se realiza una corrección del efecto de la variable de perturbación física en la medición del flujo 105.

- 5 Otra secuencia de proceso prevé que directamente después de la detección de la perturbación física 101 se realice una corrección del efecto de la perturbación física en la medición del flujo 105. Por lo tanto, no se prevé ninguna comparación con un valor límite 102.

La figura 7 muestra un diagrama de bloques de un procedimiento para el funcionamiento de un caudalímetro magnético-inductivo 1 del tipo descrito, que corresponde fundamentalmente al procedimiento descrito en la figura 1, previéndose, sin embargo, otro paso de procedimiento 100 anterior. Para poder llevar a cabo una corrección de los efectos de la variable de perturbación física en la medición del flujo, se almacenan en un paso de procedimiento 100 los datos de corrección para corregir la medición electromagnética del flujo se almacenan en el dispositivo de control y evaluación 6. Estos datos de corrección describen la dependencia de la tensión de medición de la variable física que actúa sobre el dispositivo del circuito magnético 4. Si la variable física de perturbación es la temperatura del dispositivo de circuito magnético 4, es decir, si el sensor 7 está diseñado como sensor de temperatura 9, los datos de corrección describen la dependencia de la tensión de medición de la temperatura del dispositivo de circuito magnético 4. Si, por el contrario, la variable física de perturbación es un campo magnético exterior que actúa sobre el dispositivo de circuito magnético 4 y el sensor 7, que está diseñado como sensor de campo magnético 9 o como interruptor de campo magnético 10, detecta el campo magnético exterior, los datos de corrección describen la dependencia de la tensión de medición del campo magnético exterior que actúa sobre el dispositivo de circuito magnético 4. La corrección de los efectos de la variable física de perturbación se realiza corrigiendo la tensión eléctrica de medición detectada cuando el fluido conductor fluye a través del tubo de medición con los datos de corrección almacenados en el dispositivo de control y evaluación 6.

En la figura 8 se representa otro diagrama de bloques de un procedimiento de funcionamiento del caudalímetro magnético-inductivo 1. El procedimiento según la figura 8 se lleva a cabo cuando la variable de perturbación física es una aceleración del dispositivo de circuito magnético 4, siendo la aceleración una vibración periódica con una amplitud de vibración y una frecuencia de vibración, y presentando la señal de medición una oscilación de señal de medición periódica. Antes de que se lleve a cabo una corrección del efecto de la variable de perturbación física en la medición del flujo 105, se determina en un paso de procedimiento anterior 106 la frecuencia de la señal de medición de la oscilación de la señal de medición periódica. En el paso de procedimiento 107, la frecuencia de la señal de medición se compara con la frecuencia de la vibración periódica del dispositivo de circuito magnético 4. Una corrección 105 de los efectos de la vibración periódica en la medición del flujo se lleva a cabo cuando la frecuencia de la señal de medición coincide con la frecuencia de vibración del dispositivo del circuito magnético o cuando la frecuencia de vibración está incluida en la vibración de la señal de medición, ilustrada mediante el signo más en la figura 8.

35 Lista de referencias

- 1 Caudalímetro magnético-inductivo
- 2 Tubo de medición
- 3 Dispositivo generador de campos magnéticos
- 4 Dispositivo de circuito magnético
- 40 5 Electrodo
- 6 Dispositivo de control y evaluación
- 7 Sensor
- 8 Sensor de temperatura
- 9 Sensor de campo magnético
- 45 10 Interruptor de campo magnético
- 11 Sensor de aceleración
- 12 Brida
- 13 Elemento de fijación del sensor

ES 2 916 340 T3

- 14 Placa de circuito impreso
- 15 Ángulo

- 100 Almacenamiento de datos de corrección en la unidad de control y evaluación
- 5 101 Detección de la variable de perturbación física que actúa sobre el dispositivo de circuito magnético
- 102 Comparación de la variable física perturbadora con un valor límite preestablecido
- 103 Señalización de un estado de error cuando se supera o no se alcanza el valor límite
- 104 Aborto de la medición del caudal
- 105 Corrección de los efectos de la perturbación física en la medición del caudal
- 10 106 Determinación de la frecuencia de la señal de medición de una oscilación periódica de la señal de medición
- 107 Comparación de la frecuencia de la señal de medición con la frecuencia de vibración

REIVINDICACIONES

1. Caudalímetro magnético-inductivo (1) para la medición del flujo de un fluido conductor, con un tubo de medición (2), con un dispositivo generador de campo magnético (3) para la generación de un campo magnético de medición que atraviesa el tubo de medición (2), con un dispositivo de circuito magnético (4) para guiar el campo magnético de medición fuera del tubo de medición (2), con electrodos (5) para la detección de una tensión eléctrica de medición que depende del flujo cuando el fluido conductor pasa por el tubo de medición (2), y con un dispositivo electrónico de control y evaluación (6),
- 5
- 10 caracterizado por que
- en el dispositivo de circuito magnético (4) se dispone un sensor (7) para la detección de una variable de perturbación física que actúa sobre el dispositivo de circuito magnético (4), influyendo en el campo magnético de medición la variable de perturbación física, y configurándose la unidad de control y evaluación (6) de manera que detecte y señale una superación o el hecho de no alcanzar un valor límite predeterminado de la variable de perturbación física.
- 15
2. Caudalímetro magnético-inductivo (1) según la reivindicación 1, caracterizado por que la unidad de control y evaluación (6) se configura de modo que realice una corrección del efecto de la variable física perturbadora sobre la medición del caudal.
- 20
3. Caudalímetro magnético-inductivo (1) según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que el sensor (7) se configura a modo de sensor de temperatura (8) y sirve para la detección de la temperatura del dispositivo del circuito magnético (4).
- 25
4. Caudalímetro magnético-inductivo (1) según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que el sensor (7) se configura a modo de sensor de campo magnético (9), especialmente como sensor Hall, y sirve para la detección de un campo magnético exterior que actúa sobre el dispositivo de circuito magnético (4).
- 30
5. Caudalímetro magnético-inductivo (1) según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que el sensor (7) se configura a modo de interruptor de campo magnético (10) y sirve para la detección de un campo magnético exterior que actúa sobre el dispositivo de circuito magnético (4).
- 35
6. Caudalímetro magnético-inductivo (1) según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que el sensor (7) se configura a modo de sensor de aceleración (11) y sirve para la detección de una aceleración, causada especialmente por vibraciones, del dispositivo de circuito magnético (4).
- 40
7. Caudalímetro magnético-inductivo (1) según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que se dispone al menos otro sensor (7) en el dispositivo de circuito magnético (4), configurándose este otro sensor (7) especialmente como sensor de temperatura (8), como sensor de campo magnético (9), como interruptor de campo magnético (10) o como sensor de aceleración (11).
- 45
8. Caudalímetro magnético-inductivo (1) según la reivindicación 7, caracterizado por que se disponen al menos tres sensores (7) en el dispositivo de circuito magnético (4), configurándose un sensor (7) como sensor de temperatura (8), otro sensor (7) como sensor de aceleración (11) y otro sensor (7) como sensor de campo magnético (9) o interruptor de campo magnético (10).
- 50
9. Caudalímetro magnético-inductivo (1) según una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado por que el sensor (7) o los sensores (7) se fija o se fijan mediante un elemento de fijación del sensor (13) en el dispositivo de circuito magnético (4), en particular por que el elemento de fijación del sensor (13) está diseñado como placa de circuito impreso (14).
- 55
10. Caudalímetro magnético-inductivo (1) según la reivindicación 9, caracterizado por que el elemento de fijación del sensor (13) se configura a modo de ángulo (15), especialmente a modo de ángulo recto.
- 60
11. Procedimiento para el funcionamiento de un caudalímetro magnético-inductivo (1), con un tubo de medición (2), con un dispositivo generador de campo magnético (3) para la generación de un campo magnético de medición que atraviesa el tubo de medición (2), con un dispositivo de circuito magnético (4) para guiar el campo magnético de medición fuera del tubo de medición (2), con electrodos (5) para la detección de una tensión eléctrica de medición que depende del flujo cuando un fluido conductor pasa por el tubo de medición (2), y con un dispositivo electrónico de control y evaluación (6), disponiéndose en el dispositivo de circuito magnético (4) un sensor (7) para la detección de una variable física de perturbación que actúa sobre el dispositivo de circuito magnético (4), influyendo la variable física de perturbación en el campo magnético de medición,
- 65
- registrándose con el sensor la variable de perturbación física que actúa sobre el dispositivo de circuito magnético (101) sensor,

comparándose la variable de perturbación física (102) con un valor límite predeterminado, y señalándose en caso de superación o de no alcanzar el valor límite un estado de error (103).

5 12. Procedimiento según la reivindicación 11, caracterizado por que en otro paso de procedimiento se lleva a cabo una corrección del efecto de la variable física de perturbación sobre la medición del flujo (105).

10 13. Procedimiento según la reivindicación 11 o 12, caracterizado por que los datos de corrección para corregir la medición del flujo magnético-inductivo se almacenan en la unidad de control y evaluación (100), describiendo los datos de corrección, cuando el sensor se configura como sensor de temperatura, la dependencia de la tensión de medición de la temperatura del dispositivo de circuito magnético causada por la dependencia de la temperatura del campo magnético de medición, y
15 describiendo los datos de corrección, cuando el sensor se configura como sensor de campo magnético, la dependencia de la tensión de medición del campo magnético exterior que actúa sobre el dispositivo de circuito magnético causada por la dependencia del campo magnético de medición del campo magnético exterior que actúa sobre el dispositivo de circuito magnético.

20 14. Procedimiento según la reivindicación 13, configurándose el sensor como sensor de temperatura y registrando el sensor de temperatura la temperatura del dispositivo de circuito magnético, o configurándose el sensor como sensor de campo magnético y registrando el sensor de campo magnético el campo magnético exterior en el dispositivo de circuito magnético, caracterizado por que la corrección del efecto de la variable de perturbación física se realiza corrigiendo la tensión de medición eléctrica detectada al pasar el fluido conductor por el tubo de medición con los datos de corrección.

25 15. Procedimiento según la reivindicación 11 o 12, configurándose el sensor como sensor de aceleración y registrando el sensor de aceleración la aceleración del dispositivo de circuito magnético, debiéndose la aceleración especialmente a las vibraciones del dispositivo de circuito magnético, caracterizado por que la corrección del efecto de la variable de perturbación física en la medición del flujo se realiza seleccionando la frecuencia de medición para la detección de la tensión de medición eléctrica de manera que la duración del período de exploración corresponda a un múltiplo de la duración del período de vibración.
30

35 16. El procedimiento según la reivindicación 15, siendo la aceleración del dispositivo de circuito magnético una vibración periódica con una amplitud de vibración y una frecuencia de vibración, y presentando la señal de medición una oscilación de la señal de medición periódica, caracterizado por que se determina la frecuencia de la señal de medición de la oscilación de la señal de medición periódica (106), por que la frecuencia de la señal de medición se compara con la frecuencia de vibración (107), y por que se realiza una corrección del efecto de la perturbación física en la medición del flujo (105) cuando la frecuencia de la señal de medición coincide con la frecuencia de vibración del dispositivo de circuito magnético o cuando la frecuencia de vibración está incluida en la oscilación de la señal de medición.

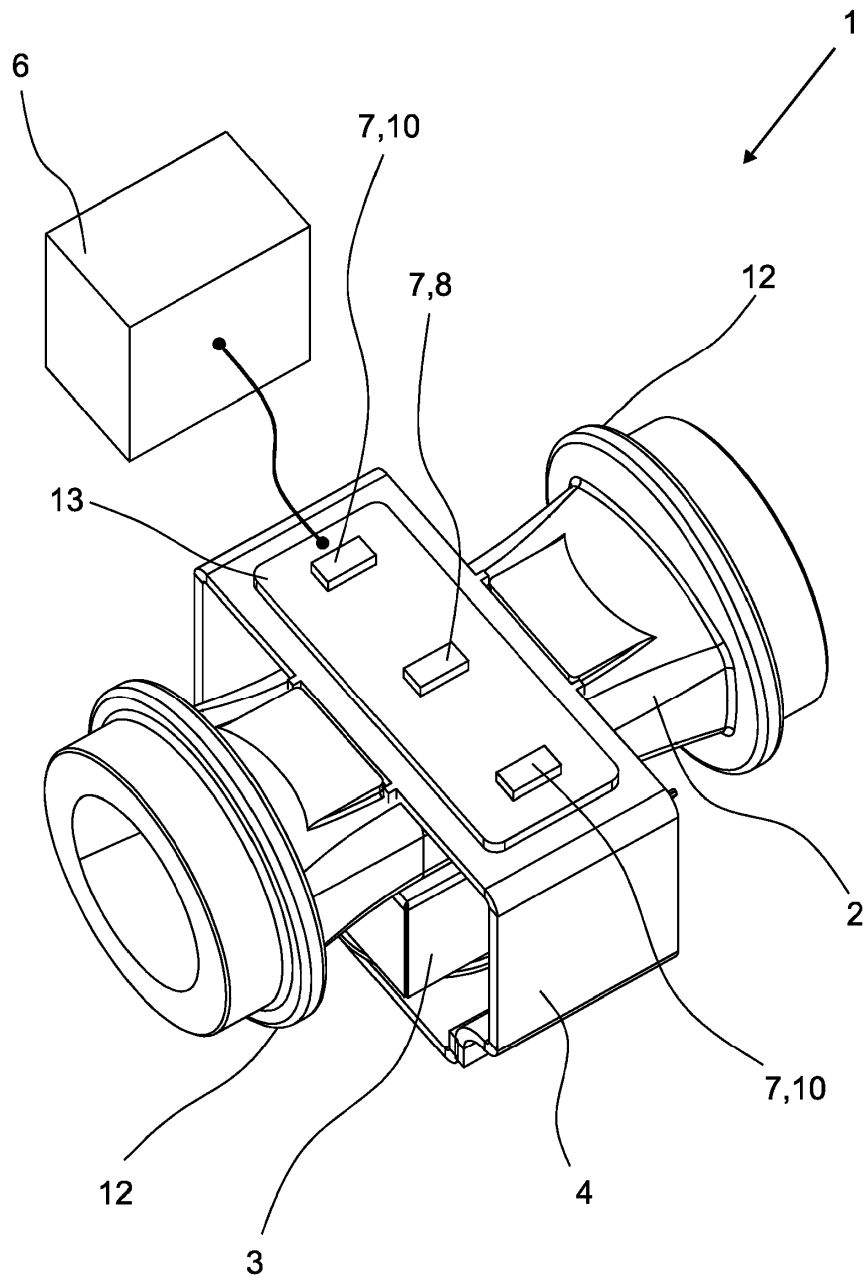


Fig. 1

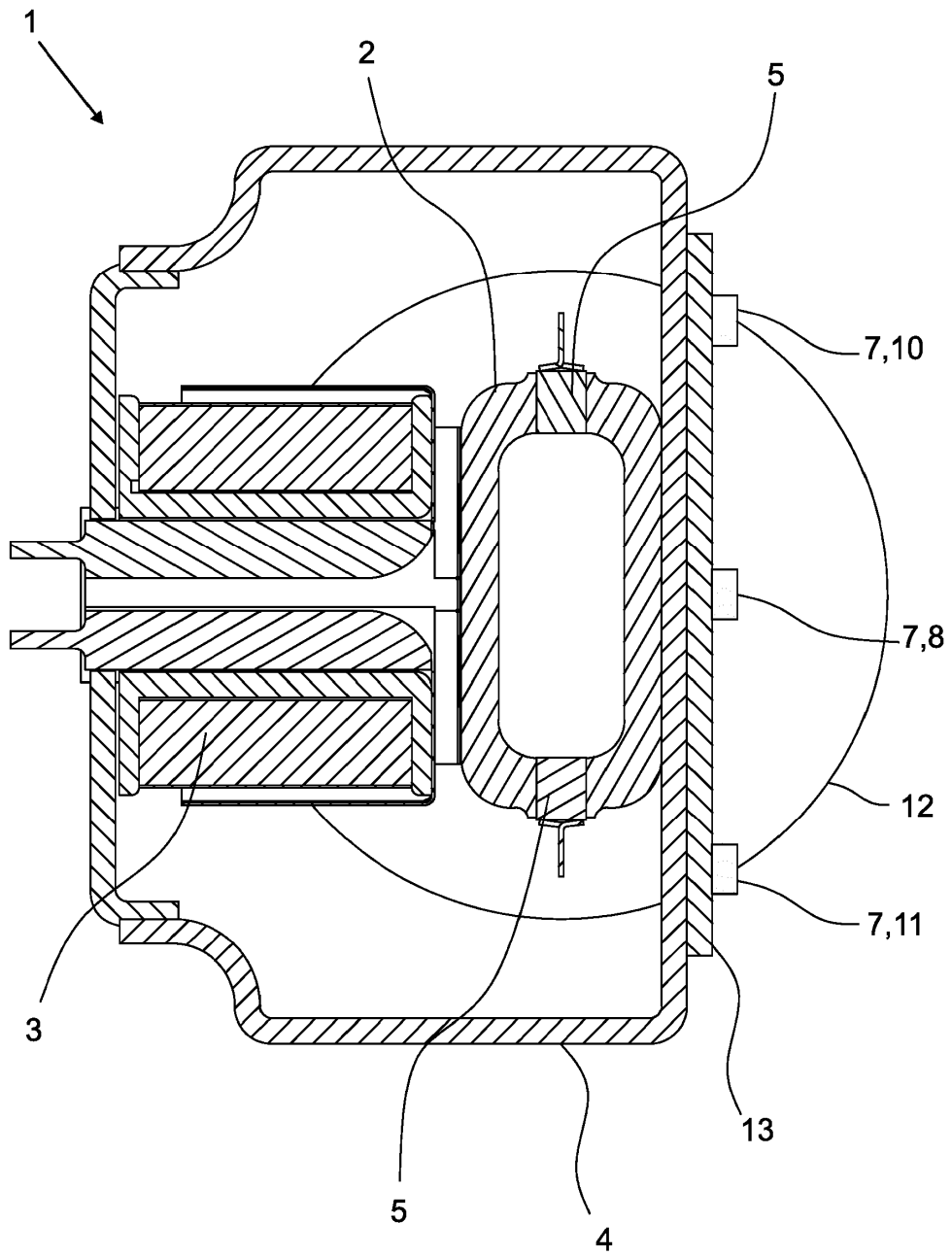


Fig. 2

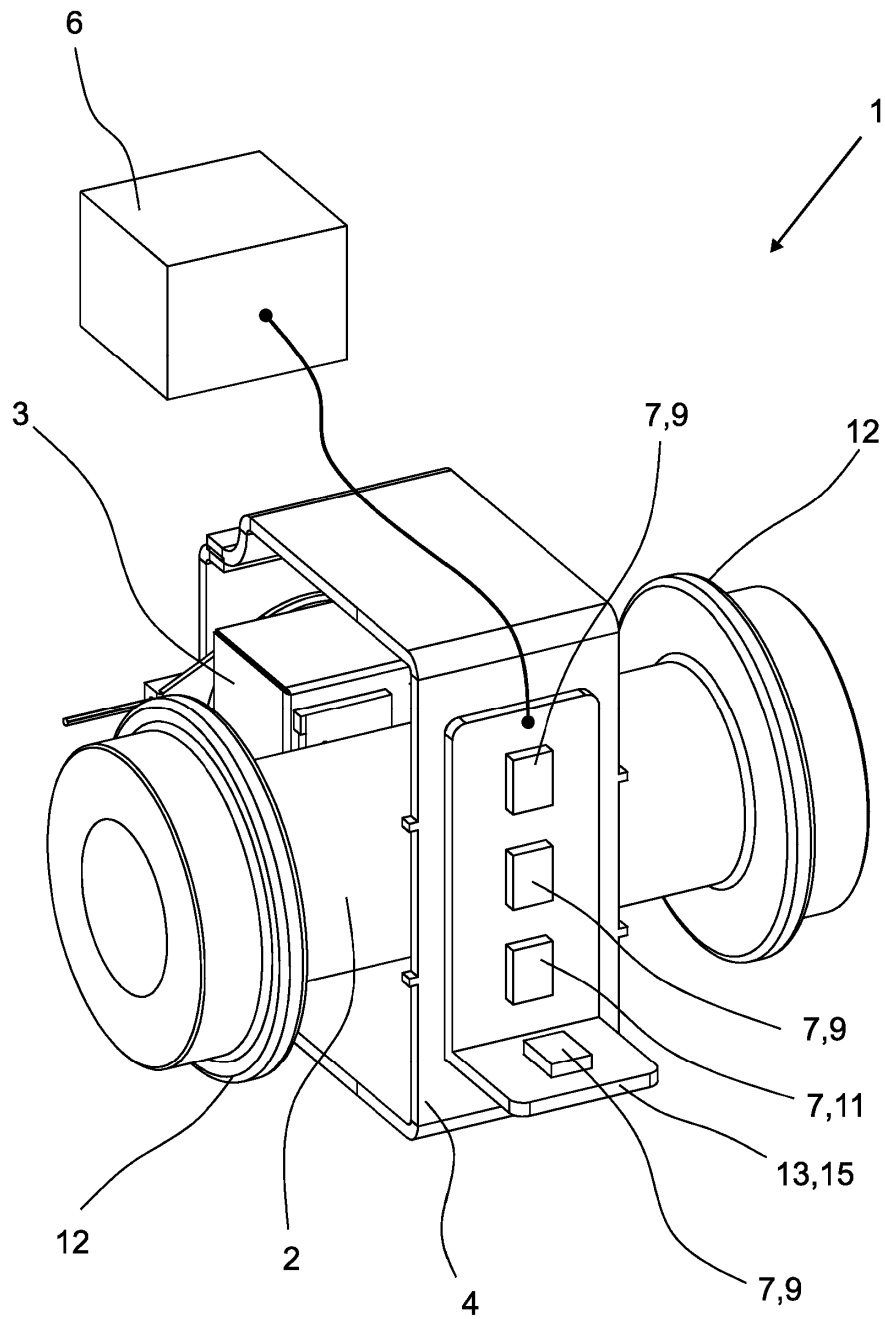


Fig. 3

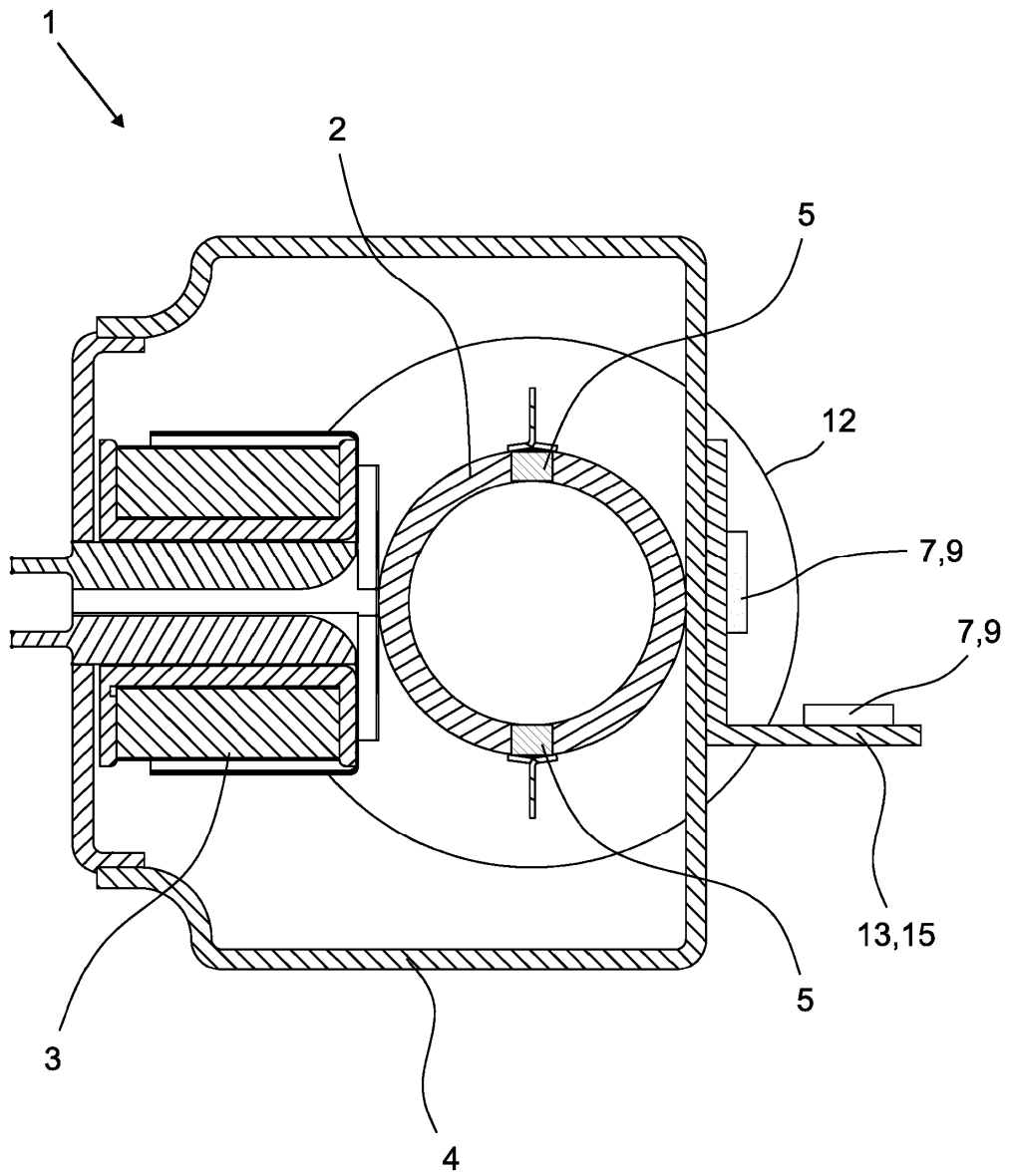


Fig. 4

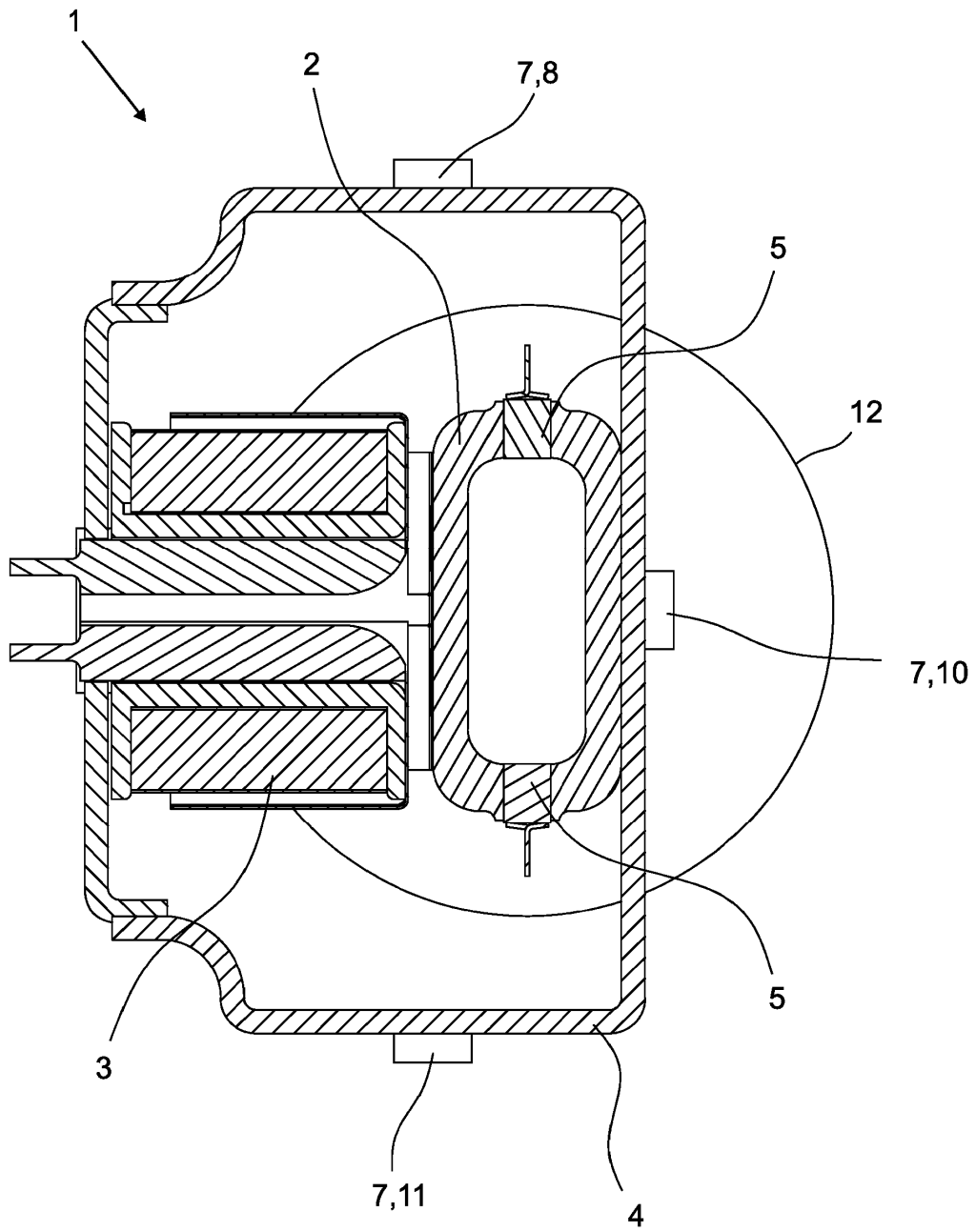


Fig. 5

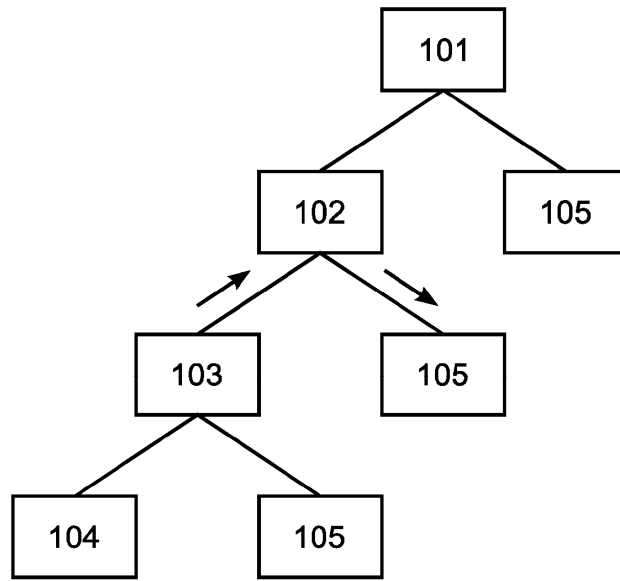


Fig. 6

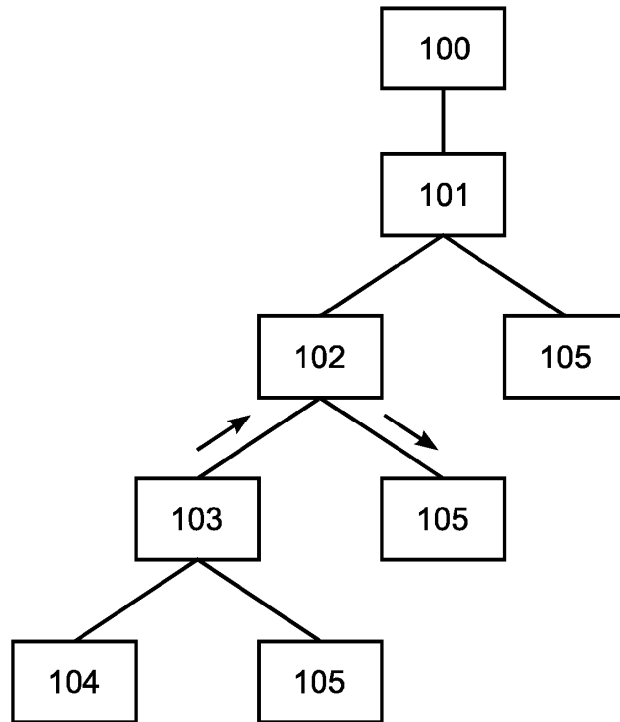


Fig. 7

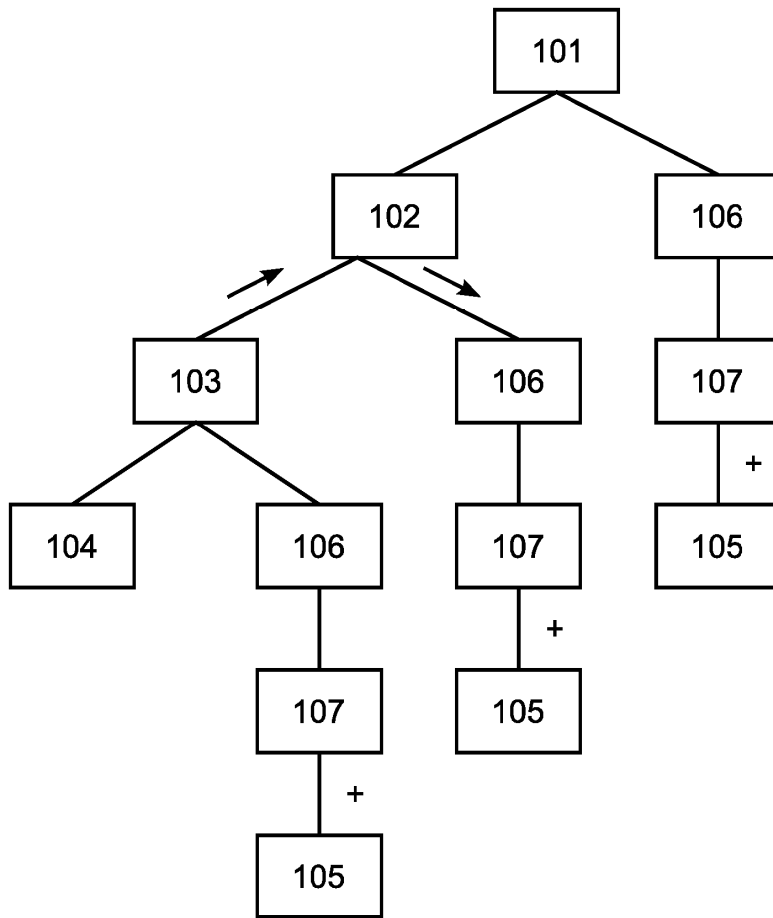


Fig. 8