

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 786 398**

51 Int. Cl.:

**A61M 5/142** (2006.01)

**A61M 5/168** (2006.01)

**G01R 33/00** (2006.01)

**G01R 33/07** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.07.2015 PCT/US2015/041873**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.02.2017 WO17018974**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.07.2015 E 15899777 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.02.2020 EP 3325044**

54 Título: **Sistema de detección de presión magnética para una bomba de infusión**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**09.10.2020**

73 Titular/es:

**ZEVEX, INC. (100.0%)  
4314 Zevex Park Lane  
Salt Lake City, UT 84123, US**

72 Inventor/es:

**JURETICH, JEFFERY, T.;  
ELWOOD, MICHAEL, K. y  
SZCZOTKA, DANIEL**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

ES 2 786 398 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 detección de presión magnética para una bomba de infusión

**5 Campo de la invención**

La presente invención se refiere en general a bombas de infusión para el suministro controlado de alimentos líquidos y medicamentos a los pacientes. Más específicamente, La presente invención se refiere a un sistema magnético para medir la presión del fluido dentro de un tubo de un conjunto de administración conectado a una bomba de infusión.

**Antecedentes de la invención**

Las bombas de infusión programables se utilizan para llevar a cabo un suministro controlado de alimentos líquidos para alimentación enteral y medicamentos para diversos fines, por ejemplo gestión del dolor. En una disposición común, una bomba de infusión recibe un conjunto de administración desechable que comprende un estuche recibido de manera extraíble por la bomba y un tubo flexible conectado al estuche para proporcionar una ruta de suministro de fluido a través de la bomba.

El conjunto de administración puede incluir un segmento de bombeo de tubo que se envuelve alrededor de un mecanismo de rotor de la bomba, y el estuche puede incluir un par de conectores de tubo a los que están conectados los extremos opuestos del segmento de tubo. El mecanismo de rotor puede tener rodillos de estricción o dedos que deforman el segmento de tubo a medida que el rotor gira para impulsar progresivamente el fluido a través del tubo de manera peristáltica. El estuche puede tener otro par de conectores de tubo para conectar un tubo de entrada que transporta fluido desde una fuente de fluido y un tubo de salida que conduce a un paciente. Como resultado, se proporciona una ruta de flujo desde el tubo de entrada, a través del segmento de tubo, al tubo de salida.

Las bombas de infusión del tipo descrito anteriormente pueden incluir uno o más sensores de presión dispuestos para medir la presión del fluido dentro del tubo del conjunto de administración. La detección de presión es una característica de seguridad importante porque una variación inesperada en la presión del fluido puede indicar una condición insegura, como una oclusión dentro del tubo que bloquea el suministro de alimentos o medicamentos al paciente. En una disposición común, una bomba puede tener un sensor de presión corriente arriba situado corriente arriba del mecanismo de bombeo (por ejemplo, el rotor peristáltico) y un sensor de presión corriente abajo situado corriente abajo del mecanismo de bombeo. Si se produce una oclusión en un lugar corriente arriba del sensor de presión, se crea una condición de vacío y provoca la contracción del tubo en la ubicación del sensor. En cambio, si ocurre una oclusión en un lugar corriente abajo del sensor de presión, la presión del fluido se acumula y causa la expansión del tubo en la ubicación del sensor. Se conocen varios tipos de sensores de presión para medir la presión mediante la detección de la contracción y expansión del tubo utilizando varias tecnologías de transductor, incluyendo transductores ópticos, magnéticos, ultrasónicos y de células de carga.

En relación específica con los sensores de presión magnética, se sabe que se proporciona un imán dispuesto para moverse en respuesta a la contracción y expansión del tubo, y un sensor de efecto Hall correspondiente dispuesto para generar una señal de tensión de salida proporcional a la intensidad del campo magnético del imán. A medida que el imán se acerca al sensor de efecto Hall, la señal de tensión aumenta y, a medida que el imán se aleja del sensor de efecto Hall, la señal de tensión disminuye. Los sensores de presión magnética del tipo descrito anteriormente son económicos de fabricar e incorporar a una bomba de infusión. Sin embargo, tales sensores magnéticos son susceptibles de imprecisión cuando la bomba está en proximidad cercana de un campo magnético ambiental no relacionado con el campo magnético previsto del imán del sensor de presión. Por ejemplo, si la bomba de infusión se transporta discretamente en la mochila o cartera del usuario, puede estar en proximidad cercana de un juguete magnético o un cierre de monedero magnético. También existe la posibilidad de que la bomba se use cerca de una fuente de campo magnético ambiental en un hospital o en un entorno hogareño. Las mediciones inexactas pueden dar lugar a falsas alarmas de oclusión que son perjudiciales para el protocolo de infusión del paciente y el personal médico. Las mediciones de presión inexactas también pueden dar como resultado una alarma de oclusión omitida cuando una oclusión está realmente presente, una situación que puede tener serias consecuencias de seguridad para el paciente.

Lo que se necesita es un sistema de sensor de presión magnética para una bomba de infusión que tenga en cuenta la posibilidad de un campo magnético ambiental no previsto que puede influir en las mediciones de presión.

El documento US4758228 (A) se refiere a una bomba de infusión médica que incluye una carcasa, un conjunto de bomba, un conjunto de sensor de burbujas, un conjunto de sensor de presión y un conjunto de control de flujo. El documento US4936760 (A) se refiere a una bomba de infusión no peristáltica que incluye un módulo de bomba de infusión que tiene una cámara de luz flexible alargada definida por paredes amplias, de cámara superior e inferior ligeramente redondeadas, unidas a lo largo de las esquinas laterales afiladas y que tienen mangos exteriores agarrables y una máquina para sostener el módulo por los mangos entre conjuntos de mordazas recíprocas que se

dilatan ligeramente y comprimen ligeramente las paredes del módulo en combinación con miembros de válvula en forma de C para desarrollar la acción de bombeo.

**Sumario de la invención**

5 La presente invención está definida por las reivindicaciones independientes adjuntas.

10 Una bomba de infusión que puede funcionar para bombear fluido a través de un tubo conectado a la bomba de infusión y que tiene uno o más sensores de presión magnética para detectar oclusiones de tubo está provista de al menos un sensor de efecto Hall secundario dispuesto para detectar un campo magnético ambiental que influye en las mediciones de presión para que pueda tomarse una acción correctiva para mitigar los efectos del campo magnético ambiental.

15 La bomba de infusión comprende al menos un sensor de presión para medir la presión del fluido dentro del tubo, en donde el sensor de presión incluye un imán dispuesto para moverse en respuesta a la contracción y la expansión radiales del tubo y un sensor de efecto Hall primario correspondiente que mide la intensidad del campo magnético, y que comprende además al menos un sensor de efecto Hall secundario dispuesto para detectar un campo magnético ambiental en la proximidad de la bomba de infusión capaz de detectarse por el sensor de efecto Hall primario.

20 En una realización específica, una bomba de infusión que tiene un sensor de presión magnética corriente arriba y un sensor de presión magnética corriente abajo está provista de un par de sensores de efecto Hall secundarios correspondientes situados cerca de los sensores de presión corriente arriba y corriente abajo, respectivamente.

**Breve descripción de los dibujos**

25 La naturaleza y modo de operación de la presente invención se describirán ahora más completamente en la descripción detallada que sigue de la invención tomada junto con las figuras de los dibujos adjuntos, en los que:

30 la figura 1 es una vista en perspectiva de una bomba de infusión formada de acuerdo con una realización de la presente invención, en donde se muestra un conjunto de administración instalado en la bomba;

la figura 2 es una vista en perspectiva en sección transversal de la bomba de infusión mostrada en la figura 1, en donde se omite una puerta de la bomba y el plano en sección transversal se extiende transversalmente a través de sensores de presión corriente arriba y corriente abajo de la bomba;

35 la figura 3 es una vista en perspectiva ampliada en sección transversal de los sensores de presión corriente arriba y corriente abajo de la bomba y una tarjeta de circuito impreso asociada con la misma;

la figura 4 es una vista en sección transversal detallada a través de un sensor de presión corriente abajo de la bomba, en donde el plano en sección transversal se extiende longitudinalmente a través del sensor de presión corriente abajo;

40 la figura 5 es un diagrama de bloques esquemático que muestra los circuitos electrónicos asociados con un sistema de detección de presión de la bomba de infusión que se muestra en las figuras 1 y 2; y

la figura 6 es un diagrama de flujo que ilustra un método de acuerdo con otra realización de la presente invención.

**Descripción detallada de la invención**

45 La figura 1 muestra una bomba de infusión 10 que tiene una puerta 11 conectada a la bomba 10 por una bisagra 13 en un lado de la puerta y un pestillo liberable 15 en el otro lado de la puerta. Un conjunto de administración 12 se recibe de forma desmontable en la bomba 10. El conjunto de administración 12 incluye un estuche 14 que tiene un conector de entrada 16, un conector de segmento de bombeo corriente arriba 18 en comunicación de flujo con el conector de entrada 16, un conector de segmento de bombeo corriente abajo 20, y un conector de flujo de salida 22 en comunicación de flujo con el conector de segmento de bombeo corriente abajo 20. El conjunto de administración 12 puede incluir además un tubo de entrada 24 que tiene un extremo acoplado al conector de entrada 16 y un extremo opuesto (no mostrado) conectado a una fuente de fluido, y un tubo de salida 26 que tiene un extremo conectado al conector de salida 22 y un extremo opuesto (no mostrado) conectado a un paciente. Por último, el conjunto de administración 14 puede incluir además un segmento de bombeo de tubo 28 que tiene un extremo acoplado al conector de segmento de bombeo corriente arriba 18 y un extremo opuesto acoplado al conector de segmento de bombeo corriente abajo 20.

60 En la realización ilustrada, la bomba 10 es una bomba peristáltica giratoria que tiene un rotor accionado por motor 30 que actúa como mecanismo de bombeo, en donde el segmento de bombeo 28 está envuelto alrededor del rotor 30 y está acoplado por rodillos espaciados angularmente en el rotor 30 a medida que el rotor gira para proporcionar una acción de bombeo peristáltico que fuerza el líquido a través del tubo del conjunto de administración 12. Como se puede entender por referencia a la figura 1, cuando el rotor 30 gira en sentido antihorario, el líquido se mueve desde el tubo de entrada 24 a través del conector de entrada 16 y el conector de segmento de bombeo corriente arriba 18 al segmento de bombeo 28, y luego desde el segmento de bombeo 28 a través del conector de segmento de bombeo corriente abajo 20 y el conector de salida 22 al tubo de salida 26. Aunque la presente invención se describe

en el contexto de una bomba peristáltica giratoria que tiene un mecanismo de bombeo de rotor, la invención no se limita a este tipo de bomba de infusión.

5 Como se observa mejor en las figuras 2-4, la bomba de infusión 10 comprende un sensor de presión corriente arriba 32 y un sensor de presión corriente abajo 34. El sensor de presión corriente arriba 32 está dispuesto corriente arriba del mecanismo de bombeo (por ejemplo, el rotor 30) para medir la presión del fluido dentro del segmento de bombeo del tubo 28 en una ubicación entre el conector de segmento de bombeo corriente arriba 18 y el rotor 30. El sensor de presión corriente abajo 34 está dispuesto corriente abajo del rotor 30 para medir la presión del fluido dentro del segmento de tubo 28 en una ubicación entre el rotor 30 y el conector de segmento de bombeo corriente abajo 20. Los sensores de presión 32 y 34 son sensores de presión magnética y pueden tener una construcción similar ilustrada en detalle en las figuras 3 y 4. Cada sensor de presión 32, 34 puede incluir un imán permanente 36 que tiene un campo magnético previsto y un sensor de efecto Hall primario 38, en donde el imán 36 está dispuesto para moverse en relación con el sensor de efecto Hall primario 38 en respuesta a la contracción y la expansión radiales del segmento de tubo 28. Por ejemplo, el imán 36 puede estar desviado por resorte para mantener una conexión receptiva con una superficie de pared exterior del segmento de tubo 28 de modo que cuando el segmento de tubo 28 se contrae radialmente, el imán 36 se mueve hacia arriba en las figuras 3 y 4 lejos del sensor de efecto Hall primario 38, y a medida que el segmento de tubo 28 se expande radialmente, el imán 36 se mueve hacia abajo en las figuras 3 y 4 hacia el sensor de efecto Hall primario 38. Tal y como se observa en la figura 4, el imán 36 puede estar soportado por un miembro de resorte en voladizo 40 para proporcionar la desviación mencionada. Los expertos en la materia reconocerán que pueden usarse otras configuraciones para desviar el imán 36, por ejemplo, una configuración de resorte helicoidal y émbolo, sin apartarse de la presente invención.

25 Como se puede entender, el sensor de efecto Hall primario 38 genera una señal de tensión de salida proporcional a la intensidad del campo magnético que detecta. Cuando no hay campos magnéticos ambientales presentes y detectables por el sensor de efecto Hall primario 38, tal que el sensor de efecto Hall primario 38 solo detecte el campo magnético previsto asociado con el imán 36, la señal de salida primaria generada por el sensor de efecto Hall primario 38 representa la presión del fluido en el segmento de tubo 28.

30 De conformidad con la presente invención, la bomba de infusión 10 puede comprender un sensor de efecto Hall secundario 42 asociado con el sensor de presión corriente arriba 32 y otro sensor de efecto Hall secundario 44 asociado con el sensor de presión corriente abajo 34. El sensor de efecto Hall secundario 42 está dispuesto cerca del sensor de efecto Hall primario 38 del sensor de presión corriente arriba 32 para detectar campos magnéticos ambientales en las proximidades de la bomba de infusión 10 capaces de ser detectados por dicho sensor de efecto Hall primario 38. El sensor de efecto Hall secundario 42 genera una señal de tensión de salida secundaria proporcional a la intensidad del campo magnético que detecta. El sensor de efecto Hall secundario 42 tiene un valor de señal de salida nominal que corresponde al equilibrio de presión entre el interior y el exterior del segmento de tubo 28 y se provoca únicamente por la detección del sensor del campo magnético previsto del imán 36 (es decir, no se detectan campos magnéticos ambientales). La señal de salida generada por el sensor de efecto Hall secundario 42 también puede tener un intervalo de fluctuación conocido sobre el valor nominal correspondiente a los límites de desplazamiento del imán 36 en ausencia de campos magnéticos ambientales. El valor de la señal de salida nominal y el intervalo de fluctuación pueden determinarse durante la calibración de la bomba de infusión 10 y almacenarse en la memoria. De manera similar, también se puede determinar un valor de señal de salida nominal y un intervalo de fluctuación para el sensor de efecto Hall primario 38. Según la información de calibración, un comportamiento esperado de la señal de salida secundaria en ausencia de campos magnéticos ambientales puede determinarse y almacenarse en la memoria de la bomba como referencia. Por lo tanto, comparando un valor muestreado de la señal de salida secundaria del sensor de efecto Hall 42 con su valor esperado, puede detectarse la presencia de un campo magnético ambiental que influye en la señal de salida primaria del sensor de efecto Hall 38 en el sensor de presión corriente arriba 32. De manera similar, el otro sensor de efecto Hall secundario 44 asociado con el sensor de presión corriente abajo 34 proporciona una señal de salida que sirve como base para determinar la presencia de un campo magnético ambiental que influye en la señal de salida primaria del sensor de efecto Hall 38 en el sensor de presión corriente abajo 34.

55 En una realización de la invención, los dos sensores de efecto Hall primarios 38, 38 y los dos sensores de efecto Hall secundarios 42, 44 pueden estar dispuestos en la misma tarjeta de circuito impreso 50. La figura 3 ilustra una posible disposición de ubicación de los diversos sensores de efecto Hall. Como se puede ver, el sensor de presión corriente arriba 32 está en el lado de la bomba 10 cerca de la bisagra de la puerta 13, y el sensor de efecto Hall primario 38 asociado está montado en un lado superior de la PCB 50 directamente debajo del imán 36 del sensor de presión corriente arriba 32. El sensor de efecto Hall secundario 42 correspondiente puede montarse en la PCB 50 más cerca de la bisagra 13 para detectar campos ambientales que se originan fuera de la carcasa de la bomba. Como se muestra en la realización ilustrada, el sensor de efecto Hall secundario 42 puede montarse en un lado inferior de la PCB 50 adyacente a un borde lateral de la PCB más cercano a la bisagra 13. El sensor de presión corriente abajo 34 está en el lado opuesto de la bomba 10 cerca del pestillo de la puerta 15. Por lo tanto, se puede usar una disposición de montaje de imagen especular del sensor de efecto Hall primario 38 del sensor de presión corriente abajo 34 y el sensor de efecto Hall secundario 44 correspondiente en la PCB 50 como se muestra en la figura 3.

La figura 5 es un diagrama de bloques esquemático que muestra los circuitos electrónicos asociados con un sistema de detección de presión que incorpora la presente invención. La electrónica de procesamiento de señal 60 puede incluir circuitos de conversión de analógico a digital para convertir las señales de tensión analógicas generadas por los sensores de efecto Hall primarios 38, 38 y los sensores de efecto Hall secundarios 42, 44 en forma digital. La electrónica de procesamiento de señal 60 puede incluir además un microprocesador programado que ejecuta instrucciones almacenadas, lo que hace que el microprocesador compare las señales de salida digitalizadas de los sensores de efecto Hall secundarios 42, 44 con los valores de señal esperados almacenados en la memoria 62 durante la calibración de la bomba, y tome una o más acciones correctivas según si la comparación indica la presencia de un campo magnético ambiental. A este respecto, se hace referencia a la figura 6 para una ilustración general de la lógica de programación que puede ejecutarse mediante la electrónica de procesamiento de señal 60. En la etapa 70, se muestrean las señales de salida secundarias de los sensores de efecto Hall secundarios 42 y 44. En la etapa 72, los valores de señal secundaria muestreados se comparan con los valores de señal esperados. El bloque de decisión 74 ramifica el flujo en función de si una desviación del valor de la señal muestreada al valor de la señal esperada indica que hay un campo magnético ambiental. Si no, el flujo vuelve a la etapa 70. Si se encuentra un campo magnético ambiental en el bloque de decisión 74, el flujo continúa a la etapa 76, por el cual se toman una o más acciones correctivas. Las acciones correctivas pueden ser etapas programadas ejecutadas por la electrónica de procesamiento de señal 60, o etapas tomadas por un operador de bomba.

Una posible acción correctiva es ajustar un cálculo de la presión del fluido en función de la señal de salida secundaria. Por ejemplo, si el sensor de efecto Hall secundario 44 asociado con el sensor de presión corriente abajo 34 detecta un campo magnético ambiental, la señal de salida primaria generada por el sensor de efecto Hall primario 38 correspondiente del sensor de presión corriente abajo 34 puede ajustarse para compensar el campo magnético ambiental detectado. Dicho de otro modo, la señal de salida primaria puede ajustarse a un valor corregido que refleje únicamente la contribución del imán 36 y elimine la influencia del campo magnético ambiental. De esta manera, la presión correlacionada con la señal de salida primaria reflejará con precisión la presión del fluido en el segmento de tubo 28 que se está midiendo.

Otra posible acción correctiva es activar una alarma de campo ambiental 64 para indicar la presencia del campo magnético ambiental a un operador de bomba. El operador de bomba puede entonces tomar medidas correctivas adicionales retirando la bomba de infusión del campo magnético ambiental determinando la fuente del campo magnético ambiental y alejando la bomba de la fuente o alejando la fuente de la bomba.

Como la bomba 10 ya incluye una alarma de oclusión 66 activada cuando cualquiera de los sensores de presión 32, 34 detecta una oclusión, la misma alarma 66 puede activarse cuando se detecta un campo magnético ambiental, pero de una manera diferente comunicando al operador que hay un campo magnético ambiental en lugar de una oclusión.

Si bien la invención se ha descrito en relación con realizaciones a modo de ejemplo, la descripción detallada no pretende limitar el alcance de la invención a las formas particulares expuestas. La invención está destinada a cubrir tales alternativas, modificaciones y equivalentes de la realización descrita que pueden incluirse dentro del alcance de la invención.

**REIVINDICACIONES**

1. Una bomba de infusión (10) que puede funcionar para bombear fluido a través de un tubo (28) conectado a la bomba de infusión, en donde la bomba de infusión comprende:  
 5 al menos un sensor de presión (32, 34) para medir la presión del fluido dentro del tubo,
- en donde el sensor de presión incluye un imán (36) que tiene un campo magnético previsto y un sensor de efecto Hall primario (38), en donde el imán está dispuesto para moverse en relación con el sensor de efecto Hall primario en respuesta a la contracción y la expansión radiales del tubo y el sensor de efecto Hall primario genera  
 10 una señal de salida primaria proporcional a la intensidad del campo magnético detectada de ese modo, representando la señal de salida primaria la presión del fluido en el tubo cuando el sensor de efecto Hall primario detecta únicamente el campo magnético previsto;
- al menos un sensor de efecto Hall secundario (42, 44) dispuesto para detectar un campo magnético ambiental en las proximidades de la bomba de infusión capaz de ser detectado por el sensor de efecto Hall primario, en donde  
 15 el sensor de efecto Hall secundario genera una señal de salida secundaria proporcional a la intensidad del campo magnético detectada de ese modo; y una memoria (62) que almacena un valor de señal de salida esperado y un intervalo de fluctuación de señal de salida esperado del al menos un sensor de efecto Hall secundario generado en respuesta al campo magnético previsto del imán y en ausencia del campo magnético ambiental, en donde el valor de señal de salida esperado corresponde a una posición del imán en equilibrio de  
 20 presión entre un interior y un exterior del tubo y el intervalo de fluctuación de señal de salida esperada representa los límites de recorrido del imán asociados a la contracción radial y a la expansión del tubo;
- por lo que la presencia del campo magnético ambiental se determina en función de la comparación (72) de la señal de salida secundaria con el valor de señal de salida esperado.
- 25 2. La bomba de infusión de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además un mecanismo de bombeo (30) para hacer que el tubo provoque el flujo de fluido en una dirección de flujo a través del tubo, en donde el al menos un sensor de presión comprende un sensor de presión corriente arriba (32) situado corriente arriba del mecanismo de bombeo y un sensor de presión corriente abajo (34) situado corriente abajo del mecanismo de bombeo.
- 30 3. La bomba de infusión de acuerdo con la reivindicación 2, en donde el al menos un sensor de efecto Hall secundario comprende un sensor de efecto Hall secundario corriente arriba asociado al sensor de presión corriente arriba y un sensor de efecto Hall secundario corriente abajo asociado al sensor de presión corriente abajo.
4. La bomba de infusión de acuerdo con la reivindicación 3, que comprende además una tarjeta de circuito impreso  
 35 (50), en donde el sensor de efecto Hall primario del sensor de presión corriente arriba, el sensor de efecto Hall primario del sensor de presión corriente abajo, el sensor de efecto Hall secundario corriente arriba y el sensor de efecto Hall secundario corriente abajo están montados en la tarjeta de circuito impreso.
5. La bomba de infusión de acuerdo con la reivindicación 4, en donde la tarjeta de circuito impreso tiene primeros y  
 40 segundos lados opuestos, el sensor de efecto Hall primario del sensor de presión corriente arriba y el sensor de efecto Hall primario del sensor de presión corriente abajo están montados en el primer lado de la tarjeta de circuito impreso, y el sensor de efecto Hall secundario corriente arriba y el sensor de efecto Hall secundario corriente abajo están montados en el segundo lado de la tarjeta de circuito impreso.
- 45 6. Un método para mejorar la seguridad en una bomba de infusión (10) que tiene un sensor de presión (32, 34) para medir la presión del fluido dentro del tubo (28), en donde el sensor de presión incluye un imán (36) que tiene un campo magnético previsto y un sensor de efecto Hall primario (38), en donde el imán está dispuesto para moverse en relación con el sensor de efecto Hall primario en respuesta a la contracción y la expansión radiales del tubo y el  
 50 sensor de efecto Hall primario genera una señal de salida primaria proporcional a la intensidad del campo magnético detectada de ese modo, representando la señal de salida primaria la presión del fluido en el tubo cuando el sensor de efecto Hall primario detecta únicamente el campo magnético previsto, comprendiendo el método las etapas de:
- A) proporcionar un sensor de efecto Hall secundario (42, 44) para detectar campos magnéticos ambientales capaces de ser detectados por el sensor de efecto Hall primario, en donde el sensor de efecto Hall secundario genera una señal de salida secundaria proporcional a la intensidad del campo magnético detectada de ese modo;  
 55 B) calibrar la bomba de infusión para detectar un valor de señal de salida esperado y un intervalo de fluctuación de señal de salida esperada del sensor de efecto Hall secundario generado en respuesta al campo magnético previsto del imán y en ausencia de campos magnéticos ambientales, en donde el valor de señal de salida esperado corresponde a una posición del imán en equilibrio de presión entre un interior y un exterior del tubo y el  
 60 intervalo de fluctuación de señal de salida esperada representa los límites de recorrido del imán asociados a la contracción y la expansión radiales del tubo;
- C) almacenar el valor de señal de salida esperado y el intervalo de fluctuación de señal de salida esperada del sensor de efecto Hall secundario en una memoria (62);  
 65 D) evaluar (72, 74) la señal de salida secundaria con respecto al valor de señal de salida esperado para determinar si la señal de salida primaria está influenciada o no por un campo magnético ambiental; y

E) tomar (76) una acción correctiva en respuesta a la determinación.

7. El método de acuerdo con la reivindicación 6, en donde la acción correctiva incluye ajustar un cálculo de la presión del fluido basado en la señal de salida secundaria.

5 8. El método de acuerdo con la reivindicación 6, en donde la acción correctiva incluye activar una alarma para indicar la presencia del campo magnético ambiental.

10 9. El método de acuerdo con la reivindicación 6, en donde la acción correctiva incluye retirar la bomba de infusión del campo magnético ambiental.

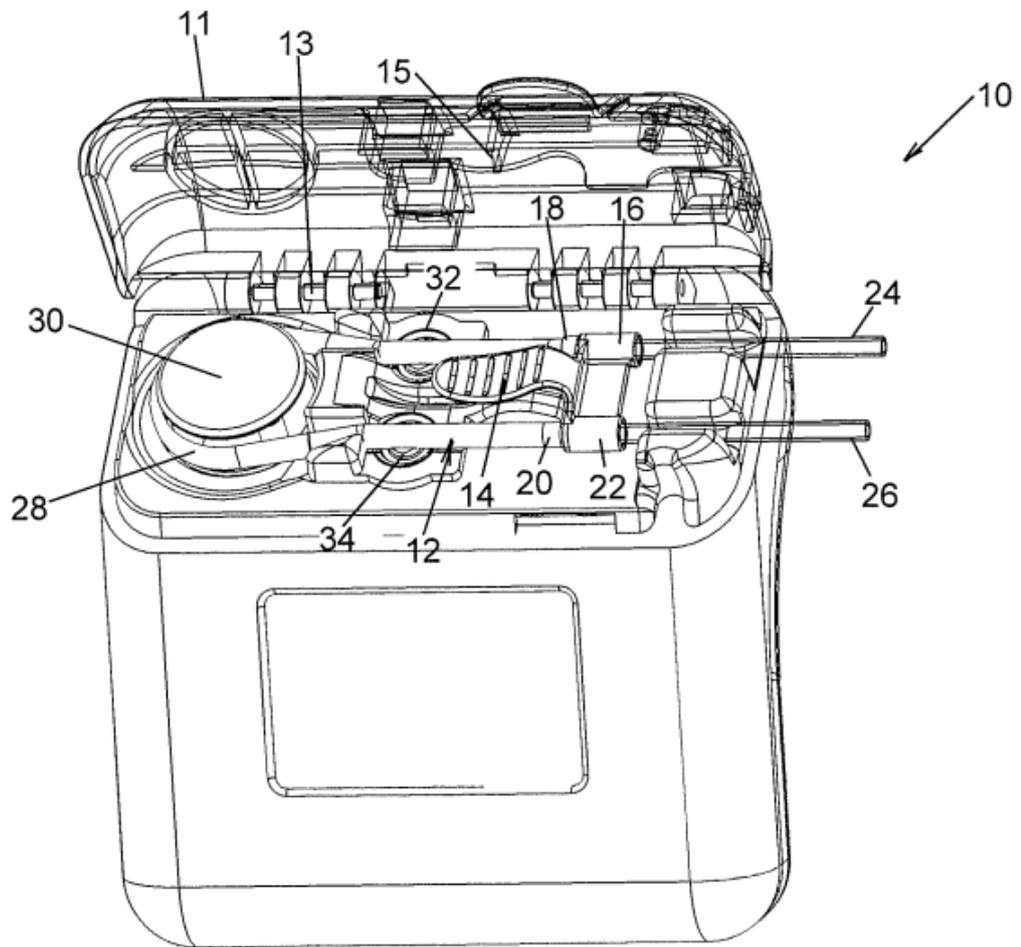
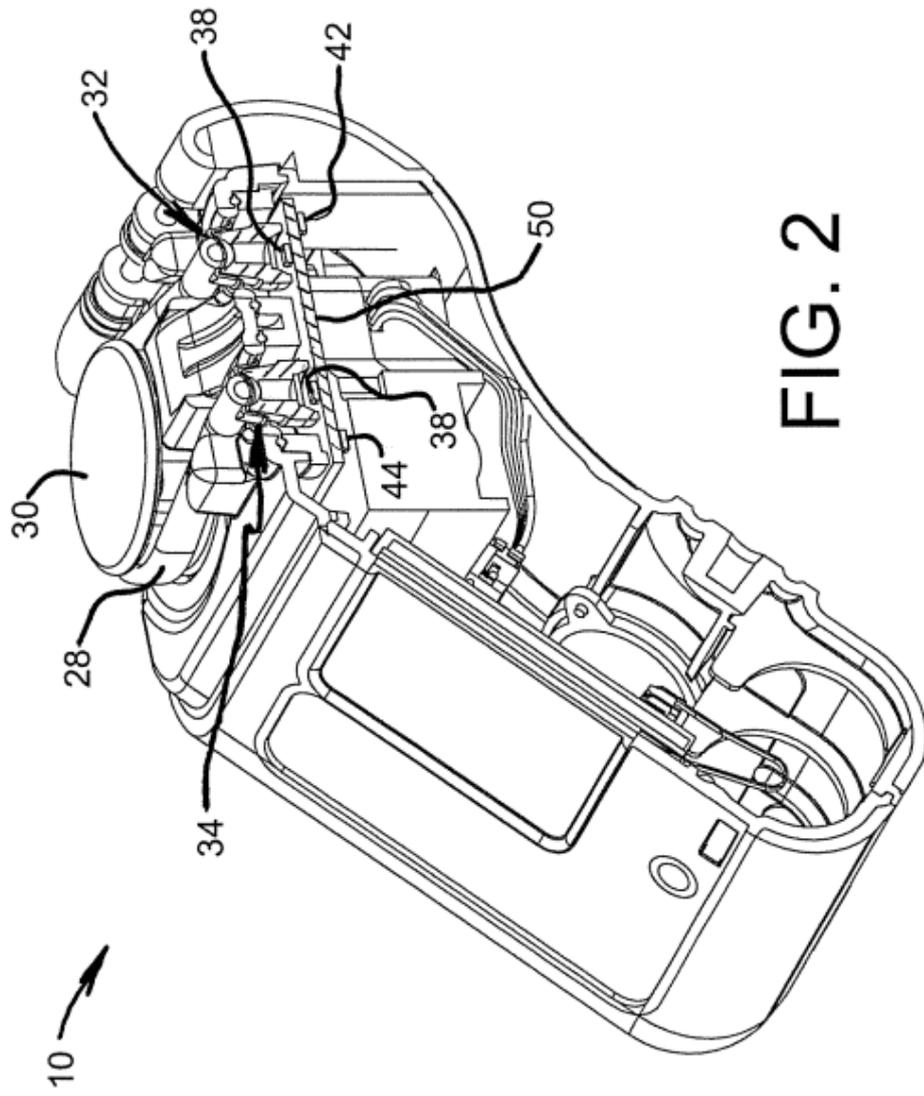


FIG. 1



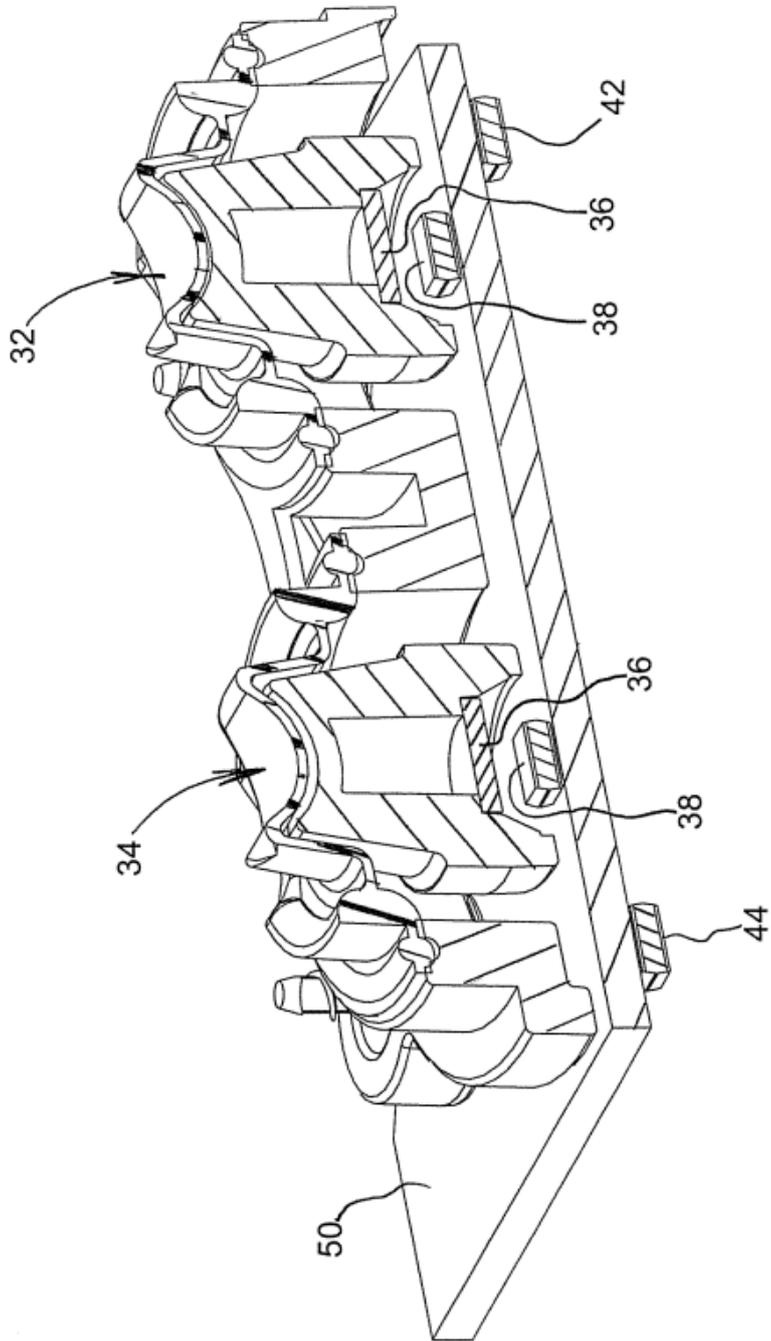


FIG. 3

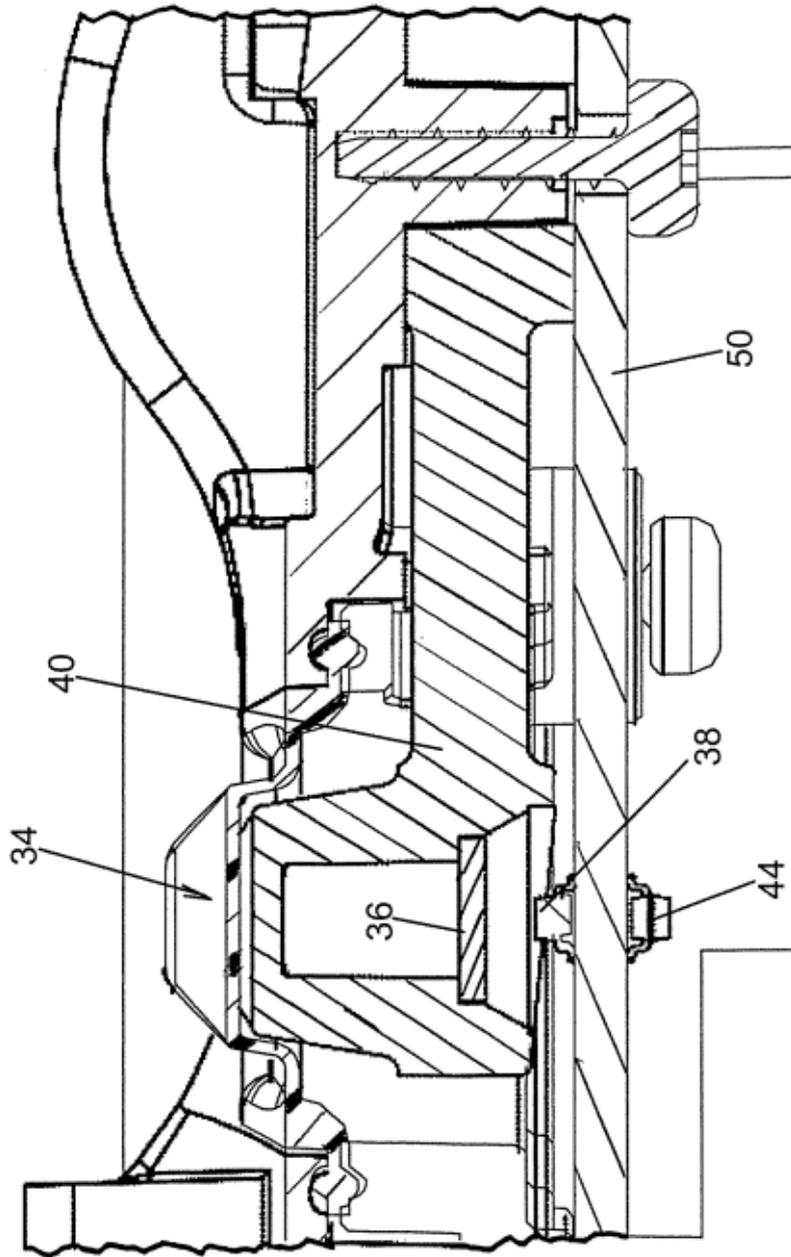


FIG. 4

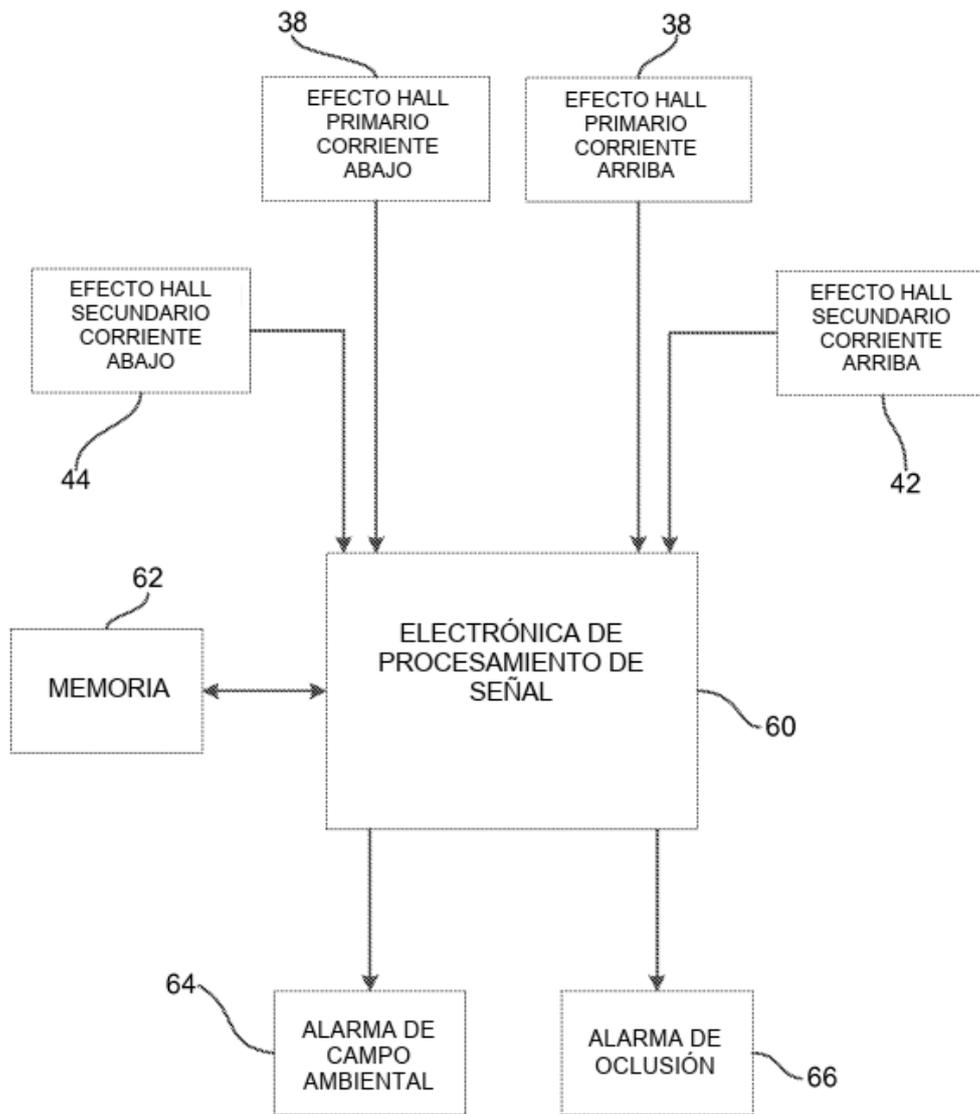


FIG. 5

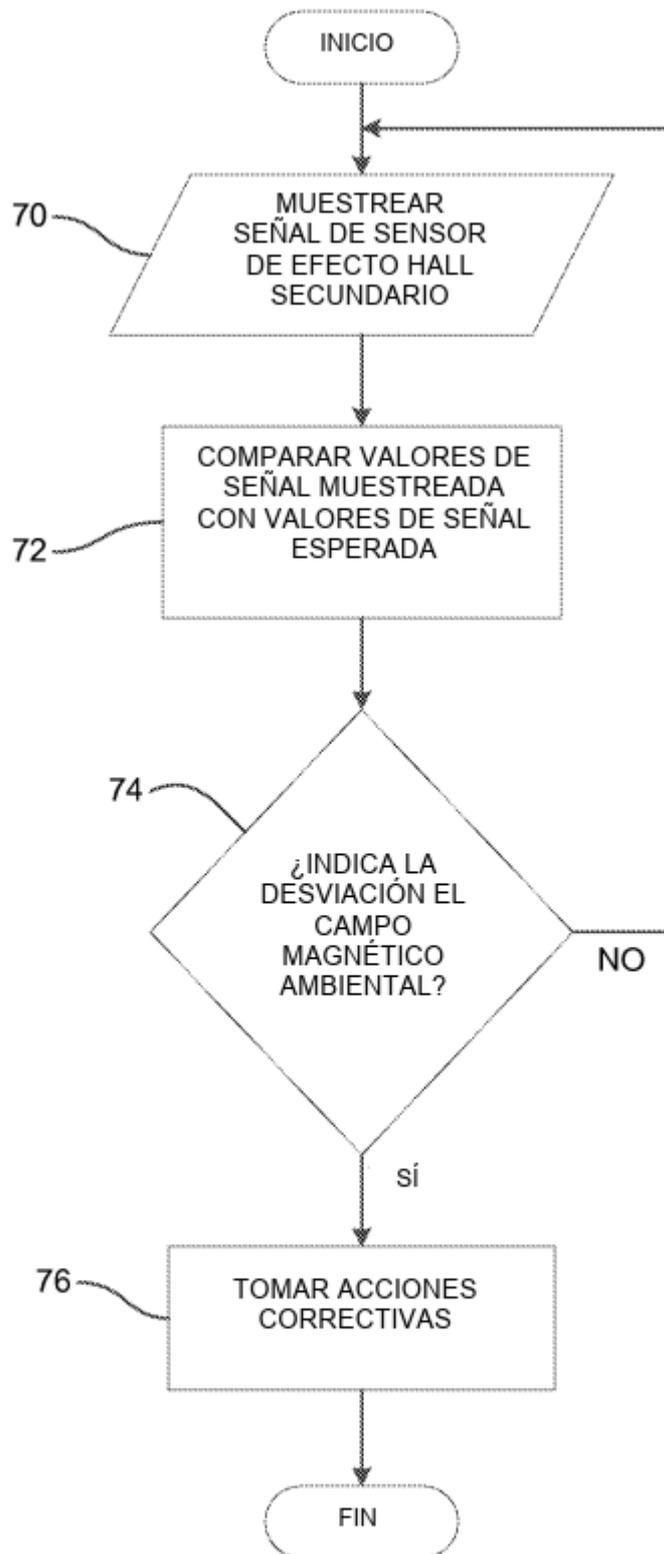


FIG. 6