

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 391 125**

51 Int. Cl.:
G01F 1/84

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08075686 .9**

96 Fecha de presentación: **06.08.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **2034281**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **11.03.2009**

54 Título: **Sistema de medición de caudal tipo de Coriolis con convertidores analógico/digital con una frecuencia de muestreo ajustable**

30 Prioridad:
07.09.2007 NL 1034349

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
21.11.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
21.11.2012

73 Titular/es:
**BERKIN B.V. (100.0%)
NIJVERHEIDSSTRAAT 1A
7261 AK RUURLO, NL**

72 Inventor/es:
**MEHENDALE, ADITYA y
HOITINK, RONALD WILHELMUS JOHANNES**

74 Agente/Representante:
ARPE FERNÁNDEZ, Manuel

ES 2 391 125 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

Sistema de medición de caudal tipo de Coriolis con convertidores analógico/digital con una frecuencia de muestreo ajustable

5 [0001] La invención se refiere a un sistema de medición de caudal de tipo de Coriolis para medición de un caudal másico (o caudal para abreviar a partir de aquí) de un medio en circulación que comprende un tubo de circulación y medios de arrastre para hacer que el tubo de circulación oscile alrededor de un eje de rotación, sensores asociados al tubo de circulación para generar señales analógicas en posiciones de acuerdo con el movimiento del tubo, medios de conversión analógica-digital (CAD) para convertir las señales analógicas en señales digitales de salida con una frecuencia de muestreo, y medios para calcular una señal de medición (de caudal) a partir de las señales digitalizadas de salida con una frecuencia de cálculo determinada, siendo dicha señal de medición (de caudal) representativa del caudal másico,

[0002] Dicho sistema de medición de caudal de tipo de Coriolis es conocido a partir del documento EP 1719983 que revela sistemas de medición con dos o tres sensores de movimiento.

15 [0003] Los sistemas de medición con dos, tres o más sensores requieren igual número de convertidores para convertir la señal de sensor digital en señales digitales apropiadas para su procesamiento ulterior. Esto resulta en una alta disipación potencia comparativamente alta. Además, una velocidad alta de datos de alta resolución requiere una potencia de procesador considerable para convertir las señales en información utilizable. Esto afecta tanto al convertidor como al procesador:

a) disipación de potencia alta

20 b) disipación de calor elevada

[0004] Una disipación de calor elevada no es particularmente deseada en un instrumento de Coriolis por que el calor generado causa gradientes de temperatura en el instrumento, de lo que resulta en tensiones térmicas y una degradación del rendimiento del instrumento. De hecho, cualquier principio de medición es sensible a errores de medición debidos a gradientes de temperatura en mayor o menor medida, y por tanto las fluctuaciones de temperatura, no son deseables.

25 [0005] La invención tiene por objeto proporcionar un sistema de medición de caudal de tipo de Coriolis del tipo indicado en el párrafo inicial que no sufra la desventajas anteriores, o al menos las sufra en menor grado.

[0006] De acuerdo con la invención, el sistema de medición de caudal de tipo de Coriolis presentado en el preámbulo, está caracterizado para este propósito por medios para permitir en el proceso de muestreo el muestreo de cada señal de sensor que tiene lugar en diferentes frecuencias, medios para determinar la tasa a la que cambia la medida de caudal y medios para seleccionar una primera frecuencia de muestreo baja predefinida en caso de que una tasa de cambio baja de medida caudal sea determinada por los medios de determinación del cambio de la medida de caudal y para seleccionar una segunda frecuencia de muestreo alta en el caso de que una tasa de cambio alta de medida de caudal sea determinada, donde los medios de selección están diseñados para seleccionar la segunda frecuencia de muestreo cuando durante la puesta en práctica de la primera frecuencia de muestreo el caudal medido en un periodo de tiempo dado cambie más de un valor predeterminado, y para seleccionar una primera frecuencia de muestreo cuando durante la puesta en práctica de la segunda frecuencia de muestreo el caudal medido en un periodo de tiempo dado cambie menos de un valor predeterminado. La tasa de cambio del caudal podría ser determinada durante cualquier etapa de cálculo. Esto significa que tienen que ejecutarse cada vez algunas líneas adicionales de software con el resto, lo que es denominado medición continua. Alternativamente, las líneas adicionales de software mencionadas podrían ser activadas solo una vez para unos cuantos ciclos de cálculo (por ejemplo una vez cada 10 o 100 ciclos): esto se denomina medición intermitente.

45 [0007] Por una parte, las frecuencias de muestreo altas son necesarias para asegurar un funcionamiento satisfactorio, mientras que por otro lado está la voluntad de minimizar el consumo de energía y la disipación de calor. De conformidad con la invención ambos objetivos son alcanzados puesto que se usa un bloque de procesamiento adicional con el que se determina el cambio de velocidad de la información del sensor. Dependiendo en el criterio que sea fijado, este bloque cambia la frecuencia con el que las señales del sensor son digitalizadas (y posiblemente también la frecuencia con la que las señales del sensor digitalizadas son procesadas).

50 [0008] Cuando el caudal es substancialmente constante, por ejemplo, puede bastar con una velocidad baja de respuesta del caudalímetro o del controlador de caudal; el criterio está inactivo, y el instrumento disipa menos y funciona de forma más calmada. Cuando la tasa de cambio de la señal de medición es mayor, el criterio es activado y las frecuencias de conversión (y procesado) son temporalmente fijadas a un valor mayor. Esto conduce a una velocidad de respuesta mayor de forma temporal.

55 [0009] La invención no solo es ventajosa con la utilización de dos sensores sino que es también particularmente ventajosa con sistemas de medición del tipo de Coriolis con más de dos, por ejemplo con tres sensores.

- 5 [0010] Una realización del sistema de medición del tipo de Coriolis de acuerdo con la invención a este respecto, está caracterizado por un tubo de circulación con medios de arrastre para hacer que dicho tubo de circulación oscile alrededor de un eje de rotación y con sensores a, b, c que están asociados al tubo de circulación para generar señales analógicas en tres posiciones de acuerdo con el movimiento del tubo, donde las posiciones de los sensores a y b son simétricas respecto del eje de rotación y donde la posición del sensor c es coaxial a las posiciones de los sensores a y b.
- 10 [0011] Dentro del marco de la invención, el proceso completo puede ser adaptado (retrasado o acelerado) porque se adaptan tanto la frecuencia de muestreo como la frecuencia de los cálculos de caudal (versión 1). Alternativamente, la frecuencia de muestreo solo es adaptada mientras la frecuencia de cálculo permanece constante (versión 2).
- 15 [0012] En la versión 2 el cálculo siempre tiene lugar a una frecuencia baja, mientras que en la versión 1, el cálculo, en el caso de una tasa de cambio alta de caudal, se lleva a cabo con una frecuencia alta (más alta). Como resultado de ello, el consumo de energía es menor en la versión 2 que la versión 1.
- [0013] La frecuencia de muestreo y la frecuencia de cálculo (en la versión 1) pueden adaptarse mutuamente de forma independiente, pero preferiblemente de manera simultánea. Una realización práctica comprende que la frecuencia de muestreo y la frecuencia de cálculo (en la versión 1) sean emparejadas de manera tal que las adaptaciones son llevadas a cabo no solo de forma simultánea sino también por el mismo factor.
- 20 [0014] Se utiliza software en la invención para calcular la tasa de cambio del caudal continuamente o de forma discontinua. Cuando la tasa de cambio excede un valor determinado, el software ordena al convertidor de A/D (CAD) empezar el muestreo con una frecuencia mayor. En la versión 1, el software puede al mismo tiempo entonces adaptar un parámetro interno que gobierne la frecuencia de cálculo.
- [0015] La frecuencia de cálculo se mantiene constante en la versión 2, con lo que no es emparejada a la frecuencia de muestreo.
- 25 [0016] Los medios CAD en una realización práctica comprenden un divisor de divisor de reloj que está programado para proporcionar una pluralidad de frecuencias de muestreo diferentes, para dar proporcionar una adaptación de los muestreos en un número deseado de posibles etapas. Una realización sencilla está caracterizada porque la frecuencia del divisor de reloj puede ser seleccionada entre una primera frecuencia de muestreo (modo estático) y una segunda frecuencia de muestreo mayor (modo dinámico), donde,
- ^ la segunda frecuencia de muestreo puede ser un múltiplo de la primera frecuencia de muestreo;
 - 30 ^ los medios de selección están diseñados para seleccionar la segunda frecuencia de muestreo cuando durante la puesta en práctica de la primera frecuencia de muestreo el caudal medido en un periodo de tiempo dado cambie más de un valor predeterminado;
 - ^ los medios de selección están diseñados para seleccionar la primera frecuencia de muestreo cuando durante la puesta en práctica de la segunda frecuencia de muestreo el caudal medido en un periodo de tiempo dado cambie menos de un valor predeterminado (en este caso y en el precedente pueden ascender a, por ejemplo, un porcentaje, por ejemplo del 40% del margen de medición real o nominal);
 - 35 ^ los medios de selección están diseñados para mantener una frecuencia de muestreo seleccionada para un periodo de tiempo o hasta que ocurra una variación de caudal del mismo tipo, en cuyo caso la medición de tiempo vuelve a empezar de cero.
- 40 [0017] En una realización practica, la alta frecuencia de muestreo se mantiene, por ejemplo, durante 10 segundos (o un periodo comparable de tiempo).
- [0018] En una realización, un número de muestras (por ejemplo dos o cuatro) son medidas en el modo dinámico.
- [0019] Las realizaciones anteriores pueden ser aplicadas a un sistema de medición de Coriolis en donde la frecuencia de muestreo y la frecuencia de cálculo están adaptadas (versión 1) y también a un sistema en donde solo se adaptada la frecuencia de muestreo, permaneciendo constante la frecuencia del cálculo (versión 2).
- 45 [0020] La invención también se refiere a un método para medir el caudal másico de un medio en circulación donde la tasa de cambio del caudal medido se utiliza para adaptar el intervalo de muestreo en la manera descrita en la reivindicación 11.
- [0021] La invención también se refiere a la utilización de un algoritmo (una regla para procesar señales del sensor) para el cálculo del caudal, cuyo algoritmo está asociado en particular a un filtro paso bajo. En una realización preferida, el filtro paso bajo está asociado con medios para adaptar sus parámetros en relación con la frecuencia de muestreo.
- 50 [0022] Utilización del filtro paso bajo en la versión 1: para una mayor tasa de cambio de caudal se puede permitir más ruido, de tal manera podría ser efectivo en la versión 1 un filtro final "adaptado" (más rápido).

[0023] Utilización del filtro paso bajo en la versión 2: la adaptación de los parámetros del filtro a la tasa de cambio es especialmente útil en el caso de un cambio en el número de muestras por cálculo. Más muestras llevan a menor ruido, que podría ser entonces sacrificado (parcialmente) en favor a una respuesta más rápida.

5 [0024] A partir de los documentos US 2003/0126932 y US 2003/0014198 A1, son conocidos caudalímetros másicos de Coriolis en donde la frecuencia se controla como una función de la potencia eléctrica disponible.

[0025] A partir del documento EP 1191310 A2 se conoce un 'Turbinendurchflussmesser' (caudalímetro de turbina) en donde se determinan la revoluciones por unidad de tiempo de una rueda de palas, adaptándose la frecuencia de muestreo al número determinado de revoluciones por unidad de tiempo. Es decir a la velocidad, no al cambio de velocidad.

10 [0026] El documento EP 0898152 A1 se refiere a un dispositivo similar que tiene una rueda de palas como el del documento EP 1191310 A2. En este caso también la frecuencia de muestreo se adapta al número de revoluciones por unidad de tiempo (velocidad) de la rueda de palas. La selección es entre la parada y la rotación de la rueda de palas.

[0027] Serán explicados en mayor detalle algunas realizaciones de la invención con referencia a los dibujos:

15 La figura 1 muestra un sistema de medición de caudal de tipo de Coriolis que comprende un tubo de Coriolis con tres sensores;

La figura 2 es un diagrama de bloques del procesamiento de la señales de los sensores del sistema de medición de caudal;

La figura 3 ilustra el movimiento en el tiempo de un punto del tubo de Coriolis y el muestreo de este en la forma de una curva (sinusoidal)

20 La figura 4 muestra la señal procedente de un sensor para una porción del desplazamiento de la figura 3, así como la situación en la que el intervalo de muestreo es adaptado mientras como los intervalos de cálculo permanecen iguales (referido como versión 2 a partir de aquí);

La figura 5 muestra la señal desde un sensor para un porción del desplazamiento de la figura 3, así como la situación en la que tanto intervalo de muestreo como el de cálculo son adaptados (referido como versión 1 a partir de aquí); y

25 La figura 6 muestra la señal desde un sensor para una porción del desplazamiento de la figura 3 así como la situación en la que la media de dos muestras es utilizada como la entrada para el cálculo.

30 [0028] La figura 1 muestra un realización especial del caudalímetro 1 del tipo de Coriolis (sin embargo, la invención es aplicable a todo tipo de tubos de Coriolis) que comprenden un tubo 2 de detección en forma de bucle plegado en forma rectangular que sigue esencialmente una trayectoria circunferencial (formando esencialmente una vuelta completamente cerrada). El tubo 2 de detección en forma de bucle comprende dos porciones de tubo laterales paralelas 2c, 2d, que están conectadas a un extremo de una primera porción de tubo transversal 2e y al otro extremo a dos segundas porciones de tubo transversal 2a, 2b, estando este ultimo conectado a un tubo (flexible) de alimentación 3 y a un tubo de descarga 4 para un medio en circulación en el lado opuesto a donde se conectan los tubos laterales 2c, 2d. El tubo 2 en su totalidad ha sido plegado formando un rectángulo, cuyas esquinas son redondeadas para así hacer posible plegado tal. El tubo de alimentación 3 se conecta a una línea de alimentación 6 a través de un bloque de conexión 20, y el tubo de descarga 4 está conectado de forma similar a una línea de descarga 7. Los tubos de alimentación y descarga 3, 4 en esta realización se extienden dentro del bucle 2 y están fijados a un marco 13 por medios de fijado 12. Los tubos flexibles de alimentación y descarga 3,4 no forman parte del bucle de forma rectangular del tubo de detección 2 pero proporcionan una fijación elástica del bucle 2 al marco 13. El bucle 2 puede en consecuencia ser considerado como suspendido de forma elástica por medio de tubos de alimentación y descarga. Podría ser, por ejemplo, un tubo de acero inoxidable con un diámetro externo de aproximadamente 0,7mm y un espesor de pared de aproximadamente 0,1 mm. Dependiendo del diámetro externo del bucle 2 y de la presión que el tubo es capaz de soportar (por ejemplo 100 bar), el diámetro externo del tubo será en general menor de 1 mm y el espesor de 0,2 mm o menor.

45 [0029] Los tubos 3 y 4, que se extienden próximos entre sí a cada lado de/y forma simétrica con respecto a eje principal de simetría S del tubo 2, estando fijados a los medios de fijado 12, por ejemplo por medio de abrazaderas, soldaduras o soldados, estando dichos medios 12 fijados al marco 13 en su curva. Una alternativa es fijar los tubos 3, 4 directamente al marco 13.

50 [0030] En la construcción de la figura 1, los medios de excitación que hacen que el bucle 2 rote sobre el eje principal de simetría (en este caso el eje primario o eje de excitación) comprenden una culata magnética 8 que es fijada al marco 13, que está prevista con un imán permanente 19, y que tiene dos entrehierros 9 y 10 a través de los cuales se extienden las porciones 2a y 2b (indicados anteriormente como primeros tubos transversales) del tubo en forma de bucle 2, así como medios para introducir una corriente eléctrica en el tubo 2. En la figura 1 estos son medios para generar por inducción una corriente eléctrica en el tubo 2. La culata magnética de imanes permanentes 8 tiene dos porciones de culata superiores 8a y 8a' que están separadas de la porción de culata inferior 8b por los entrehierros 9 y 10. El imán

55

permanente 19 está situado entre las porciones de culata 8a y 8a' con su polo (norte) enfrentado a la porción de culata 8a y su otro polo (sur) enfrentado a la porción de culata 8a.

[0031] La corriente es inducida en el tubo por medio de dos núcleos transformadores 17, 17a que están provistos con respectivas bobinas eléctricas 18a, 18b y a través de uno de los cuales se pasa la respectiva porción lateral 2c, 2d del tubo. Las bobinas 18a, 18b pueden estar enrolladas en los lados interiores de los núcleos transformadores, como se muestra, o en uno de sus otros lados. La combinación por un lado de los campos magnéticos opuestamente dirigidos generados en los entrehierros 9 y 10 de la culata de magnetismo permanente 8 y que son transversales a la dirección de la corriente y de la corriente inducida en el tubo 2 por otro lado ejercen en el tubo debido un par, debido a lo cual el tubo empieza a rotar (a saber oscilar o vibrar, en el denominado modo de torsión) sobre el eje de rotación.

[0032] Cuando un medio está circulando a través del tubo, el tubo empezará a oscilar alrededor de un eje de respuesta que es transversal al eje de rotación bajo la influencia de las fuerzas de Coriolis (en el denominado modo de torsión). En funcionamiento los desplazamiento (sinusoidales) de los puntos de la porción de tubo 2e, que son representativos del caudal, son detectados por el sensor de efecto Coriolis, en este caso comprendiendo un primer sensor 11a situado adyacente a la porción de tubo 2e y al segundo sensor 11 b. El primer y segundo sensor están dispuestos directamente enfrentados de forma simétrica respecto a la eje de excitación de rotación adyacente al punto de intersección de este con la porción de tubo 2e. Un tercer sensor 11c puede servirse a efectos de corrección. Los sensores pueden ser, por ejemplo, de tipo electromagnético, inductivo, capacitivo o ultra-sónico. En la realización de la figura 1, sin embargo, se ha optado por sensores ópticos. Los denominados sensores opto-electrónicos 11a, 11b y 11c son utilizados como sensores ópticos, teniendo cada uno un alojamiento en forma de U que se fija al marco 13, con una fuente de luz (por ejemplo LED) en una pata de la U y una célula de medición de luz en la otra (un foto-transmisor por ejemplo) situada en oposición a la fuente de luz. La porción de tubo 2e, o una paleta fijada a esta es capaz de moverse entre las patas del alojamiento en forma de U del sensor 11a, 11b (y si esta presente del 11c), interceptando de este modo, más o menos luz de la fuente de luz.

[0033] La figura 2 es un diagrama de bloques que muestra el funcionamiento del caudalímetro de Coriolis de conformidad con la invención. Una corriente eléctrica I, es inducida en un sistema de tubo de Coriolis por medio de dos bobinas 22a, 22b enrolladas a dos núcleos. Las bobinas 22a, 22b son alimentadas por un amplificador 24 que está controlado por un procesador de señal digital 27 a través de un convertidor AD/DA (CAD/ DAC) 25. Un campo magnético que es transversal a la dirección de la corriente I, es aplicado en el sistema de tubo 21. El sistema de tubo 21, o una porción de este, comenzará a ejecutar un movimiento oscilatorio bajo la influencia de este campo y de I. Una oscilación que surge de las fuerzas de Coriolis se superpone a este movimiento oscilatorio cuando un medio Φ circula a través del sistema de tubo 21. Los movimientos del sistema de tubo 21 son medidos por sensores S1 y S2, o sensores S1, S2 y S3. Las señales analógicas de los sensores S1, S2 (S3) son introducidos en el convertidor AD/DA 25. La señal de salida del convertidor AD/DA 25 se suministra a un procesador de señal (digital) 26. El procesador de señal digital genera una señal de salida O que representa el caudal másico a través del filtro final 28.

[0034] Unidades de cálculo ('procesadores') de los instrumento de medición, tales como los caudalímetros de Coriolis descritos anteriormente, suelen funcionar de forma digital, a saber, llevan a cabo sus operaciones a partir de líneas de bits, ceros y unos. Conmutaciones de estos bits tienen lugar en una secuencia regular de momentos discretos de tiempo controlado por un reloj de o conectado a la unidad de cálculo. Algunos procesadores en dichos instrumento de medición, sin embargo siguen teniendo lugar en analógico, es decir dominio de tiempo continuo. Este es el caso para dos procesadores en un caudalímetro de Coriolis:

- medición de desplazamientos del tubo por medio de dos o más sensores de desplazamiento. Los sensores operan bajo un principio óptico, inductivo, capacitivo o principio comparable. El resultado es una señal que cambia continuamente en el tiempo.

- control del accionador que hace ejecutar al tubo un movimiento sinusoidal por medio de una señal que es también continua y sinusoidal.

[0035] La invención se refiere a la medición de los desplazamientos, y más particularmente a la conversión de analógico a digital, que también es mencionada como muestreo. La figura 3A muestra el movimiento, habitualmente sinusoidal, de un punto del tubo. Los valores habituales de la frecuencia de vibración están comprendidos entre 100 y 500 Hz. La frecuencia de muestreo estará comprendida entre 10 y 100 Hz, de esta manera serán tomadas hasta 100 muestras en un periodo, como se indica con líneas verticales de la figura 3b. La figura 4 muestra una vista de cerca a escala ampliada de una región d indicada con doble flecha. El muestreo es llevado a cabo por un chip específico denominado convertidor A/D o CAD. La conversión en sentido opuesto es llevada a cabo por un DAC. CAD y DAC son habitualmente alojados en un chip que es denominado codificador-decodificador.

[0036] La figura 2 muestra los elementos individuales. El bloque 25 representa el CAD/DAC. En la parte superior las dos o tres señales del sensor son convertidas de A a D y en la parte inferior la señal del accionador se convierte de D a A. El Bloque 26 es la unidad de cálculo del caudal o procesador del caudal. En la salida de éste un filtro paso bajo 28 muestra de forma separada, aunque de hecho forma parte del procesador. El chip CAD/DAC tiene su propio reloj interno que funciona de forma esencialmente más lento que el del procesador. Esto es porque el procesador tiene que llevar a cabo una amplia serie de cálculos en las señales más recientemente medidas entre dos momentos de muestreo

del CAD. Los valores típicos para las frecuencias del reloj del procesador son 50 a 100MHz para la frecuencia del reloj del CAD de 10 a 100 kHz. El intervalo de muestreo deber ser más amplio que el tiempo de cálculo tomado por una serie de cálculos. Esto se aclara por la figura 4 que muestra a escala ampliada la región pequeña d indicada con una doble flecha en la figura 3b.

5 [0037] La figura 4A muestra una pequeña porción del desplazamiento sinusoidal de una posición del tubo de Coriolis medido por uno de los dos o tres sensores de desplazamiento, donde las flechas indican el valor del caudal durante el muestreo. Dicha pequeña porción del seno es prácticamente una línea recta.

10 [0038] La figura 4B muestra la (muy corta) muestra de amplitud tomada por uno de los sensores en forma de pulso. Debe destacarse que el intervalo entre dos instantes de tiempo no es mayor de 0,0001 s, incluso a una frecuencia de muestreo de 10kHz.

[0039] La figura 4C muestra la duración temporal de los cálculos, empezando después del muestreo (procesamiento). Siempre existe algo de tiempo residual entre los cálculos individuales, también considerado como tiempo de espera (wt).

15 [0040] La figura 4D muestra el caudal como se expone, por ejemplo, en un visualizador después de que los cálculos del instrumento hayan sido completados. Es evidente que este caudal puede aumentar así como disminuir. La línea de puntos indica el caudal real, cambiando de forma continua, que obviamente discurre por delante del caudal mostrado por el tiempo de cálculo.

[0041] La figura 4e muestra el consumo de energía del procesado más el CAD, que al mismo tiempo es una medida de la disipación de calor, cual es menor durante el tiempo de espera.

20 [0042] Un aspecto de la invención es que resulta ventajoso elegir un intervalo de muestreo para un instrumento de medición de Coriolis tan amplio como sea posible para así lograr un consumo de energía y disipación de calor tan bajas como sea posible. En los caudalímetros conocidos, los muestreos tienen lugar a una frecuencia fija. En una situación en donde el caudal no cambia en el tiempo o no lo hace de forma substancial, el intervalo de muestreo puede ser aumentado, hasta algunos múltiplos del periodo de tiempo de procesamiento, sin que la exactitud de la medición se vea disminuida de forma significativa. El consumo de energía y la disipación de calor, sin embargo, se reducen de este modo. Promediando de un determinado número de valores de muestreo también ofrece la posibilidad de reducir la influencia de ruidos de medición en la señal de salida.

25 [0043] La esencia de la invención es que la tasa de cambio del caudal medido, se utiliza para ajustar el intervalo de muestreo del CAD. Un intervalo pequeño (a saber un frecuencia de muestreo alta) se utiliza en caso de una alta tasa de cambio, utilizándose un intervalo amplio en el caso de una tasa de cambio baja.

30 [0044] Versión 1: Tanto la frecuencia de muestro del CAD como el intervalo de los cálculos son adaptadas. Esto se encuentra representado gráficamente en la figura 5. El principio se basa en un aumento del intervalo de tiempo entre las muestras tomadas (figura 5b) para una tasa baja de cambio del caudal (figura 5d), así el tiempo de espera en el procesador llega a ser mayor en relación al tiempo de cálculo (figura 5c), y en consecuencia el consumo medio de energía será menor (figura 5e). La siguiente situación ocurrirá en la práctica: la frecuencia de cálculo es normalmente baja y será aumentada en el caso de un cambio rápido del caudal. La frecuencia de muestreo podría ser adaptada en un manera continua (gradual), pero el códec AD 1939 ampliamente usado en la práctica solo permite tres etapas: estas son 24, 48 y 96 kHz utilizando un cristal específico (reloj).

35 [0045] El caudal másico se expresa en unidades de kg/s. La tasa de cambio del caudal másico por consiguiente tiene unidad dimensional de $\text{kg/s/s} = \text{kg/s}^2$. Una frecuencia de muestreo que pueda ser adaptada puede hacerse proporcional, de manera lineal o de otra forma, a la tasa de cambio del caudal másico. Si no son posibles más que unas pocas etapas, los márgenes se definirán, por ejemplo para el caso de tres etapas: alto = más del 60% del margen de medición real dentro de un segundo; medio= 30 a 60%; bajo= 0 a 30%.

Realizaciones de la versión 1:

45 [0046]

- La adaptación de la frecuencia de muestreo y el cálculo del caudal emparejada a ella es proporcional al tasa de cambio del caudal;

- La frecuencia de muestreo y el cálculo de caudal emparejada a ella son adaptadas en una pluralidad de etapas diferentes para márgenes de tasa de cambio del caudal predeterminadas;

50 • La frecuencia de muestreo y el cálculo emparejada a ella son adaptadas en dos o tres etapas diferentes para márgenes de tasa de cambio del caudal predeterminadas;

- Cada una de las tres realizaciones relacionadas anteriormente, en el que el cálculo de frecuencia no sea igual a la frecuencia de muestreo sino un número entero de veces menor, de tal manera que son tomadas varias muestras de cada cálculo.

[0047] Versión 2: aquí solo se adapta la frecuencia de muestreo del CAD, mientras que la frecuencia de cálculo (el número de cálculos por segundo) se mantiene constante. Este método proporciona un flexible compromiso posible entre un número deseado de velocidad de respuesta y un nivel de ruido admisible, mientras el consumo de energía se reduce.

5 [0048] En las primeras tres realizaciones de la versión 1 descritas anteriormente, al menos se toma una muestra por cálculo. Si son usadas varias muestras, se toma una media de muestras. La versión 2 bajo discusión aquí tiene la característica de que se hace dependiente de la tasa de cambio de caudal un número de muestras por cálculo: Cuanto mayor es la tasa de cambio, más muestras por cada cálculo se toman. Un ejemplo de cálculo por tasa triple: el cálculo es llevado a cabo a una frecuencia fija de 12 kHz y la frecuencia de muestreo se eleva con un incremento en la tasa de cambio del caudal de 12 a 24 y a 48 kHz (requiriendo un cristal 2x menor para el Codificador-decodificador que para los valores presentado por medio del ejemplo para la versión 1). Se pueden promediar 2 o 4 muestras para los dos valores mencionados en último lugar anteriormente, de forma respectiva.

10 [0049] En otras palabras: la frecuencia de muestreo (frecuencia AD) siempre está emparejada a la frecuencia de cálculo en la versión 1. Sin embargo, no necesitan ser iguales. Por tanto la frecuencia AD puede ser dos veces la frecuencia de cálculo. En este caso dos valores AD serán promediados por cada cálculo. Debido a la adaptación de la tasa de muestreo de conformidad con la invención (principio de tasa variable), ambas frecuencias se elevan o disminuyen en el mismo factor. Sigue siendo necesario promediar dos valores AD para cálculo.

15 [0050] Si este programa (frecuencia AD doble de la frecuencia de cálculo) es aplicado a la versión 2, en el que la frecuencia de cálculo es fijo y solo varía la frecuencia AD, será necesario en el modo de tasa más alta (turbo) promediar dos valores AD, ya que la conversión AD tiene lugar al doble de frecuencia.

20 [0051] La figura 6 muestra la situación de dos muestras de las se utiliza el promedio como entrada para el cálculo. Representado con la flecha vertical gruesa en la figura 6b. La utilización del promedio de dos (o más) muestras hace posible reducir la influencia del ruido en la medición. Cualquier ruido de medición también afectará al cálculo, resultando en ruido en el caudal registrado por el instrumento. Para suprimir esto, se añade un filtro como una última etapa en el cálculo (procesamiento), más particularmente un filtro paso bajo.

25 [0052] En una realización, este filtro es un filtro de olvido exponencial, que es una versión especial de un filtro paso bajo (digital, de primer orden). Este filtro se indica con la referencia 26 en diagrama de bloques de la figura 2. Se elige preferiblemente un valor inferior de 50 Hz para la frecuencia de corte, por ejemplo 30Hz. Este filtro, sin embargo, al mismo tiempo reduce la velocidad de respuesta del instrumento, a saber la reacción al cambio en el caudal. Si hay menos ruido en la señal debido al promedio de dos o más muestras como se ha descrito anteriormente, el filtro puede estar realizado como 'mas rápido', a saber siendo dada una frecuencia corte más alta. Esto incrementa el nivel de ruido, pero también proporciona una alta velocidad de respuesta del instrumento. Para un cambio de caudal más lento en el cálculo del último ejemplo citado, tanto el muestreo como el cálculo, tiene lugar con una frecuencia de 12 kHz. No es posible entonces hacer un promedio. En este caso el filtro paso bajo puede realizarse 'más lento' en orden a reducir el ruido.

30 [0053] La disipación y el consumo de energía pueden reducirse de la siguiente manera en el caso de un cambio lento en el caudal. Supongamos que el CAD muestrea a 24 kHz para un cambio lento de caudal. Después de cada muestra tiene lugar un nuevo cálculo, a saber, también a 24 kHz. Si la tasa de cambio del caudal aumenta, ahora el CAD se realiza para muestrear más rápidamente, por ejemplo a 48 kHz. El procesamiento continúa siendo a 24 kHz, sin embargo, de tal manera que dos muestras puede ser conjuntamente promediadas, como se describió anteriormente. Un compromiso deseado entre el ruido y la velocidad de respuesta puede elegirse a través de la frecuencia de corte del filtro de salida.

35 [0054] El tiempo de espera entre cálculos consecutivos es por tanto considerado en todos los casos y la media de consumo de energía del procesador es baja. El CAD solo empezará a consumir más energía (y disipar más calor) con cambios rápidos en el caudal. Por tanto, el consumo total de energía es incluso menor que en la versión 1. Si los cálculos tienen lugar a 12 kHz, no una o dos, sino dos o cuatro muestras son promediadas cada vez.

40 Realizaciones de la versión 2:

[0055]

• Adaptación proporcional de la frecuencia de muestreo a la tasa de cambio de caudal, de tal manera que se puede tomar más de una muestra por ciclo de cálculo, siendo tomado el promedio de éstas como entrada para el cálculo del caudal.

50 • Adaptación de la frecuencia de muestreo a la tasa de cambio del caudal en varias etapas diferentes (por ejemplo dos o tres) de tal manera que pueden ser tomadas varias más de una muestra por ciclo de cálculo, siendo tomado el promedio de éstas como la salida para la entrada del cálculo del caudal.

55 • Duplicar la frecuencia de muestreo por encima de una tasa de cambio predeterminada del caudal, de tal manera que se toman cuatro muestras en lugar de dos por cada ciclo de cálculo, siendo tomado el promedio de estas como la entrada para el cálculo del caudal, que será detallado más adelante bajo la referencia "tasa dual".

- Adaptación de los parámetros del filtro paso bajo, que forma la etapa final en el algoritmo de cálculo de caudal, de acuerdo con la tasa de cambio del caudal.

[0056] Se utiliza un dispositivo analógico AD 1939 de chip de codificador-decodificador de audio que comprende funciones CAD y DAC. Sin embargo hay proveedores alternativos de chip similares;

- 5
- Puede adaptarse un parámetro de software denominado “divisor de reloj” en el Codificador-decodificador por medio de un software que es ejecutado de forma cíclica en el procesador, determina con que frecuencia el CAD muestrea la señales analógicas. Esta frecuencia puede situarse a 24, 48 o 96 kHz para el AD 1939 cuando se utiliza un reloj de cristal típico;
- 10
- La frecuencia de muestreo será más alta en un número entero de veces que la frecuencia de repetición fijada del cálculo llevado a cabo por la unidad de cálculo. Dada una frecuencia de 12 kHz, el factor es en consecuencia 2, 4 u 8. Las señales del sensor indican la posición instantánea del tubo. Después de cada muestreo, el CAD convierte esta posición, a saber un voltaje analógico, en una línea digital de bits en su memoria de salida y proporciona una señal de disparo para la unidad de cálculo indicando que hay un nuevo dato;
 - La unidad de cálculo lee estos datos y los almacena temporalmente;
- 15
- Esto se repite para cada muestra tomada durante el tiempo de espera entre dos cálculos;
 - Justo antes del comienzo del siguiente cálculo, la unidad de cálculo determina el promedio de los datos almacenados (posiciones del tubo) para cada sensor de movimiento. En consecuencia esto se refiere en el presente caso a un promedio de 2 o 4 o 8 números por sensor;
- 20
- El criterio para adaptar el divisor de reloj es la tasa de cambio del caudal calculado, que se determina a partir de dos o más valores calculados consecutivamente por el dispositivo, como se describió anteriormente.

Realización de “tasa dual” de la versión 2:

[0057] En esta realización se distinguen un estado de caudal estático y un estado de caudal dinámico.

- 25
- Estos estados se corresponden con dos valores de un divisor de reloj, que resulta en frecuencia de muestreo de 24 y 48 kHz del CAD.
 - El ciclo de procesamiento es siempre de 12 kHz.
 - Cuando la tasa de cambio del caudal excede un cierto límite, por ejemplo el 50% del margen ajustado en un 1 s, se hace un cambio a “dinámico” para un periodo cierto fijado, por ejemplo 10 s. La frecuencia de muestreo es duplicada durante ésta, de 24 a 48 kHz en el presente caso.
- 30
- Si el límite es excedido otra vez en los mencionados 10 segundos, el periodo de tiempo se pone al principio de los 10 segundos.
 - Se toma el promedio de dos muestras como entrada para el siguiente cálculo en el modo “dinámico”.
 - En el modo “dinámico”, además, el filtro paso bajo que forma la etapa final de cálculo se realiza como más rápido mediante un factor fijo, por ejemplo un factor de 2.

35 [0058] El diagrama de bloques de la figura 2 contiene dos bloques que son característicos de la invención. Representan el monitor de variación de velocidad 29 y el adaptador de frecuencia de muestreo 30.

Antecedentes:

40 [0059] Durante la re-configuración del hardware del codificador-decodificador (a saber DAC/CAD) por medio de un software, se puede, si se desea, elegir un frecuencia de muestreo más alta, (para la supervisión de la señal analógica entrante). Una frecuencia de muestreo más alta genera más información y por consiguiente da una precisión lo mayor posible. Esta precisión de entrada más alta puede ser sacrificada para conseguir la misma precisión de salida a pesar de una configuración de filtro final “más rápido”; esto lleva a una respuesta más rápida del instrumento mientras que se mantiene la misma precisión neta de salida. El rendimiento extra tiene el coste de un incremento en el consumo de energía, resultando en un aumento de la disipación de calor (contrarrestado por una frecuencia de muestreo más alta). Este modo, la precisión de la medición puede estar afectada de forma adversa. A veces el supuesto 1 (lento, más frío, misma precisión final) puede ser ventajoso; otra veces el otro supuesto (más rápido, más caliente, misma precisión final).

50 [0060] La decisión se toma como sigue: en aquellos caso en donde el usuario, o el caudalímetro, sepa que la cantidad medida (a saber el caudal másico) es más o menos constante, es preferible operar el sistema de medición en el modo más frío (y a través del compromiso: más lento). En el caso de cambios rápido en la cantidad medida, es preferible operar el sistema de medición en el modo más rápido (y a través del compromiso: más caliente).

[0061] El bloque 29 “monitor de variación de velocidad” se utiliza para decidir que modo elegir. A continuación se ofrece un ejemplo de funcionamiento de dicho bloque. La invención, sin embargo, no está limitada a este ejemplo.

- 1) El bloque de decisión observa la señal de caudal bruto antes de que este entre el filtro final.
- 2) Se compara el “caudal bruto” instantáneo con un valor predeterminado o con mediciones previas (historial)
- 5 3) Si se detectan variaciones rápidas (a saber, el valor medido difiere totalmente de forma constante con valores previos), se toma la decisión de hacer funcionar el instrumento en el modo rápido y caliente (dinámico o turbo).
- 4) En el punto 3) la definición de “de forma constante” (¿cada cuanto?) y difiere “totalmente” (¿por cuanto?) puede ser derivada, por ejemplo, a partir de conocimientos expertos previos de las condiciones bajo las que funciona el instrumento de medición y a partir de la experiencia práctica.
- 10 5) Si se detecta un “flujo constante” por el bloque (la lectura es constante, sin cambios en comparación con el historial reciente), el bloque decidirá hacer funcionar el instrumento en el modo lento y frío.
- 6) Se podrá incorporar opcionalmente un retardo en la decisión del bloque para prevenir un cambio de un lado a otro no deseado entre los modos, asegurando que el modo turbo, cuando es encendido, permanecerá encendido para un cierto periodo.
- 15 7) Si hay otros métodos para determinar que la cantidad medida cambia rápidamente o está a punto de cambiar rápidamente (por ejemplo debido al cambio en el punto de ajuste realizado por el usuario), esta información podrá ser añadida para influir en el proceso de decisión. El proceso de decisión por consiguiente está basado en, por no limitado a, los factores descritos en los puntos 1) a 7).
- 20 8) Anteriormente se han descrito dos modos para operar el sistema: el modo normal o lento y el modo turbo (“tasa dual”). Dependiendo de las propiedades ofrecidas por el hardware relevante y el software utilizado, sin embargo, será posible fijar unos cuantos modos intermedios, incluso hasta una variación gradual.

[0062] La decisión tomada por el monitor de variación de velocidad sobre el modo a elegir, es introducido al “adaptador de frecuencia de muestreo”. Esto es un “bloque de puesta en práctica pragmática” donde a partir de la decisión comunicada a este, fija los parámetros de configuración (en el lado de entrada) a través de un ajuste en el Codificador-decodificador (fundamentalmente la parte del DAC de este) para muestrear más o menos habitualmente los canales analógicos y al mismo tiempo ajustar la configuración del filtro final que lo filtra despacio o rápido. Adicionalmente, el bloque puede estar dispuesto para combinar una pluralidad de señales de entrada en una señal simple de mayor precisión. Esta etapa deja sin alterar etapas de procesamiento interpuestas, sin distinción de si está activo el modo normal o turbo.

30 [0063] La invención no está limitada a la utilización de un adaptador de frecuencia de muestreo como se ha descrito por medio del ejemplo anterior.

[0064] El uso de un sistema de conversión AD de velocidad variable con dos velocidades (“tasa dual”) ha sido explicado anteriormente. Una ventaja del sistema de tasa dual es que la elección puede tomar en el modo dinámico, a saber, eligiendo entre menos ruido en la señal de salida o un velocidad de respuesta más rápida en el caso de cambios en el caudal.

[0065] Doblar la respuesta de tiempo para un nivel dado de ruido es un elección práctica. Se consigue al mismo tiempo reducir el consumo de energía y la disipación de calor del modo estático.

40 [0066] En lugar de un sistema de tasa dual, puede utilizarse un sistema con un gran número de etapas, que puede configurarse a diferentes niveles de elección entre disipación y rendimiento. Los cambios pueden tener lugar en un fluido, a saber de manera analógica o en etapas discretas en la velocidad“.

[0067] Resumiendo, la invención se refiere a un sistema de medición de caudal de tipo de Coriolis para medir un caudal másico de un medio en circulación que comprende un tubo de circulación y sensores asociados con el tubo de circulación para generar señales analógicas, medios de conversión de analógica a digital para convertir señales de sensor analógicas en señales digitalizadas con una frecuencia de muestreo, y medios para calcular la medida de caudal másico a partir de las señales digitalizadas, cuyo sistema está previsto con medios para hacer que el muestreo de las señales de sensor tenga lugar con un número diferentes de frecuencias, medios para medir la tasa a la que el caudal cambia, y medios para seleccionar una frecuencia de muestreo predefinida en relación con la tasa de cambio por tanto medida.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Sistema de medición de caudal de tipo de Coriolis para medición de un caudal másico de un medio en circulación, que comprende un tubo de circulación (2) y medios de arrastre para hacer que el tubo de circulación (2) oscile alrededor de un eje de rotación, sensores (11a, 11b, 11c) asociados al tubo de circulación (2) para generar señales analógicas en posiciones de acuerdo con el movimiento del tubo (2), medios de conversión analógica-digital (CAD) (25) para convertir las señales analógicas en señales digitales por medio de un proceso de muestreo, y medios (26) para calcular una señal de medición a partir de las señales digitalizadas, siendo dicha señal de medición representativa del caudal másico, caracterizado por medios (30) para permitir en el proceso de muestreo, el muestreo de cada señal de sensor que tiene lugar en diferentes frecuencias, medios (29) para determinar la tasa a la que cambia la medida de caudal, y medios de selección (CAD/ DAC) para seleccionar una primera frecuencia de muestreo baja predefinida en el caso de que una tasa baja de cambio de la medida de caudal sea determinada por los medios de determinación del cambio de la medida de caudal y para seleccionar una segunda frecuencia de muestreo alta en el caso de determinarse una tasa de cambio de la medida de caudal alta, donde
- 10 los medios de selección están diseñados para seleccionar la segunda frecuencia de muestreo cuando durante la puesta en práctica de la primera frecuencia de muestreo la medida de caudal medida en un periodo de tiempo dado cambie más de un valor predeterminado, y
- 15 para seleccionar una primera frecuencia de muestreo cuando durante la puesta en práctica de la segunda frecuencia de muestreo la medida de caudal medida en un periodo de tiempo dado cambie menos de un valor predeterminado.
- 20 2. Sistema de medición de caudal de tipo de Coriolis como el reivindicado en la reivindicación 1, caracterizado por medios para adaptar también la frecuencia de cálculo de la tasa de cambio medida.
3. Sistema de medición de caudal de tipo de Coriolis como el reivindicado en la reivindicación 1, caracterizado porque la frecuencia de cálculo es constante.
- 25 4. Sistema de medición de caudal de tipo de Coriolis como el reivindicado en las reivindicaciones 1, 2 o 3, caracterizado porque la primera frecuencia de muestreo está asociada a un modo estático, estando la segunda frecuencia de muestreo asociada a un modo dinámico.
5. Sistema de medición de caudal de tipo de Coriolis como el reivindicado en la reivindicación 4, caracterizado porque la segunda señal de muestreo es un múltiplo de la primera frecuencia de muestreo.
6. Sistema de medición de caudal de tipo de Coriolis como el reivindicado en la reivindicación 1, caracterizado porque los medios para calcular la señal medida están asociados a un filtro paso bajo.
- 30 7. Sistema de medición de caudal de tipo de Coriolis como el reivindicado en la reivindicación 6, caracterizado porque los parámetros del filtro paso bajo mencionado están adaptados de acuerdo con la frecuencia de muestreo.
8. Sistema de medición de caudal de tipo de Coriolis como el reivindicado en las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque los medios de selección están diseñados para mantener una frecuencia de muestreo seleccionada durante un periodo de tiempo predeterminado o hasta que una próxima variación de caudal másico del mismo tipo se produzca, en cuyo caso dicho periodo predeterminado de tiempo vuelve a empezar de cero.
- 35 9. Sistema de medición de caudal de tipo de Coriolis como el reivindicado en la reivindicación 4, caracterizado porque considera para ambos modos estático y dinámico que diversos muestreos por ciclos de cálculo son determinados, a partir de los cuales la media es utilizada en el cálculo.
- 40 10. Sistema de medición de caudal de tipo de Coriolis como el reivindicado en la reivindicación 9, caracterizado porque se calculan un mayor número de muestreos en el modo dinámico que en el modo estático.
- 45 11. Método para la medición de caudal másico de un medio en circulación utilizando un caudalímetro de tipo de Coriolis que comprende un tubo de caudal de circulación y sensores asociados a éste para proporcionar señales de sensor que sean indicativas del movimiento del tubo, en cuyo método el tubo oscila alrededor de un eje de rotación, siendo muestreadas las señales con una frecuencia de muestreo para así obtener una señal de sensor digitalizada, y en cuyo método se calcula una señal de medición de caudal a partir de las señales de sensor digitalizadas con una frecuencia de cálculo, siendo dicha señal de medición representativa del caudal másico, caracterizado porque se mide la tasa de cambio de la señal de medición, y la frecuencia de muestreo está adaptada al valor así medido de tal modo que se usa una frecuencia de muestreo alta en el caso de una tasa de cambio alta y una frecuencia de muestreo baja en caso de una baja tasa de cambio, en donde se selecciona la segunda frecuencia de muestreo cuando durante la puesta en práctica de la primera frecuencia de muestreo la medida de caudal medida en un periodo de tiempo dado cambie más de un valor predeterminado, y seleccionándose la primera frecuencia de muestreo cuando durante la puesta en práctica de la segunda frecuencia de muestreo la medida de caudal medida en un periodo de tiempo dado cambie menos de un valor predeterminado.
- 50

12. Método como el reivindicado en la reivindicación 11, caracterizado porque tanto la frecuencia de muestreo como la frecuencia del cálculo se adaptan en función de la tasa de cambio medida.
13. Método como el reivindicado en la reivindicación 11, caracterizado porque la frecuencia de cálculo es constante.
- 5 14. Método como el reivindicado en las reivindicaciones 11, 12 o 13, caracterizado por una adaptación de la frecuencia de muestreo en diferentes etapas para los márgenes predeterminados de tasa de cambio de una señal de medición de caudal.
- 15 15. Método como el reivindicado en las reivindicaciones 11 o 12, caracterizado por una adaptación de la frecuencia de muestreo y del cálculo de caudal en diferentes etapas para los márgenes predeterminados de tasa de cambio de una señal de medición de caudal.
- 10 16. Método como el reivindicado en las reivindicaciones 11, 12 o 13, caracterizado por una adaptación de la frecuencia de muestro proporcional a la tasa de cambio, donde son tomadas una o más muestras por ciclo de cálculo, siendo esencialmente utilizada la media de dichas muestras como entrada para el cálculo del caudal.
- 15 17. Método como el reivindicado en la reivindicación 11, caracterizado por una adaptación de la frecuencia de muestro a la tasa de cambio en una pluralidad de diferente de etapas, donde son tomadas una o más muestras por ciclo de cálculo, siendo esencialmente utilizada la media de dichas muestras como entrada para el cálculo del caudal.
18. Método como el reivindicado en la reivindicación 11, caracterizado por que el número de etapas diferentes mencionado es al menos dos.
- 20 19. Método como el reivindicado en la reivindicación 11, caracterizado por una duplicación de la frecuencia de muestreo por encima de una tasa de cambio predeterminada, de tal manera que son tomadas cuatro muestras en vez de dos por ciclo de cálculo, siendo esencialmente utilizada la media de dichas muestras como entrada para el cálculo del caudal.
- 20 20. Método como el reivindicado en las reivindicaciones 11 a 19, caracterizado por la utilización de un algoritmo para el cálculo de una señal de medición de caudal, donde dicho algoritmo está asociado a un filtro paso bajo, donde los parámetros de dicho filtro paso bajo están adaptados de acuerdo con la frecuencia de muestreo.

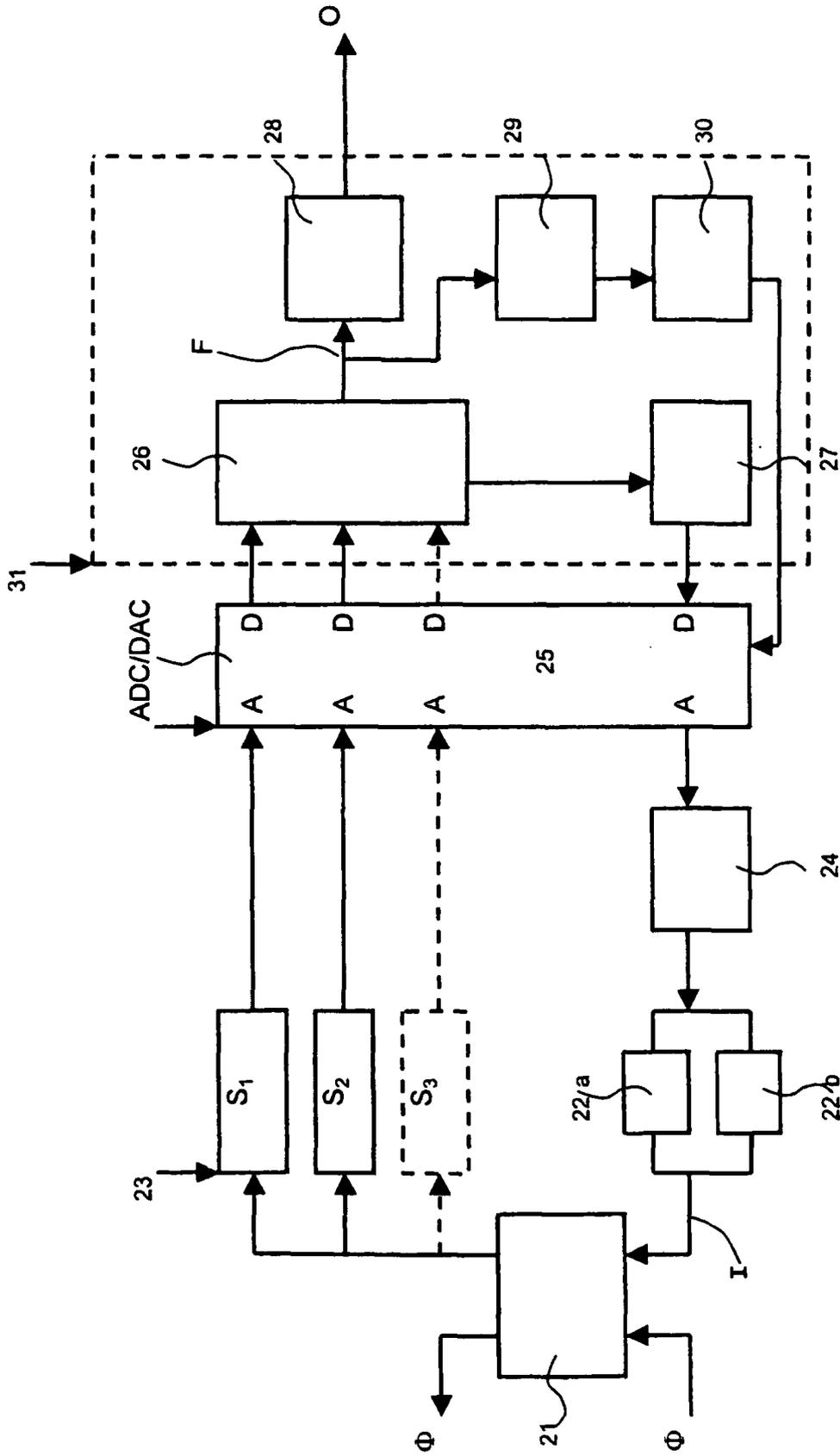


FIG. 2

ES 2 391 125 T3

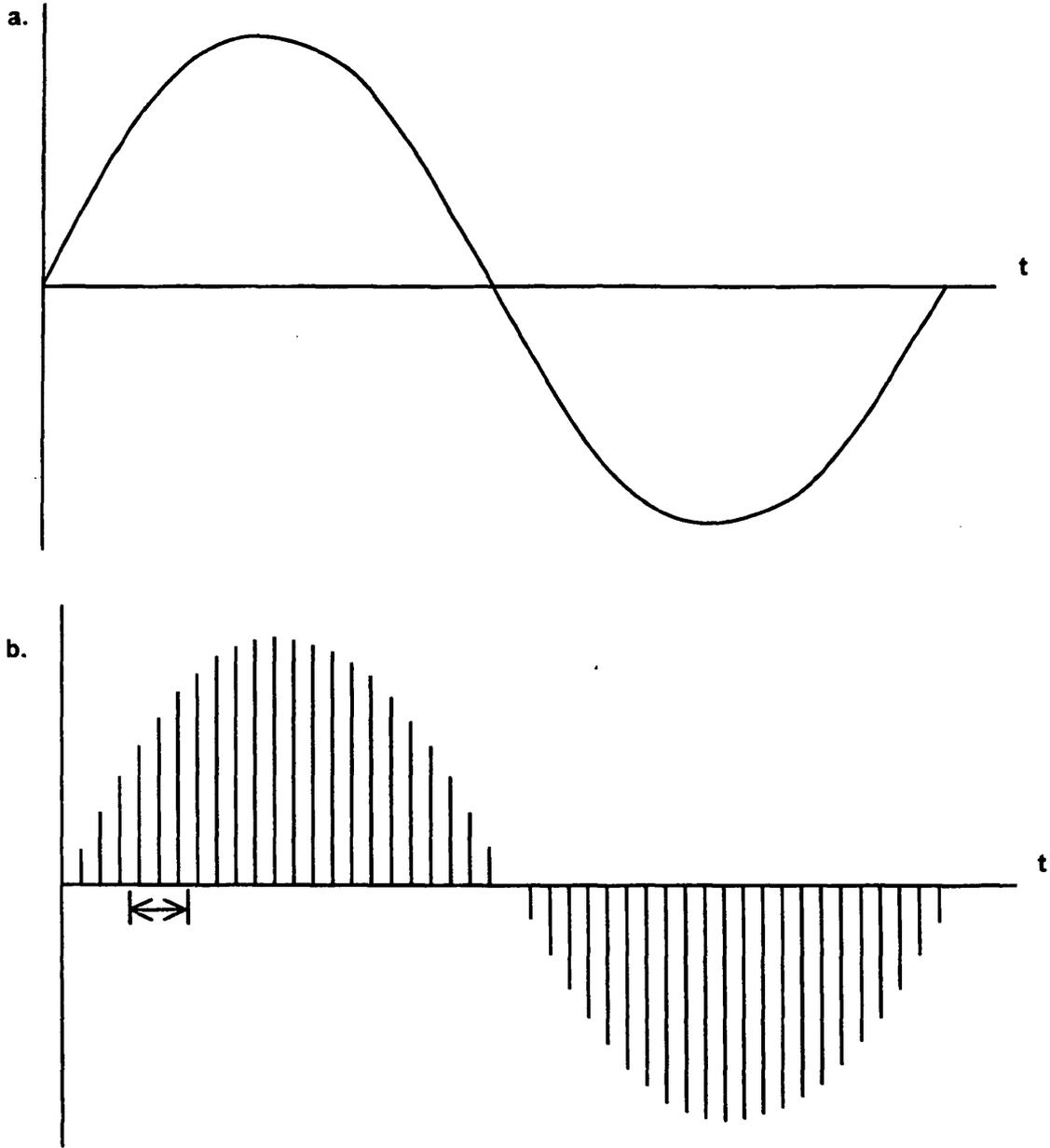


FIG. 3

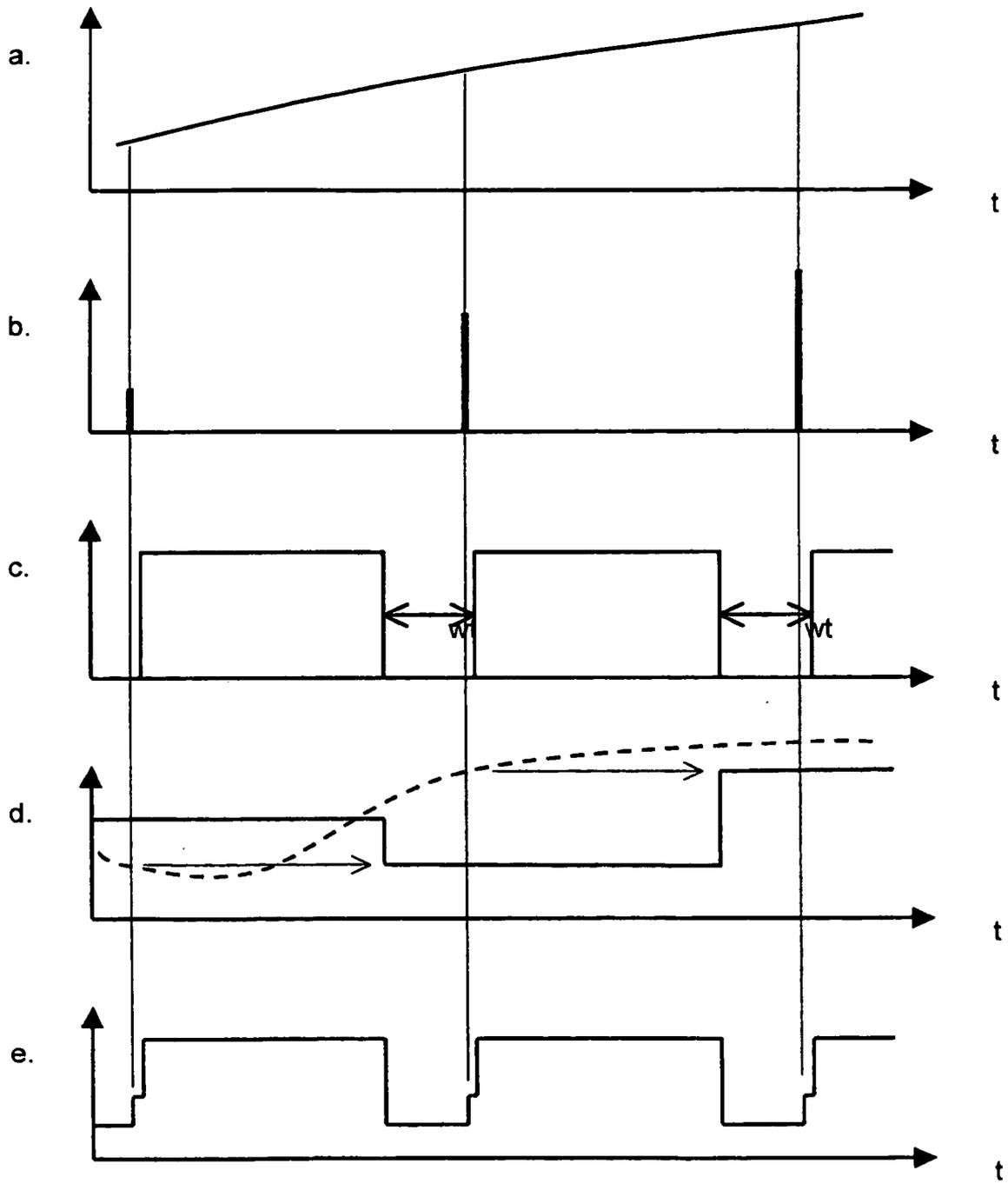


FIG. 4

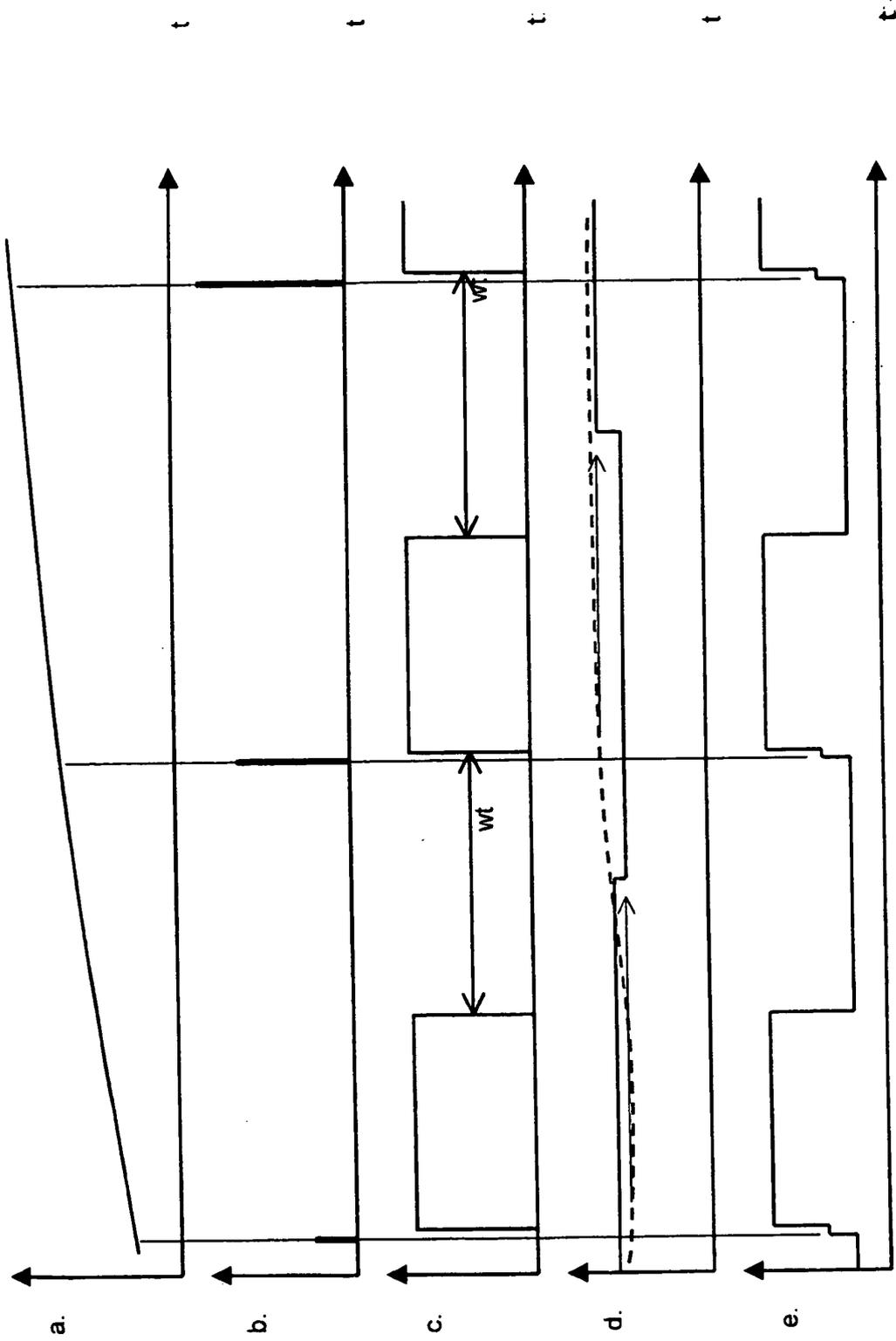


FIG. 5

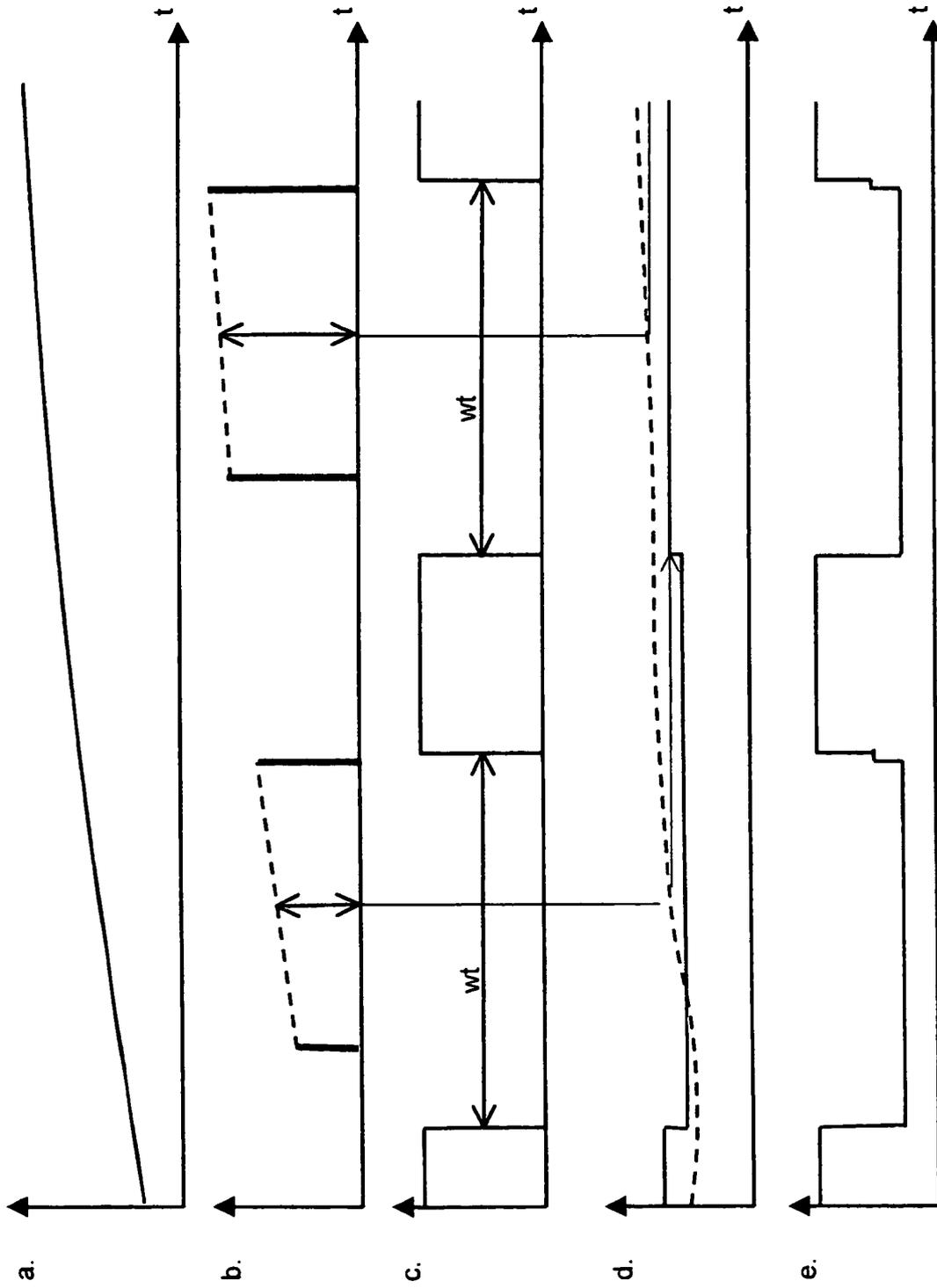


FIG. 6

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

5 La lista de referencias citada por el solicitante lo es solamente para utilidad del lector, no formando parte de los documentos de patente europeos. Aún cuando las referencias han sido cuidadosamente recopiladas, no pueden excluirse errores u omisiones y la OEP rechaza toda responsabilidad a este respecto.

Documentos de patente citados en la descripción

- EP 1719983 A [0002]
- EP 1191310 A2 [0025] [0026]
- US 20030126932 A [0024]
- EP 0898152 A1 [0026]
- US 20030014198 A1 [0024]

10