

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 639 538**

51 Int. Cl.:

G01F 3/10 (2006.01)

G01F 3/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.06.2005 PCT/EP2005/006067**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.12.2005 WO05119185**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.06.2005 E 05749619 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.08.2017 EP 1751504**

54 Título: **Detector de caudal y procedimiento para medir el volumen y/o la velocidad de flujo de un medio**

30 Prioridad:

04.06.2004 DE 102004027387

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

27.10.2017

73 Titular/es:

**VSE VOLUMENTECHNIK GMBH (100.0%)
HONNESTRASSE 47
58809 NEUENRADE, DE**

72 Inventor/es:

ERTLER, WERNER

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 639 538 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

Detector de caudal y procedimiento para medir el volumen y/o la velocidad de flujo de un medio

5 La invención se refiere a un detector de caudal con una cámara de medición, a la que puede alimentarse y de la que puede volver a extraerse un medio, cuyo volumen y/o velocidad de flujo debe medirse, con elementos de mecanismo de medición dispuestos en la cámara de medición, montados de manera que pueden girar libremente, con al menos un sensor para medir campos magnéticos y/o variaciones de campos magnéticos, y con un dispositivo de circuito, al que se alimentan las señales de salida del o de los sensores.

10 La invención se refiere además a un procedimiento para medir el volumen y/o la velocidad de flujo de un medio con un detector de caudal, que presenta una cámara de medición con elementos de mecanismo de medición dispuestos en la misma, montados de manera que pueden girar libremente y al menos un sensor para medir campos magnéticos y/o variaciones de campos magnéticos.

15 Los detectores de caudal también se denominan sensores de volumen. Normalmente están contruidos como contadores de desplazamiento. Ejemplos de esto son los sensores de ruedas dentadas, contadores de husillo roscado, contadores de ruedas ovaladas, contadores de pistón rotativo o también turbinas de medición o bombas dosificadoras de ruedas dentadas. Sirven para medir un volumen, un caudal o la velocidad con la que un medio, en este caso por tanto un fluido, pasa por el aparato de medición. Los fluidos pueden ser líquidos, pastas o también gases.

25 En la práctica, en el caso de los detectores de caudal a menudo no se trata de aparatos de medición en el sentido más estricto, porque el sistema electrónico de evaluación no forma parte del aparato, sino que se encuentra por fuera. Aun así a menudo se utiliza el término de aparato medidor de caudal y también se habla de cámaras de medición y elementos de mecanismo de medición, etc. Los detectores de caudal se designan con frecuencia también como sensores de volumen, sensores de flujo, aparatos medidores de flujo y de otra forma.

30 Los sensores de volumen o detectores de caudal detectan únicamente el flujo o un volumen que fluye y emiten una señal para esta unidad de evaluación o sistema electrónico de evaluación, a partir de la cual éste proporciona un valor de medición. A continuación se utilizará el término "detector de caudal". Se evitará una confusión con determinados elementos constructivos en el aparato, que sean detectores o sensores en el sentido más estricto, mediante el uso de la denominación completa.

35 La mayoría de detectores de caudal o sensores de volumen tienen en común que detectan el movimiento de una rueda dentada que gira. Por ejemplo, en el caso de los sensores de ruedas dentadas dos ruedas dentadas que se engranan entre sí están montadas de manera que pueden girar libremente. Un medio (normalmente un fluido, por ejemplo un líquido o un gas) se alimenta a las dos ruedas dentadas, concretamente a la zona en la que se engranan entre sí. De este modo, el medio llega a las cámaras, que se forman de manera alterna en los entredientes de las dos ruedas dentadas. El medio que va llegando lleva a que las cantidades situadas en las cámaras de la rueda dentada se transporten del lado de entrada al lado de salida y entonces, mediante el movimiento de los dientes, se hacen girar las ruedas dentadas. A este respecto, el giro de las dos ruedas dentadas es opuesto. En la carcasa, que rodea las ruedas dentadas, está dispuesto un imán, que genera un campo magnético. Este campo magnético se ve afectado por las ruedas dentadas que giran. Estas variaciones del campo magnético pueden detectarse mediante uno o varios sensores correspondientes.

45 A este respecto, cada diente de la rueda dentada, que discurre por debajo del o de los sensores, lleva a un impulso que puede detectarse. Ahora, a partir del número de estos impulsos puede determinarse con qué ángulo se ha girado la rueda dentada, o cuántos giros ha realizado la rueda dentada en total en un periodo de tiempo determinado. Entonces, a partir de estos datos puede sacarse una conclusión de la cantidad del fluido u otro medio, que ha fluido a través del detector de caudal, o bien puede determinarse la velocidad de la cantidad de transporte del fluido. Evidentemente, en cuanto a la técnica de regulación, de manera opuesta en un circuito regulador puede fijarse un valor teórico determinado para la cantidad del medio que va a transportarse o bien para la velocidad de flujo, que entonces ajusta de manera correspondiente el detector de caudal junto con una bomba.

55 Este tipo de aparatos se conocen desde hace tiempo en el mercado y son eficaces y por ejemplo ya se conocen por el documento DE 25 54 466 C3. En particular se buscan detectores de caudal, que también puedan medir de la manera más precisa posible caudales pequeños del medio que va a transportarse, o permitan una indicación lo más precisa posible sobre la velocidad de transporte. La cantidad medible más pequeña del medio que va a transportarse está compuesta por la cantidad que corresponde a un giro de la rueda dentada por el ángulo que existe entre dos dientes de la rueda dentada. Esto correspondería al espacio entre dos impulsos contados con un giro de la rueda dentada. Entonces, este volumen establece también la imprecisión de mediciones con cantidades mayores. También se denomina "volumen de entredientes". También es una indicación para el tamaño constructivo de un detector de caudal.

65

Si por ejemplo se ha transportado una cantidad con 9 impulsos de este tipo, entonces el aparato de medición no puede tomar ninguna determinación sobre qué proporción de este volumen de entredientes o volumen mínimo ha fluido antes del primer y después del noveno impulso a través del aparato de medición. El valor de "9 impulsos" representa por tanto una cantidad transportada, cuyo volumen asciende a entre algo más de 8 y casi 10 de estos volúmenes mínimos. En el caso de caudales pequeños o velocidades de transporte muy lentas y también en el caso de velocidades de transporte que varían rápidamente esto supone una imprecisión de medición muy considerable.

Este problema ya se reconoció y por ejemplo en el documento US-PS 4.641.522 se propone para ello disponer el sensor de tal modo que pueda aprovecharse el movimiento de ambas ruedas dentadas para la medición. Se hace una propuesta similar en el documento EP 0 741 279 B1, los documentos EP 0 642 001 A2 y US-PS 5.184.519 proponen incluso disponer un anillo completo de sensores de forma circular, para poder realizar el mayor número de mediciones posible.

Todas estas propuestas tienen el objetivo de, mediante un aumento del número de mediciones o de las posibilidades de medición, reducir el volumen mínimo que va a transportarse del medio de interés entre dos impulsos y así mejorar la precisión de medición. Todas estas disposiciones tienen el inconveniente de una inversión en aparatos considerable, que se produce por los sensores adicionales y las líneas de alimentación necesarias para ello.

Al mismo tiempo ha de tenerse en cuenta que las mediciones, en ocasiones y según la necesidad concreta y actual, también deben realizarse en fluidos o gases en circulación, relativamente calientes, que debe dedicarse un esfuerzo enorme para el sellado de los aparatos, porque también puede tratarse de fluidos o gases venenosos, combustibles o caros y que los fluidos y gases también pueden ser medios agresivos. Todo esto complica y encarece en ocasiones considerablemente los aparatos correspondientes.

Esto también se intenta desde el punto de vista mecánico utilizando ruedas dentadas lo más pequeñas posible. No obstante, esto tiene entonces la desventaja de que con este tipo de aparatos de medición no pueden procesarse de manera útil grandes cantidades o fluidos que fluyen muy rápido, especialmente gases.

Por el documento US-PS 5.586.045 se conoce una propuesta para disponer en un detector de caudal de tipo rueda dentada un sensor magnético para seguir el movimiento incremental de los dientes de la rueda dentada. Las señales de sensor se transmiten a un dispositivo de procesamiento de datos digital y aquí se almacenan. Los valores de medición almacenados se comparan con valores de medición adicionales, para así determinar posiciones de diente relativas y calcular el caudal basándose también en las posiciones de diente relativas. Para ello se emplea un sistema electrónico complejo para el procesamiento de datos y la comparación de diversas mediciones anteriores almacenadas de manera correspondiente.

El objetivo de la presente invención es proponer una solución factible para un detector de caudal, con el que pueda mejorarse la precisión de medición con una inversión en aparatos menor.

Este objetivo se alcanza mediante un detector de caudal según la reivindicación 1, con una cámara de medición, a la que puede alimentarse y de la que puede volver a extraerse un medio, cuyo volumen y/o velocidad de flujo debe medirse, con elementos de mecanismo de medición dispuestos en la cámara de medición, montados de manera que pueden girar libremente, con al menos dos sensores para medir campos magnéticos y/o variaciones de campos magnéticos, que están desplazados entre sí dispuestos sobre la circunferencia del mismo elemento de mecanismo de medición, con un dispositivo de circuito al que se alimentan las señales de salida de los sensores, en el que los sensores emiten en cada caso una señal de salida y la alimentan al dispositivo de circuito, que oscila periódicamente con cada paso de un único diente y un entrediente correspondiente de uno de los elementos de mecanismo de medición entre un valor mínimo y un valor máximo y, en función de la posición del diente en relación con los sensores, toma un valor intermedio reproducible, y en el que el dispositivo de circuito está construido de tal modo que a partir de las señales de salida de los sensores forma señales de salida propias, que convierten los valores intermedios en valores contables, que son representativos de volúmenes parciales de los volúmenes transportados entre dos dientes.

De este modo el objetivo se alcanza de manera sorprendente. Mientras que el estado de la técnica todavía partía del hecho de que un sensor sólo puede indicar que acaba de moverse un diente por debajo del mismo, según la invención la señal se estructura más y a su vez se evalúa esta estructura. Es decir, no sólo se proporciona un "pico" o señal digital al pasar el diente por el sensor, sino una señal periódica que oscila entre un valor máximo y uno mínimo. Para ello es adecuada en particular una señal sinusoidal, porque también puede representarse de manera práctica mediante sensores de campo magnético correspondientes y permite una aplicación especialmente precisa y al mismo tiempo sencilla.

Para la invención resulta muy ventajoso que se utilicen no sólo un sensor, sino al menos dos sensores. Ha resultado especialmente eficaz cuando los al menos dos sensores se utilizan en un elemento de mecanismo de medición, en particular por tanto la misma rueda dentada. La disposición de al menos dos sensores sobre una rueda dentada tiene entre otras cosas la ventaja de que con la inversión en el sentido de giro de las ruedas dentadas se evita una inclusión del juego de las ruedas dentadas entre sí en el registro de señal. Éstos miden preferiblemente con una

distancia entre sí el movimiento del mismo elemento de mecanismo de medición, es decir, de la misma rueda dentada. Esta distancia, en el caso de utilizar oscilaciones sinusoidales, se selecciona de tal modo que uno de los sensores proporciona una oscilación sinusoidal al tiempo que el otro produce una oscilación cosenoidal, cuando gira la misma rueda dentada. A este respecto, si se explora el mismo diente, entonces esto corresponde a un desplazamiento de los dos sensores entre sí de 90° de la oscilación (desde el punto de vista eléctrico), lo que es sinónimo de un desplazamiento relativo de un cuarto de un paso de dientes.

Sin embargo, también sería posible explorar dos dientes adyacentes o también dos dientes más alejados entre sí porque las ruedas dentadas están dotadas de dientes distribuidos de manera simétrica y regular y por tanto, el movimiento de un diente siempre se produce de manera síncrona con el de los demás dientes en la misma rueda dentada. Por tanto, en este caso, para la disposición pueden tenerse en cuenta necesidades constructivas concretas en toda su extensión.

A este respecto, se prefiere evidentemente que los dos sensores, con una posición idéntica con respecto a un diente, emitan una señal de salida idéntica. Éste sería el caso en el ejemplo mencionado anteriormente de una señal sinusoidal y cosenoidal con un desplazamiento de 90° . Concretamente, a partir de este tipo de señales, automáticamente, sin tener en cuenta el gradiente de las señales, puede considerarse de manera inmediata y unívoca la posición de los dientes, se produce por tanto una subdivisión fina. Si se añade la posición u otras combinaciones de los dos valores de medición de sensor, entonces puede determinarse la posición exacta del diente y también el sentido de giro del elemento de mecanismo de medición o la rueda dentada en cuestión y con ello el sentido de flujo del medio con mayor definición.

Así, por ejemplo también pueden sumarse las dos señales sinusoidales o señales cosenoidales según el teorema de adición y entonces alimentarse el resultado a comparadores. De aquí resulta una resolución especialmente elevada. El procedimiento en esta forma de realización lleva a una frecuencia de convertidor muy elevada y según la pluralidad de los comparadores utilizados, a una alta resolución.

Como la evaluación mediante la suma proporciona señales que pueden reconocerse bien, la asociación con una posición angular de los dientes puede determinarse con mucha precisión.

De aquí resulta también, que es especialmente ventajoso que las señales sinusoidales o señales cosenoidales sean reproducibles y tengan el mismo nivel de tensión U_{ss} . De este modo es especialmente posible una interpolación.

Por tanto, resulta especialmente ventajoso que las señales sinusoidales o señales cosenoidales presenten su desarrollo sinusoidal de manera muy correcta. Cuanto más preciso sea el desarrollo de una curva sinusoidal matemática, con mayor precisión podrá detectarse la posición angular del diente.

A este respecto, resulta especialmente ventajoso que el desarrollo sinusoidal tampoco pueda verse influido por la temperatura o los estados de flujo actuales.

Esto no era posible en el estado de la técnica. Cada magnetorresistencia en el caso de detectores diferenciales generaba tensiones de diferente intensidad y las señales generadas no podían mantenerse a un mismo nivel de tensión. Además no tenían un desarrollo sinusoidal en el sentido deseado.

A este respecto, en ensayos han resultado especialmente eficaces sensores que utilizan la magnetorresistencia gigante. En otro contexto ya se ha analizado que con sensores que utilizan el efecto de la magnetorresistencia gigante son posibles resoluciones más exactas de posiciones. Así, el documento DE 296 12 946 U1 propone un codificador ferromagnético con una rueda dentada en el que un sensor GMR, es decir, un sensor que utiliza la magnetorresistencia gigante, está dispuesto en el lado frontal delante de una rueda dentada. Al menos en teoría, según este documento también podrá reconocerse entonces una posición de sensor en relación con un diente o un espacio.

Esta posibilidad se indica de manera similar en "GMR Sensors Data Book" de NVE Corporation, Eden Prairie, Minnesota, EE.UU., de abril de 2003. A pesar de las propiedades interesantes de los sensores GMR, todavía no se ha considerado una implementación con detectores de caudal. Las necesidades con detectores de caudal son muy diferentes que en el caso de los codificadores de ruedas dentadas habituales. Una disposición radialmente por fuera de la rueda dentada, es decir, en el lado frontal con respecto a un diente, no es factible ya por motivos de espacio, sobre todo porque normalmente dos ruedas dentadas deben engranarse entre sí. Las presiones en la zona de la cámara de medición pueden encontrarse en de 60 MPa a 80 MPa (600 bar a 800 bar). Los fluidos que van a medirse son en ocasiones líquidos agresivos y/o eléctricamente conductores o también fluidos con temperaturas muy variables y además también muy altas o muy bajas. Por tanto, los expertos en el sector de los detectores de caudal acudirán siempre a sensores lo menos sensibles posible, seguros y válidos. Por tanto, una resolución mayor, como ya se mencionó anteriormente, siempre se obtendrá mediante la disposición del mayor número posible de sensores, conocidos y dispuestos de manera conveniente, cuyos valores de medición se comparan entre sí o se entrelazan para, a partir de los respectivos datos de SI-NO, obtener entonces indicaciones sobre el número de volúmenes de medición enteros transportados.

- 5 Sin embargo, con la solución según la invención, sin una disposición complicada de este tipo de varios o muchos sensores puede obtenerse una medición muy precisa. Por tanto, según la invención la señal sinusoidal pasa por una oscilación sinusoidal completa mientras que un diente con el movimiento adopta la posición del diente anterior. De este modo, cada valor de la oscilación sinusoidal junto con el gradiente correspondiente de la oscilación sinusoidal puede indicar de manera unívoca dónde se encuentra exactamente el diente en un momento determinado. Por tanto, una oscilación sinusoidal de 180° corresponde al transporte de medio volumen de entredientes; una oscilación sinusoidal de 45° corresponde al flujo de una octava parte del volumen de entredientes.
- 10 Además según la invención se prefiere que como dispositivo de circuito se utilice un preamplificador. El uso de un preamplificador es en todo caso útil para convertir las señales emitidas por los sensores, en ocasiones muy pequeñas, en señales que pueden convertirse mejor por un sistema electrónico de evaluación, sobre todo cuando el sistema electrónico de evaluación está distanciado por un determinado trayecto de los sensores.
- 15 A este respecto, el preamplificador o el dispositivo de circuito está equipado de tal modo que puede emitir tres señales de salida. A este respecto, dos de estas señales de salida están desplazadas entre sí en cada caso media anchura de impulso. Esto significa que el sistema electrónico de evaluación, al que entonces se alimentan estos impulsos, puede asociarlos exactamente y con muy poca propensión a los fallos con un contador sencillo, puede llegar a conclusiones sobre el estado original de la rueda dentada o del elemento de mecanismo de medición.
- 20 A este respecto, preferiblemente la tercera señal de salida genera un impulso, cuando un diente se ha seguido moviendo por un paso de dientes completo en relación con los sensores. Esta tercera señal, que también puede denominarse señal nula, puede utilizarse para la sincronización o también para la medición aproximada del flujo o volumen.
- 25 En un procedimiento según la invención, el objetivo se alcanza mediante un procedimiento según la reivindicación 8, y así se alcanza por que el o los sensores emiten una señal de salida y la alimentan al dispositivo de circuito, señal de salida que oscila periódicamente con cada paso de un único diente de uno de los elementos de mecanismo de medición entre un valor mínimo y un valor máximo y, en función de la posición del diente en relación con el o los sensores, toma un valor intermedio reproducible, y por que el dispositivo de circuito a partir de las señales de salida del o de los sensores forma señales de salida propias, que convierten los valores intermedios en valores contables.
- 30 Este procedimiento, con las ventajas mencionadas anteriormente con respecto al detector de caudal, constituye una solución excelente del problema.
- 35 Casos de aplicación prácticos para la invención son por ejemplo también mediciones de desplazamiento en cilindros hidráulicos con un diámetro pequeño o grande, la creación de curvas características en función de la presión, la temperatura o también otros parámetros de medición en bombas, motores hidráulicos, actuadores rotatorios y similares.
- 40 La invención puede utilizarse no sólo en el caso de sensores de ruedas dentadas, sino también en otros detectores de caudal. El término "diente" en esta solicitud comprende por consiguiente también elementos comparables, por ejemplo el nervio que discurre en forma de espiral en el caso de un contador de husillo roscado y similares.
- 45 A continuación, mediante el dibujo, se explicarán en más detalle algunos ejemplos de realización de la invención. Muestran:
- 50 la figura 1, una representación esquemática en perspectiva de un detector de caudal según la invención con evaluación esquemática;
- la figura 2, una representación esquemática, que explica la resolución del parámetro físico "volumen";
- la figura 3, una representación esquemática, que explica la resolución del parámetro físico "velocidad de flujo" en más detalle;
- 55 la figura 4, una representación esquemática, que muestra diferentes curvas medidas y evaluadas en un ejemplo de realización;
- 60 la figura 5, una representación esquemática del comportamiento de un valor de medición analógico con diferentes resoluciones;
- la figura 6, una representación esquemática sobre el comportamiento de valores de medición con velocidades de flujo variables;
- 65 la figura 7, una representación esquemática de una medición de un paso por cero en el caso de válvulas distribuidoras; y

la figura 8, dos representaciones esquemáticas de una construcción de medición en válvulas distribuidoras.

En la figura 1 se representa el principio básico de la evaluación de los datos de un detector de caudal. En una carcasa se encuentra una cámara de medición (no se representa ninguna). En esta cámara de medición puede reconocerse un primer elemento de mecanismo de medición 30, en particular una primera rueda dentada en la representación a la izquierda. Este primer elemento de mecanismo de medición 30 o primera rueda dentada puede girar libremente sobre un eje 31 vertical y presenta por fuera unos dientes 32, que en este caso en la representación sólo se ilustran en total con su curva envolvente.

Este primer elemento de mecanismo de medición 30 se engrana con un segundo elemento de mecanismo de medición 40 construido en su mayor parte de manera idéntica, es decir, en particular una segunda rueda dentada. Ésta puede girar libremente sobre un eje 41, que es paralelo al eje 31. La segunda rueda dentada o el segundo elemento de mecanismo de medición 40 presenta dientes 42, de los que en este caso también se representa sólo una curva envolvente.

Los dientes 32 y 42 de los dos elementos de mecanismo de medición 30 y 40 se engranan entre sí en la zona central entre las dos ruedas dentadas o los dos elementos de mecanismo de medición. De este modo, los dos elementos de mecanismo de medición 30, 40 giran en sentido contrario.

Si se proporciona un medio, en particular un fluido a la zona delante o detrás de los dientes 32, 42 que se engranan entre sí, hace que las dos ruedas dentadas o los dos elementos de mecanismo de medición 30, 40 realicen el giro de sentido contrario recién mencionado y vuelve a salir por el otro lado de la zona de engranaje. La alimentación y extracción en/de la cámara de medición se han suprimido en este caso para que resulte más claro. El medio o fluido F no puede fluir por los dos elementos de mecanismo de medición 30, 40, sin llegar a la zona de engranaje a las cámaras formadas por los entredientes entre los dientes 32, 42 que se engranan entre sí, mover por desplazamiento los dientes 32, 42 en el sentido de flujo y con ello provocar el giro. Como el volumen de los dientes que se engranan entre sí está fijado con exactitud por las dimensiones de los dientes y entredientes y los elementos de mecanismo de medición y se desplaza, a partir del número de giros de las dos ruedas dentadas en teoría puede leerse exactamente qué volumen o qué flujo volumétrico se desplaza a través de la zona de engranaje.

La zona de engranaje entre los dos elementos de mecanismo de medición o ruedas dentadas forma para el medio siempre una barrera. El volumen del medio se transporta del lado de entrada al lado de salida en la zona externa de las ruedas dentadas. En la zona de engranaje en el lado de salida este volumen se desplaza y así vuelve a descargarse (principio de desplazamiento).

En la carcasa alrededor de la cámara de medición están dispuestos dos sensores 51, 52. Como la cámara de medición y la carcasa se han omitido en la representación, se ven los dos sensores 51, 52 directamente por encima del segundo elemento de mecanismo de medición 40, para ser más concretos por encima de los dientes 42 del segundo elemento de mecanismo de medición 40. Evidentemente los sensores 51, 52 no giran con el elemento de mecanismo de medición 40, sino que están dispuestos fijamente en la pared de la cámara de medición.

Los dos sensores 51 y 52 presentan entre sí una distancia de 90°. Estos 90° no se entenderán de manera geométrica con respecto a la rueda dentada o el segundo elemento de mecanismo de medición 40, sino que se refieren al movimiento de un solo diente 42 pasando por debajo de los mismos. Concretamente se forma un campo magnético en esta zona, variándose el campo magnético por los dientes 42 en movimiento. Para ello, los dientes y todo el elemento de mecanismo de medición 40 están contruidos de manera ferromagnética.

Como también los dientes 42 individuales son idénticos entre sí, se obtiene una curva sinusoidal, cuando un único diente pasa por debajo de uno de los dos sensores 51, 52, hasta que el diente siguiente vuelve a estar exactamente en la posición de su antecesor y así el campo magnético vuelve a adoptar su forma original.

Ahora el segundo sensor se ha desplazado 90° con respecto a esta variación. Esto significa que se ha desplazado un cuarto del ángulo con respecto al primer sensor 51 que corresponde a un diente concreto. Como ejemplo, si se utilizara una rueda dentada con 12 dientes, entonces a cada uno de estos dientes le corresponderían 30° de la circunferencia del elemento de mecanismo de medición 40 ($12 \times 30^\circ = 360^\circ$). En este caso los dos sensores 51 y 52 estarían distanciados entre sí sobre la circunferencia del segundo elemento de mecanismo de medición 40 por un cuarto de este ángulo, es decir, 7,5°.

Como la disposición de los dientes 42 en el segundo elemento de mecanismo de medición 40 es simétrica, también podría existir una distancia angular de 37,5° entre los dos sensores 51 y 52, porque entonces debido a las características periódicas también existiría un desplazamiento angular de 450°, esto es de manera equivalente con 90° en relación con un único diente.

Los dos sensores 51 y 52 proporcionan sus señales de salida a un preamplificador 70. Este preamplificador genera a partir de las señales alimentadas al mismo tres señales de salida 71, 72 y 73, que todavía se explicarán en más

detalle a continuación. Estas señales de salida 71, 72 y 73 se alimentan entonces a un sistema electrónico externo 80 para su procesamiento adicional.

5 Los dos sensores 51 y 52 desplazados entre sí 90° generan debido a la periodicidad de las oscilaciones de campo magnético provocadas por las variaciones de campo magnético una señal sinusoidal y una señal cosenoidal. Ahora, el preamplificador 70 puede generar a partir de la señal sinusoidal y la cosenoidal señales digitales 71 y 72 en dos canales. A este respecto, en el preamplificador 70 se encuentran factores de interpolación programados para la resolución del volumen de medición del fluido F que va a determinarse.

10 Además, como tercera señal 73 se genera una señal nula Z. Esta señal nula Z corresponde en cada caso a una oscilación sinusoidal completa, es decir, el movimiento de un diente en tal medida que el siguiente diente 42 ocupa exactamente su lugar.

15 Entonces, las señales 71, 72 y 73 se proporcionan para su procesamiento adicional al sistema electrónico de evaluación externo 80. Entonces el sistema electrónico de evaluación 80, a partir de la frecuencia actual de las señales, puede calcular el caudal o también la velocidad del caudal en relación con el tiempo. A este respecto, por medio de un contador digital, el sistema electrónico de evaluación 80 puede contar simplemente cada uno de los impulsos alimentados al mismo y entonces, a partir del estado del contador, calcular el volumen procesado del fluido de interés.

20 A partir de la relación de la señal sinusoidal con respecto a la señal cosenoidal puede detectarse la posición exacta y con ello la posición angular exacta de un solo diente 42. A diferencia del estado de la técnica, de este modo no sólo puede determinarse el número de dientes, sino también las posiciones intermedias. Por tanto, para la resolución, mediante una especie de interpolación, también puede recurrirse a movimientos no completos de un diente al sitio siguiente.

25 Para demostrar la relación existente entre el número de impulsos por un lado y la resolución de los parámetros físicos, en la figura 2 se ilustra un diagrama para la resolución del parámetro físico "volumen" del medio que va a medirse, en particular de un fluido.

30 A este respecto, de izquierda a derecha se indica el tiempo (t), de abajo arriba el diagrama está dividido en tres segmentos. El tercio superior muestra el volumen V transportado a lo largo del tiempo en mililitros (ml). El tercio medio muestra el comportamiento con un número reducido de posibles impulsos y el tercio inferior, el comportamiento con un número elevado de impulsos.

35 Una medida para la resolución de un detector de caudal es el denominado factor K. El factor K indica el número de impulsos por litro transportado del medio que va a medirse. Cuanto mayor es el número de impulsos por litro del medio que va a medirse, mayor es también la resolución. Cuando a partir del factor K se forma el valor inverso, entonces se obtiene directamente el volumen de medición V_m del detector de caudal. Por tanto, el volumen de medición V_m se deriva del factor K y constituye, al igual que éste, una medida para la resolución del parámetro físico "volumen".

40 Si, por ejemplo se toma el tercio medio y desde aquí se parte de un número práctico del factor K K_g de 250 impulsos/litro, entonces para el volumen de medición V_{mg} todavía se obtienen 0,004 litros/impulso, correspondientes a 4 ml o 4 cm³/impulso. Ya no pueden determinarse cantidades parciales de este volumen.

45 En principio, evidentemente se aplica lo mismo también con una alta resolución con un factor K K_h de 50.000 impulsos/litro. No obstante, entonces el volumen de medición V_{mh} , como valor inverso es de 0,00002 litros/impulso, correspondiente a 0,02 ml/impulso o 0,02 cm³/impulso. En este caso tampoco pudieron determinarse cantidades parciales más pequeñas, no obstante, a cambio se da una precisión de por lo menos 0,02 cm³/impulso.

50 Como se deduce fácilmente por la figura 2, con la resolución aproximada a partir del número de impulsos medidos no puede deducirse exactamente dónde, entre el cuarto impulso aún determinado y el quinto impulso que ya no se ha producido, se encuentra la cantidad que ha fluido, mientras que en el tercio inferior con la alta resolución, existe una precisión similar mucho mejor y la imprecisión ya sólo se da en si la cantidad de volumen que ha fluido se encuentra más cerca del impulso 20 aún producido o el 21 que ya no se ha producido.

55 En más detalle se trata del 4° o 5° o 20° o 21° flanco de los impulsos. Cada impulso tiene un flanco creciente y uno decreciente. Sin embargo, esto no cambia nada en cuanto a las relaciones relativas de los dos ejemplos entre sí.

60 Algo similar se aplica evidentemente también para la medición del flujo, para la cual por tanto en la figura 3 se da una representación comparable. También aquí, hacia la derecha se indica el tiempo (t), los dos tercios inferiores muestran la resolución aproximada o alta con frecuencias bajas o altas y el tercio superior muestra un flujo considerado en este caso constante.

65

Con un flujo de por ejemplo $Q=1$ litro/min, el detector de caudal proporciona, con una resolución aproximada, una frecuencia de 4,2 Hz (de manera correspondiente Q/V_{mg}), mientras que con una alta resolución se obtiene una frecuencia de 833,3 Hz (V/V_{nh}). Si varía la frecuencia en ambos casos en 0,5 Hz, entonces con la resolución aproximada esto corresponde a una variación del 11,9% y con la alta resolución a una variación del 0,0006%. Esto significa que las variaciones de flujo con la alta resolución pueden medirse con una precisión considerablemente mayor de lo que es posible con una resolución aproximada.

Evidentemente, en la figura 3 cabe considerar que normalmente el flujo de interés precisamente no es constante. El experto debería entender que precisamente con un flujo variable una mayor cantidad de información o impulsos permite también una medición mucho más dinámica y una detección y un procesamiento más rápidos de variaciones de flujo producidas.

Ahora, en la figura 4 se representa un ejemplo de realización concreto de cómo con un detector de caudal de la figura 1, considerando en detalle las funciones seno y coseno, es posible una resolución claramente mejorada. A este respecto, en la figura 4 se parte de una posibilidad de resolución por el factor 16 con respecto a un diseño habitual. El movimiento de un diente 42 del segundo elemento de mecanismo de medición 40 a la posición del diente anterior, que hasta ahora corresponde al transporte de un volumen de medición, puede descomponerse ahora en 16 volúmenes parciales individuales.

A este respecto, en la figura 4 de izquierda a derecha se indica el volumen transportado del medio que va a medirse. Como el volumen en litros o mililitros u otras fracciones de metros cúbicos depende del tamaño del detector de caudal, como unidad para la escala se indica el movimiento del diente 42, suponiendo para el movimiento de justo un diente al sitio de su antecesor un valor de 360° . Esto se ilustra de nuevo adicionalmente mediante la indicación de intervalo para el volumen de medición V_m , por debajo del eje x. Como ya se explicó en relación con la figura 1, esto corresponde evidentemente a sólo una fracción de un giro de la rueda dentada completa, en función del número total de dientes.

El movimiento del diente 42 por debajo de los sensores 51 y 52 genera, como ya se mencionó anteriormente, una señal sinusoidal de uno de los sensores 51 y una señal cosenoidal del segundo sensor 52. Ahora, el preamplificador 70 puede relacionar estas dos señales entre sí. En lugar de como se hacía antes, determinar sólo un impulso, ahora determina si la señal sinusoidal es positiva o negativa, si aumenta o disminuye, si la señal cosenoidal es positiva o negativa o si aumenta o disminuye. También puede recurrirse a sobrepasar y quedar por debajo de determinados valores dentro de las oscilaciones sinusoidales y cosenoidales o sus gradientes.

La figura 4 también muestra el resultado. Mientras que en el tercio superior se representan las dos curvas de partida de los sensores 51 y 52 como oscilación sinusoidal o cosenoidal entre los valores máximos U_{ss} y $-U_{ss}$, por debajo se observan las tres curvas de partida 71, 72, y 73 del preamplificador 70, concretamente de arriba abajo en primer lugar de manera digital el canal A, a continuación de forma similar el canal B y finalmente, abajo, la señal nula Z de manera correspondiente a la señal de salida 73. Como resulta evidente, así ahora es posible una subdivisión fina de $22,5^\circ$, es decir, de $1/16$ del volumen de medición V_m .

Si se desea, aún es posible una subdivisión más fina, en función de los factores de interpolación, que descomponen las señales sinusoidales y cosenoidales.

El preamplificador 70 debería presentar etapas finales que presenten dispositivos de línea rápidos para los tres canales 71, 72 y 73, por ejemplo con una adaptación de impedancia de onda para líneas con 75Ω . Las etapas finales pueden presentar etapas finales de contrafase (*Push-Pull*) con un diseño para una potencia de excitación elevada de aproximadamente 300 mA a 24 voltios, que debido a los requisitos estrictos con una temperatura excesiva deben ser resistentes a los cortocircuitos y que también deberían tener salidas frente a "ecos" de líneas adaptadas de manera errónea. Una transmisión de datos con señales de 24 voltios se produce por regla general sin terminación de línea con una impedancia de onda. Un extremo de línea adaptado de manera errónea puede provocar reflexiones, que pueden ir de un lado a otro, si en el lado de emisor tampoco existe una adaptación. Con secuencias de pulsos rápidas la transmisión se ve afectada posiblemente por estas reflexiones.

Por ello, con líneas de conexión largas, entre el preamplificador 70 y el sistema electrónico de evaluación 80 así como con una alta resolución deseada deberían utilizarse líneas con una impedancia de onda de aproximadamente 40 a 150Ω y debería estar conectada una resistencia terminal correspondiente al sistema electrónico de evaluación. Mediante una adaptación óptima de la línea de transmisión y las resistencias propias terminales pueden alcanzarse longitudes de línea máximas de hasta 150 a 200 m.

Preferiblemente, puede mejorarse la protección frente a interferencias mediante una amplitud de salida grande y mediante una adaptación de onda integrada. Cuando se conducen las señales en el lado de recepción mediante optoacopladores, se obtiene adicionalmente una separación galvánica entre el lado de emisión y el de recepción y de este modo también pueden evitarse diferencias de potencial.

La reflexión de las señales de retorno se evita en la etapa final del preamplificador mediante una adaptación de impedancia de onda integrada. Mediante esta adaptación aumenta adicionalmente la resistencia a las interferencias.

5 Con el detector de caudal según la invención se abren numerosas posibilidades adicionales para aplicaciones. La alta resolución que puede conseguirse y con ello la gran cantidad de información sobre el flujo volumétrico proporcionan una evaluación mejorada y más precisa tanto del propio flujo como del volumen transportado.

10 Así, ahora también es posible medir medios con una viscosidad relativamente alta con algo más de precisión. Con una viscosidad alta del medio, en los detectores de caudal se produce una caída de presión relativamente alta. Para reducir esta caída de presión, generalmente se instala un detector de caudal con un tipo de construcción mayor de lo realmente necesario. Esto tiene como consecuencia que el detector de caudal sólo funciona en el intervalo de medición inferior, es decir, precisamente como se explicó, proporciona información particularmente poco precisa. Sin embargo, mediante el diseño según la invención la resolución también puede aumentarse considerablemente en estos casos, de modo que ahora también pueden describirse con una precisión relativa medios con una viscosidad alta durante su transporte.

15 Cuando los detectores de caudal se utilizan como dispositivos dosificadores, en este caso también es posible una dosificación mucho más precisa. En función del grado de resolución ajustada pueden contarse muchos más impulsos de lo que era posible en el estado de la técnica. Mediante esta resolución mayor ahora el volumen puede dosificarse considerablemente mejor y con más precisión y con ello las operaciones de dosificación y el llenado pueden completarse de manera más exacta. Esto se aplica particularmente cuando el volumen que va a dosificarse es muy reducido.

20 El sistema electrónico de evaluación 80 calcula la velocidad de flujo a partir de la frecuencia de las señales emitidas por el preamplificador 70. Procedimientos de medición de frecuencia habituales, que también pueden utilizarse en los detectores de caudal según la invención, son por ejemplo la medición de tiempo de compuerta y el procedimiento de medición de ancho de pulso.

25 Con la alta resolución que puede conseguirse según la invención, el preamplificador del detector de caudal proporciona una frecuencia relativamente alta, que puede evaluarse muy bien. Esto resulta particularmente ventajoso cuando la evaluación de la frecuencia se produce según el procedimiento de tiempo de compuerta. Incluso con tiempos de compuerta cortos y cantidades de flujo reducidas, todavía puede medirse el flujo con varios decimales. Otra ventaja son los tiempos de ciclo de medición cortos, que sólo son posibles por la alta resolución. De este modo puede conseguirse una denominada actualización del valor de medición en intervalos de tiempo más cortos.

30 Si se mide la frecuencia según el procedimiento de medición de ancho de pulso, entonces el flujo puede formarse a partir de muchos impulsos individuales. Esto lleva a una integración del valor de medición por varios impulsos. Así, las oscilaciones de flujo se procesan filtradas y el valor de medición calculado ya no está sujeto a las oscilaciones.

35 Con la alta resolución según la invención, las variaciones de flujo debidas a la alta frecuencia, pueden determinarse mucho más rápido y con más precisión. Por tanto, la evaluación obtiene mucha más información del estado momentáneo del flujo. Esto tiene como consecuencia que la medición se realiza de manera considerablemente más dinámica de lo que es posible con los aparatos habituales. Esto tiene repercusión muy particularmente con oscilaciones y variaciones de flujo pequeñas y con mediciones en el intervalo con velocidades de flujo reducidas.

40 Las regulaciones digitales también funcionan considerablemente mejor y con más precisión con la alta frecuencia proporcionada, porque el sistema electrónico de evaluación 80 ya puede detectar inmediatamente pequeñas variaciones de la velocidad de flujo y así pueden corregirse interferencias de inmediato.

45 La figura 5 muestra cómo puede aplicarse la invención al convertir el valor de flujo digital en un valor de medición analógico. Hacia la derecha se indica el tiempo (t) y hacia arriba el volumen en mililitros o la corriente en miliamperios. En la propia gráfica los escalones S_g grandes muestran la resolución producida por la conversión de valores digitales con pocos impulsos. La inferior de las dos rectas G_g que discurren inclinadas muestra entonces un valor medio con una resolución aproximada de este tipo.

50 Los escalones S_h pequeños muestran el efecto de una alta resolución. A este respecto, un paso es en ambos casos una variación del valor de medición. El valor medio a la alta resolución con la recta G_h inclinada superior se diferencia del valor medio a la resolución aproximada, de modo que efectivamente se corrige un valor erróneo a la resolución aproximada a alta resolución.

55 Por tanto, se obtiene la gran ventaja de que puede descomponerse un valor de medición analógico con un convertidor D/A con un número de bits grande en muchos pasos individuales pequeños. Ahora, mediante la alta resolución puede reproducirse de forma analógica el valor de medición analógico de manera más fina, precisa y con graduaciones reducidas. Además la emisión analógica se vuelve también muy dinámica, porque la distancia entre

los pasos individuales ya sólo es muy reducida y con ello el valor de medición analógico puede seguir de manera rápida y dinámica las variaciones del valor de medición producidas.

5 Este valor de medición mucho más real puede obtenerse de manera aún más clara en el caso de velocidades de flujo oscilantes o variables, como muestra la figura 6.

10 Concretamente si se convierte la velocidad de flujo con un convertidor de frecuencia-tensión en un valor de medición analógico, entonces el valor analógico a la alta resolución puede proporcionarse de manera muy dinámica con una ondulación R_h menor, hasta intervalos de frecuencia inferiores. Así, las variaciones de flujo pueden detectarse mucho más rápido de modo que pueden trazarse y registrarse operaciones dinámicas con instrumentos de registro Y_t rápidos. Las regulaciones analógicas funcionan de manera mucho más exacta y precisa, porque la regulación puede reaccionar mucho más rápido a una variación de flujo (variación de frecuencia). De este modo ya no se producen sobreoscilaciones importantes al corregir una interferencia, porque la regulación ya puede reaccionar de manera temprana a la desviación con respecto al valor teórico.

15 Por la alta frecuencia, el convertidor de frecuencia-tensión, que preferiblemente es un paso bajo, puede equiparse ahora con filtros más pequeños y rápidos. Así se minimizan los retardos en la conversión de señal y la conversión del valor de medición ya sólo se produce con un retardo de tiempo muy reducido. Por la alta frecuencia de entrada digital, ahora las etapas de filtro ya no tienen que alisar la señal digital con tanta intensidad como en el estado de la técnica, porque las señales se producen en periodos de tiempo cortos. Esto significa que ahora, según la invención, el valor de medición analógico sólo presenta una ondulación R_h pequeña, como muestra muy claramente la figura 6. Mientras que la curva K_g de las resoluciones aproximadas con las ondulaciones R_g grandes en la gráfica 3 prácticamente no reconoce correctamente la oscilación que se produce en la medición, la alta resolución con la ondulación R_h pequeña ha reconocido claramente el abombamiento visible en la gráfica, como se observa en la curva K_h .

20 En la figura 7 se representa una posibilidad para una aplicación adicional del detector de caudal según la invención. Hacia la derecha se indica el trayecto de pistón K de una válvula, hacia arriba la cantidad de flujo (positiva o negativa). A la izquierda se observa el primer sentido de flujo, que puede reconocerse por un flujo volumétrico positivo Q_+ , a la derecha el segundo sentido de flujo opuesto, que puede reconocerse por un flujo volumétrico negativo Q_- . Cuando habitualmente se mide el flujo de un medio en válvulas, hasta ahora a menudo se producía el problema de que con los detectores de caudal actuales ya no podía medirse con precisión el flujo volumétrico muy pequeño del medio en el paso por cero N. Esto se debe a las graduaciones aproximadas con las que se mide el flujo volumétrico reducido en el paso por cero. De este modo también la indicación de la posición del pistón en el paso por cero es poco precisa.

25 Sin embargo, con los detectores de caudal según la invención es posible una resolución considerablemente mayor, por ejemplo de 16 veces el flujo.

30 En la figura 8 se representa una construcción de medición correspondiente en el ejemplo de dos válvulas distribuidoras diferentes. En la ilustración superior se trata de una válvula distribuidora 4/3 con un transductor de desplazamiento 90 y un detector de caudal 10, en la representación inferior, de una válvula distribuidora 4/2 con un transductor de desplazamiento 90 y un detector de caudal 10. Se mide el desplazamiento de un pistón de control mediante el transductor de desplazamiento 90, mientras que al mismo tiempo se mide el flujo volumétrico correspondiente en cada caso mediante el detector de caudal 10. Ambos valores de medición comparados entre sí e ilustrados en la figura 7, proporcionan entonces su desarrollo. En la representación del paso por cero ampliada en la figura 7 puede reconocerse fácilmente que la resolución considerablemente mayor según la invención del caudal en la conclusión inversa ahora permite una indicación considerablemente más precisa sobre el trayecto de pistón del pistón de control y con ello la influencia de los bordes de control de la válvula en el paso por cero.

35 Por motivos prácticos al configurar un diseño como en la figura 8 debería intentarse instalar el detector de caudal lo más cerca posible de la válvula. Líneas de unión más largas tendrían como consecuencia un efecto de retardo al medir el flujo volumétrico. Se recomienda además realizar la línea de unión entre la válvula y el detector de caudal con una unión tubular rígida y no con manguitos flexibles, para que el detector de caudal pueda medir el flujo volumétrico sin retardo y el resultado de medición se produzca al mismo tiempo que la medición del desplazamiento.

Lista de símbolos de referencia

- 60 10 detector de caudal
- 30 primer elemento de mecanismo de medición, en particular primera rueda dentada
- 31 eje del primer elemento de mecanismo de medición 30
- 65 32 diente del primer elemento de mecanismo de medición 30

ES 2 639 538 T3

	40	segundo elemento de mecanismo de medición, en particular segunda rueda dentada
	41	eje del segundo elemento de mecanismo de medición 40
5	42	diente del segundo elemento de mecanismo de medición 40
	51	primer sensor
	52	segundo sensor
10	70	preamplificador
	71	primera señal de salida
15	72	segunda señal de salida
	73	tercera señal de salida
	80	unidad de evaluación
20	90	transductor de desplazamiento
	G _g	recta con resolución aproximada
25	G _h	recta con alta resolución
	K	curva con resolución aproximada
	K _h	curva con alta resolución
30	R _g	ondulación con gran resolución
	R _h	ondulación con alta resolución
35	S _g	escalón con gran resolución
	S _h	escalón con alta resolución

REIVINDICACIONES

- 5 1. Detector de caudal
 con una cámara de medición, a la que puede alimentarse y de la que puede volver a extraerse un medio, cuyo volumen y/o velocidad de flujo debe medirse,
 con elementos de mecanismo de medición (30, 40) dispuestos en la cámara de medición, montados de manera que
 10 pueden girar libremente,
 con al menos dos sensores (51, 52) para medir campos magnéticos y/o variaciones de campos magnéticos, que están desplazados entre sí dispuestos sobre la circunferencia del mismo elemento de mecanismo de medición (40),
 15 con un dispositivo de circuito (70) al que se alimentan las señales de salida de los sensores (51, 52),
 en el que los sensores (51, 52) emiten en cada caso una señal de salida y la alimentan al dispositivo de circuito (70), que oscila periódicamente con cada paso de un único diente (42) y un entrediente correspondiente de uno de los
 20 elementos de mecanismo de medición (40) entre un valor mínimo y un valor máximo y, en función de la posición del diente (42) en relación con los sensores (51, 52), toma un valor intermedio reproducible, y
 en el que el dispositivo de circuito (70) está construido de tal modo que a partir de las señales de salida de los sensores (50, 51) forma señales de salida propias (71, 72, 73), que convierten los valores intermedios en valores
 25 contables, que son representativos de volúmenes parciales de los volúmenes transportados entre dos dientes (42).
2. Detector de caudal según la reivindicación 1, caracterizado por que el dispositivo de circuito (70) es un preamplificador.
3. Detector de caudal según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que los dos sensores (51, 52) están
 30 desplazados sobre la circunferencia del mismo elemento de mecanismo de medición (40) uno respecto a otro por un cuarto de un paso de dientes o por un múltiplo de un paso de dientes y un cuarto de un paso de dientes.
4. Detector de caudal según la reivindicación 3, caracterizado por que los dos sensores (51, 52) con una
 35 posición idéntica en relación con un diente (42) emiten una señal de salida idéntica, de modo que debido al desplazamiento relativo entre sí emiten señales desplazadas 90° desde el punto de vista eléctrico.
5. Detector de caudal según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que las señales de salida de los sensores (51, 52) son oscilaciones sinusoidales dependientes del movimiento de los dientes (32, 42).
- 40 6. Detector de caudal según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el dispositivo de circuito (70) emite tres señales de salida (71, 72, 73), de las que dos señales de salida (71, 72) están desplazadas entre sí en cada caso media anchura de impulso y la tercera señal de salida (73) genera en cada caso un impulso, cuando un diente (42) se ha seguido moviendo por un paso de dientes completo en relación con los sensores (51,
 45 52).
7. Detector de caudal según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que al menos uno de los sensores (51, 52) utiliza la magnetorresistencia gigante (GMR).
- 50 8. Procedimiento para medir el volumen y/o la velocidad de flujo de un medio con un detector de caudal, que presenta una cámara de medición con elementos de mecanismo de medición dispuestos en la misma, montados de manera que pueden girar libremente, y al menos dos sensores para medir campos magnéticos y/o variaciones de campos magnéticos, en el que los al menos dos sensores (51, 52) están desplazados entre sí dispuestos sobre la circunferencia del mismo elemento de mecanismo de medición (40), en el que dos sensores (51, 52) emiten en cada caso señales de salida y las alimentan al dispositivo de circuito (70), señales de salida que oscilan periódicamente
 55 con cada paso de un único diente (42) y de un entrediente de uno de los elementos de mecanismo de medición (40) entre un valor mínimo y un valor máximo y, en función de la posición del diente (42) en relación con el o los sensores (51, 52), toman un valor intermedio reproducible, y por que el dispositivo de circuito (70) a partir de las señales de salida del o de los sensores (50, 51) forma señales de salida propias (71, 72, 73), que convierten los valores intermedios en valores contables, que son representativos de volúmenes parciales de los volúmenes transportados
 60 entre dos dientes (42).

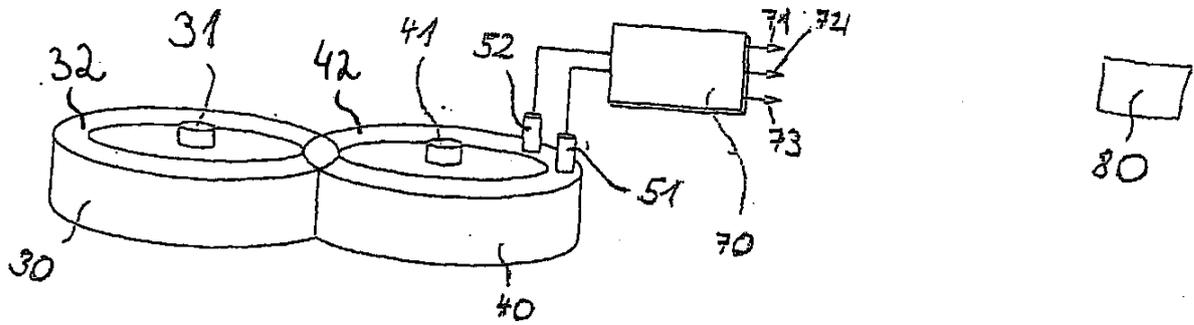


Fig. 1

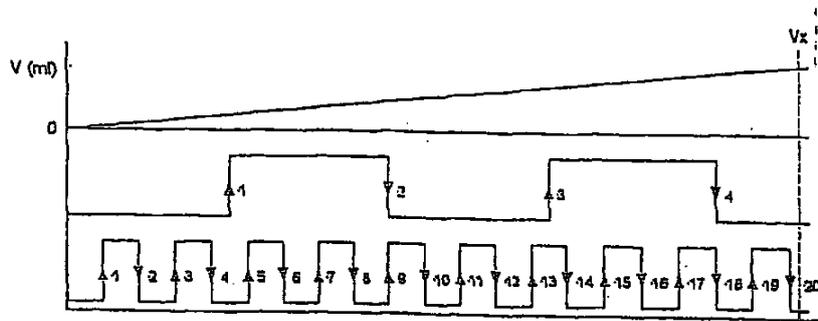


Fig. 2

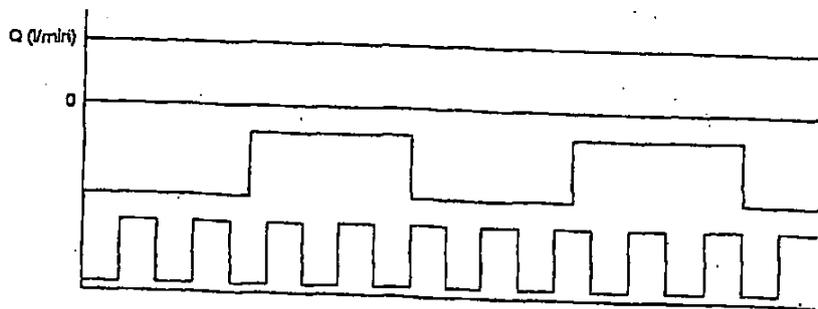


Fig. 3

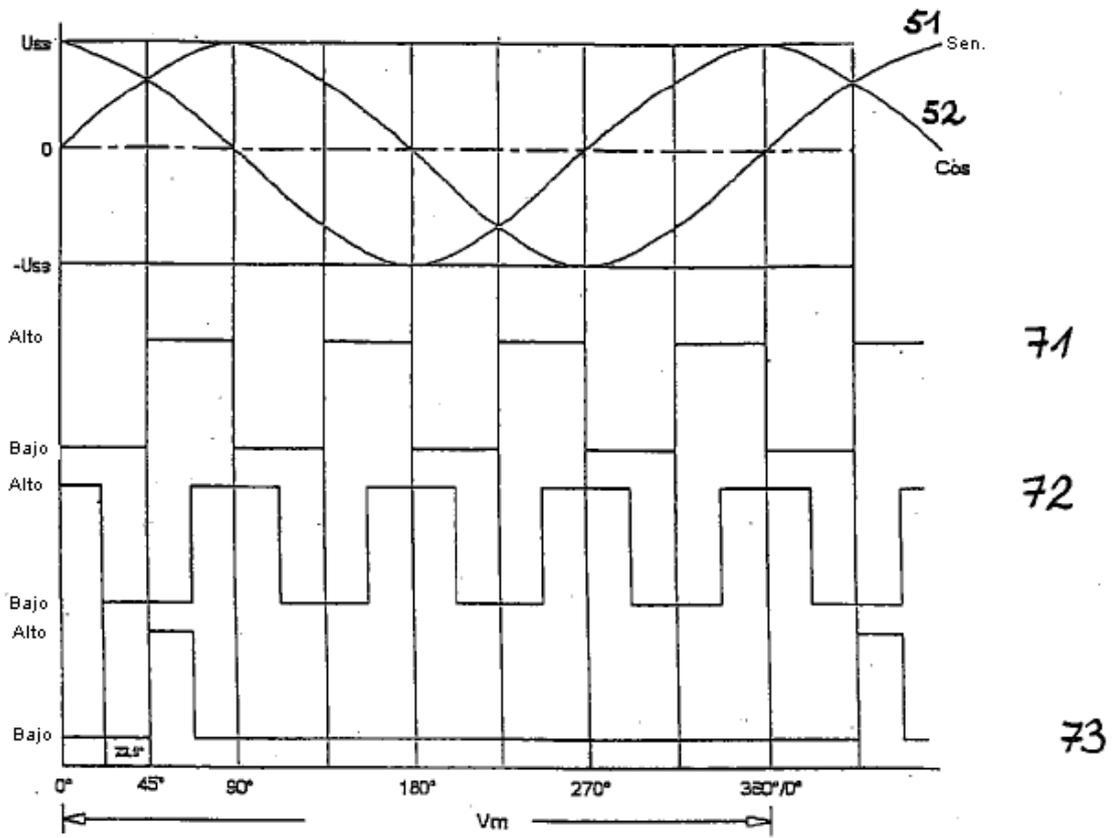


Fig. 4

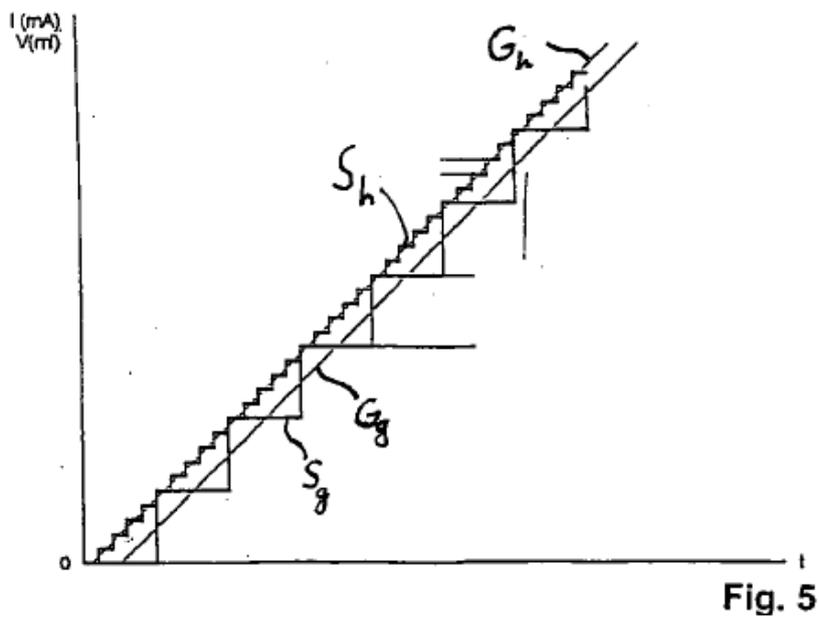


Fig. 5

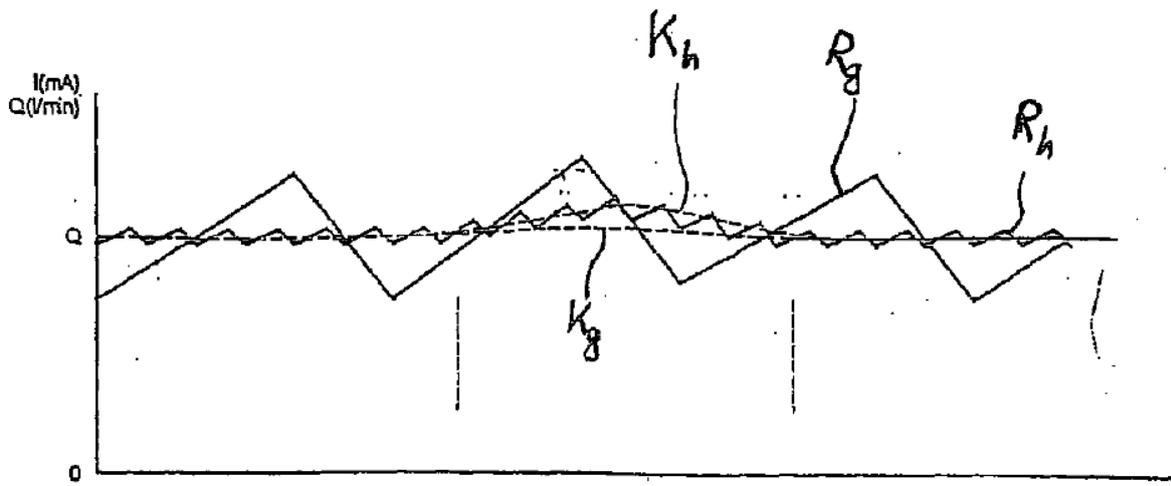


Fig. 6

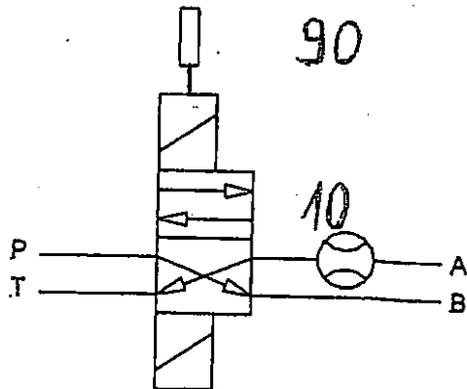
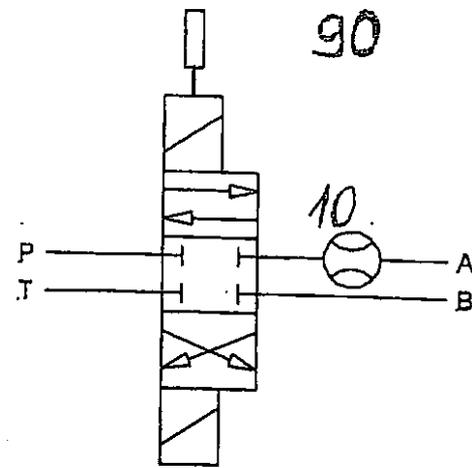
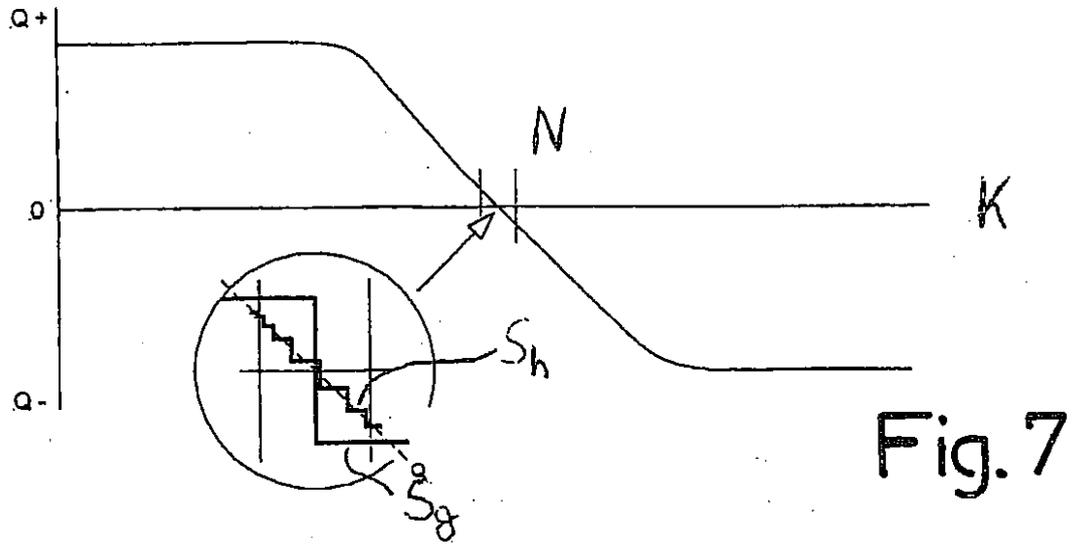


Fig. 8