

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 657 831**

51 Int. Cl.:

G01N 9/12 (2006.01)

G01N 9/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.08.2013** **E 13180246 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.11.2017** **EP 2698620**

54 Título: **Dispositivo de medición de densidad de suspensión magnética para su uso en entornos hostiles y método de funcionamiento relacionado**

30 Prioridad:

14.08.2012 IT TO20120728

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

07.03.2018

73 Titular/es:

FAROTTO, CARLO (100.0%)
Via Ingham, 11
San Maurizio (Conzano) , IT

72 Inventor/es:

FAROTTO, CARLO

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 657 831 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

Dispositivo de medición de densidad de suspensión magnética para su uso en entornos hostiles y método de funcionamiento relacionado

5 La presente invención se refiere a un dispositivo de medición de densidad de suspensión magnética para su uso en entornos hostiles y un método de funcionamiento relacionado; en particular, la siguiente discusión hará referencia explícita, sin ninguna pérdida de generalidad, al uso del dispositivo de medición en un entorno de producción de vino, en el campo de un proceso de producción de vino.

10 En los últimos años, se han hecho avances importantes en gestión y control de producción de vino, presentados como el conjunto de operaciones que contribuyen a la producción de vino mediante fermentación alcohólica de una mezcla líquido sólido inicial, mosto o uvas prensadas.

15 Por ejemplo, se han concebido tanques de producción de vino con sistemas automáticos de control de remontado y temperatura, con la posibilidad de calentamiento o enfriamiento, controlados con la ayuda de unidades de procesamiento que adquieren datos que provienen de diversos sensores dispuestos en los tanques, que pueden detectar, por ejemplo, la densidad del mosto, el flujo de masa del dióxido de carbono (CO₂) generado, la temperatura del mosto, etc. Estos sistemas permiten al usuario monitorizar el proceso de fermentación y ajustar manualmente los parámetros de producción de vino (que incluyen un aumento y/o caída en la temperatura, la adición de nutrientes, el funcionamiento de bombas y actuadores de mezclado mecánico para el mosto, etc.).

20 En particular, en la solicitud de patente WO 2011/058585, se ha propuesto un sistema de producción de vino automatizado que prevé procesar, por medio de una red neural entrenada adecuadamente, una colección de datos históricos con respecto a procesos de producción de vino anteriores, almacenados metódica y sistemáticamente en una base de datos, con el fin de obtener, por medio de un proceso de recolección de datos, un modelo de producción de vino óptimo, optimizado para las características y condiciones peculiares del proceso de producción de vino que va a llevarse a cabo. El sistema también prevé la gestión y control del proceso de producción de vino durante su ejecución basándose en el modelo optimizado desarrollado anteriormente, usando una unidad de inteligencia artificial adecuada, en particular una que implementa algoritmos de lógica difusa, que puede implementar operaciones de ajuste y aprendizaje por sí misma que se refieren al modelo optimizado con el fin de prevenir/evitar/intentar resolver posibles anomalías de las cinéticas de fermentación, tanto automáticamente como emitiendo alarmas y órdenes de trabajo a operarios. El mismo sistema prevé ampliar la base de datos mencionada anteriormente en el final de cada proceso de producción de vino usando la información recogida durante la ejecución del mismo proceso de producción de vino y cualquier otra información considerada útil (aunque se recoja más tarde), de manera que aumente el contenido de la base de datos de manera continua y por consiguiente optimice los modelos de producción de vino, que se desarrollarán posteriormente comenzando a partir de esta base de datos, siendo cada vez más precisa y fiable.

35 El sistema de producción de vino automatizado mencionado anteriormente también basa parte de su funcionamiento, en particular con respecto al control del proceso de producción de vino como una función del modelo optimizado desarrollado, en los datos recogidos en el campo por sensores adecuados, que incluyen un sensor de densidad de mezcla de fermentación.

40 Un problema que afecta a este sistema y, en general, a disoluciones para automatizar el proceso de producción de vino que prevé control en tiempo real de las condiciones de mezcla de fermentación, está sin duda conectado a las condiciones hostiles que aparecen en el interior de los tanques de producción de vino durante el transcurso de la fermentación.

45 Es bien conocido que el material de partida que va a procesarse (uvas prensadas) es una mezcla fluida compuesta por muchos componentes químicos de origen tanto vegetal (azúcares, ácidos, sales orgánicas, etc.) como químico (pesticidas y fertilizantes), en los que partes sólidas (de tamaño muy variable, que oscila desde motas de polvo hasta partes de algunos milímetros de tamaño) se encuentran en suspensión, con propiedades adhesivas (debido a los azúcares) y viscosidad altamente variable, que pueden alcanzar valores muy altos (hasta tener una consistencia gelatinosa). En general, se conoce que esta mezcla puede dar lugar a depósitos debido al crecimiento de cristales de sales, así como al crecimiento de masas orgánicas (colonias bacterianas y de moho).

50 Con respecto a esto, "Control of alcoholic fermentation in winemaking: Current situation and prospect", de Sablayrolles, J. M., Investigación alimentaria internacional, 2009, a pesar de que señala las ventajas ofrecidas en principio por el control en tiempo real del proceso de fermentación mediante el uso de sensores adecuados (incluyendo, en particular, un sensor de densidad para el control de la velocidad o curva de fermentación), destaca el hecho de que la tecnología disponible en el campo de los sensores se encuentra generalmente que es incompatible con el entorno de producción de vino.

55 En particular, se conocen sensores de densidad que aprovechan la flotabilidad que actúa sobre un elemento flotante móvil para detectar la densidad del fluido en el que el elemento flotante está al menos parcialmente inmerso. Por ejemplo, la solicitud de patente FR-A1-2 563 339 da a conocer un densímetro de suspensión magnética en el que el elemento flotante se sumerge parcialmente en un líquido para el que se desea medir la densidad y se mantiene

- adecuadamente en suspensión por la acción de un electroimán y un bucle de control de posición. El documento US5900547 da a conocer un densímetro adicional que usa un elemento flotante. El documento US3631727 muestra otro ejemplo de densímetro. Sin embargo, sensores de densidad que usan sensores de presión o que aprovechan la flotabilidad que actúa sobre un elemento flotante móvil (incluyendo densímetros de suspensión magnética), o aún se basan en reflectometría, están fuertemente perturbados por el tipo de líquido que va a medirse; la medición pasa a ser sustancialmente no fiable si se dejan en contacto con el líquido que va a medirse durante largos periodos de tiempo (días o semanas), tal como se requiere en cambio para aplicaciones de monitorización de procesos de fermentación en tiempo real.
- Por ejemplo, "Industrial instrumentation and control", de S. K. Singh, McGraw Hill, 2008, página 253, considera los densímetros de suspensión magnética inadecuados para funcionar en fluidos sucios y que forman depósitos.
- Por tanto, definitivamente se siente la necesidad, especialmente en el sector de producción de vino, de instrumentos de medición mejor adecuados a los entornos hostiles en los que se usan, de manera que permitan implementación efectiva de los métodos deseados de proceso de automatización.
- El objetivo de la presente invención es resolver al menos parcialmente los problemas indicados anteriormente y satisfacer la necesidad presentada anteriormente, y, en particular, proporcionar un dispositivo de medición de densidad que tenga mayor insensibilidad a entornos de funcionamiento hostiles y por tanto que permita, por ejemplo, implementar un sistema de control automatizado preciso y fiable para el proceso de fermentación en el interior de un tanque de producción de vino.
- Según la presente invención, se proporcionan un dispositivo de medición de densidad y un método de funcionamiento asociado, tal como se define en las reivindicaciones adjuntas.
- Para un mejor entendimiento de la presente invención, algunas realizaciones preferidas se describirán a continuación, estrictamente a modo de ejemplo no limitativo y con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:
- la figura 1 muestra una representación esquemática de un dispositivo de medición de densidad de suspensión magnética, según una realización de la presente invención, en un primer estado de funcionamiento;
 - la figura 2 muestra una representación esquemática del dispositivo de medición de densidad de la figura 1, en un segundo estado de funcionamiento;
 - la figura 3 muestra una representación esquemática del dispositivo de medición de densidad de la figura 1, en un tercer estado de funcionamiento;
 - las figuras 4 y 5 muestran diagramas de flujo con respecto a un método de funcionamiento del dispositivo de medición de densidad en la figura 1; y
 - la figura 6 es un diagrama de bloques de un sistema de producción de vino automatizado que usa el dispositivo de medición de densidad de la figura 1.
- La presente invención se origina a partir de investigación en profundidad llevada a cabo por el solicitante con respecto a las condiciones hostiles que aparecen en el interior de un tanque de producción de vino durante el proceso de fermentación alcohólica de la mezcla líquido sólido inicial, el mosto o las uvas prensadas.
- En particular, el solicitante ha identificado un problema aún sin documentar relacionado con el uso de un dispositivo de medición de densidad de suspensión magnética en las condiciones hostiles mencionadas anteriormente en el interior del tanque de producción de vino.
- Durante la fase de fermentación, la mezcla en el interior del tanque pasa a ser una disolución sobresaturada con gas de CO₂ (producido por la fermentación), dando lugar a una disolución líquido-gas de dos fases y la generación consecuente de una cantidad considerable de burbujas de gas suspendidas en el líquido. En el caso de usar un dispositivo de medición de densidad de suspensión magnética, que, tal como se conoce, se basa en la aplicación del principio de Arquímedes a un cuerpo flotante inmerso en el fluido para el que se desea determinar la densidad, estas burbujas se adhieren al cuerpo flotante por adhesión superficial, produciendo un cambio en la fuerza que actúa sobre las mismas, aumentando el volumen y por consiguiente, la magnitud de la flotabilidad a la que se somete el cuerpo. Por tanto, un error sistemático se provoca en el valor de densidad detectado por el dispositivo de medición, el tamaño del cual pasa a ser más grande cuanto más tiempo permanece el cuerpo flotante inmerso en el líquido sobresaturado con gas (dado que la acumulación de burbujas de gas continua creciendo), hasta que las mediciones realizadas de manera efectiva pasan a ser inútiles.
- Con referencia a las figuras 1 y 2, un dispositivo de medición de densidad del tipo de suspensión magnética, indicado en general por la referencia numérica 1 y que se pretende que resuelva los problemas discutidos anteriormente se describirán a continuación. En la figura 1, el dispositivo de medición de densidad 1 se muestra en un estado de no funcionamiento (denominado "vacío"), mientras que en la figura 2, el dispositivo de medición de densidad 1 se muestra en un estado de funcionamiento de medición, inmerso en un fluido 2 sometido a prueba para

el que se requiere una medición de densidad, por ejemplo, uvas prensadas en el interior de un tanque de fermentación (no mostrado en el presente documento).

El dispositivo de medición de densidad 1 comprende un alojamiento de medición 4, que tiene, por ejemplo, una forma cilíndrica alargada, preferiblemente de tamaño miniaturizado, por ejemplo con un diámetro de menos de 49 mm, para permitir su inserción en el interior del tanque de fermentación, por ejemplo, a través de una válvula de bolas con un diámetro de entrada efectivo de 49 mm (que corresponde a una válvula con el nombre DIN/MACON/GAROLLA 50/60, usada habitualmente en el sector de fermentación de alcohol). El alojamiento de medición 4 por tanto, puede insertarse en el tanque de fermentación y retirarse del mismo para servicios de mantenimiento sin planificar y rutinarios y para la conservación en el final del ciclo de fermentación, en una ubicación adecuada para preservar la fiabilidad (sumergiéndolo en una disolución desinfectante, desincrustante e inerte).

El dispositivo de medición de densidad 1 tiene, en el interior del alojamiento de medición 4, por ejemplo en su mitad inferior (con respecto a una posición de medición normal), una cámara de medición 5 diseñada para llenarse con el fluido 2 y que aloja internamente un elemento flotante 6.

El alojamiento de medición 4 tiene un eje de simetría A, dispuesto, en la posición de medición, paralelo a un eje vertical z.

En particular, la cámara de medición 5 está definida lateralmente por partes de pared 5a y 5b, que también definen una parte de la pared lateral del alojamiento de medición 4, conformada como una rejilla, o una reja, de manera que el fluido 2 puede pasar a través de la misma cuando el dispositivo de medición 1 está al menos parcialmente inmerso en el fluido 2, es decir en un estado de funcionamiento de medición. Las mismas partes de pared 5a y 5b también contienen lateralmente el elemento flotante 6 en el interior de la cámara de medición 5 cuando el dispositivo de medición de densidad 1 no está inmerso en el fluido 2, es decir en el estado de no funcionamiento (en el que, tal como se muestra en la figura 1, el elemento flotante 6 se apoya sobre una parte de base 4a del alojamiento de medición 4, con el dispositivo de medición de densidad 1 en la posición vertical). La cámara de medición 5 también está delimitada en la parte inferior (con respecto al eje vertical z) por la misma parte de base 4a del alojamiento de medición 4.

El elemento flotante 6 incluye internamente dos imanes permanentes 10, 11, con campos magnéticos opuestos que, debido a sus posiciones físicamente opuestas, reducen la fuerza del campo magnético global del elemento flotante de manera que lo hace menos sensible a la acción de campos magnéticos externos, que podrían perturbar la medición. Por ejemplo, el elemento flotante 6 está formado por un cuerpo internamente hueco genéricamente paralelepípedo, y los imanes permanentes 10 y 11 se conectan a paredes internamente opuestas de este cuerpo hueco, de manera que se orientan unos con respecto a otros.

El dispositivo de medición de densidad 1 comprende un solenoide de suspensión 12, alojado en la parte de base 4a del alojamiento de medición 4, en el eje de simetría A, de manera que genera, cuando se alimenta eléctricamente, un campo magnético en el interior de la cámara de medición 5, que puede interactuar con el par de imanes permanentes 10 y 11 del elemento flotante 6. Tal como se describe en detalle a continuación en el presente documento, durante la fase de medición, el solenoide de suspensión 12, cuando se controla adecuadamente, permite mantener el elemento flotante 6 suspendido a una distancia de referencia predeterminada concreta d de la parte de base 4a del alojamiento de medición 4 (medida a lo largo de la dirección vertical z), variando adecuadamente la fuerza del campo magnético generado.

El dispositivo de medición de densidad 1 comprende además, alojado de nuevo en la parte de base 4a, cerca del solenoide de suspensión 12 y en el eje de simetría A, un dispositivo de medición de posición 14, en particular un dispositivo de medición de efecto Hall (de un tipo conocido, no descrito en detalle en el presente documento), que permite, en el estado de funcionamiento de medición, la lectura indirecta de la distancia del elemento flotante 6 suspendido en el fluido 2 de la parte de base 4a, midiendo la intensidad del campo magnético debido a la interacción con el elemento flotante 6.

Según un aspecto particular de la presente invención, una cámara de limpieza 15 se obtiene en una parte superior 4b del alojamiento de medición 4, dispuesta en el lado opuesto de la parte de base 4a con respecto a la cámara de medición 5 a lo largo del eje vertical z, de modo que se orienta hacia la cámara de medición 5. Por ejemplo, la parte superior 4b del alojamiento de medición tiene una forma de U invertida en sección y la cámara de limpieza 15 define una cavidad obtenida en esta parte superior 4b, delimitada lateralmente y en la parte superior por el alojamiento de medición 4 y en comunicación fluidica directa con la cámara de medición 5. Un conducto tubular 16 pasa a través de la parte superior 4b del alojamiento de medición 4, y tiene un primer extremo 16a en comunicación con la cámara de limpieza 15 y un segundo extremo 16b conectado a un dispositivo de inyección de gas 18 (mostrado esquemáticamente y, por ejemplo, que incluye una vela porosa para suministrar oxígeno). Tal como se describe en detalle a continuación en el presente documento, el dispositivo de inyección de gas 18 se controla de manera que llena el interior de la cámara de limpieza 15 con un gas, por ejemplo oxígeno (O_2) en la fase de gas, que proviene de un depósito externo al tanque de producción de vino (no mostrado), particularmente cuando la fermentación no está en progreso; en cambio, cuando la fermentación está en progreso, la cámara de limpieza 15 se alimenta independientemente con CO_2 que proviene del proceso de fermentación (el CO_2 , producido en la forma de burbujas

pequeñas por la fermentación del mosto, un fenómeno en la producción de vino conocido también como *perlage*, permanece atrapada en la cámara de limpieza 15, así como el eje de simetría A se mantiene paralelo al eje vertical z, perpendicular al suelo).

El dispositivo de medición de densidad 1 comprende además, alojado en la parte superior 4b del alojamiento de medición 4, cerca de y por encima de la cámara de limpieza 15 y en el eje de simetría A, un solenoide de retorno 20, tal como para generar, cuando se alimenta eléctricamente, un campo magnético que puede interactuar con el par de imanes permanentes 10 y 11 del elemento flotante 6. Tal como se describe en detalle a continuación en el presente documento, el solenoide de retorno 20, cuando se controla adecuadamente, permite atraer el elemento flotante 6, y en particular garantizar que el elemento flotante 6 emerja del fluido 2 en la cámara de medición 5 y entre en la cámara de limpieza 15.

En particular, tal como se muestra en la figura 3, en el estado de funcionamiento de limpieza, el elemento flotante 6 está alojado completamente en la cámara de limpieza 15, disponiéndose en contacto con la superficie superior de la cámara de limpieza 15.

El solenoide de suspensión 12, el elemento flotante 6 y el solenoide de retorno 20 también se alinean verticalmente a lo largo del eje de simetría A en los estados de funcionamiento de medición (figura 2) y limpieza (figura 3).

En particular, durante el funcionamiento, la colocación de los imanes permanentes 10 y 11 en los extremos inferior y superior del elemento flotante 6 reduce la distancia efectiva desde el solenoide de retorno 20 y el solenoide de suspensión 12, respectivamente, a un mínimo, permitiendo la miniaturización global del dispositivo de medición de densidad 1 (tal como se indicó anteriormente).

El dispositivo de medición de densidad 1 comprende además un circuito de control electrónico 22, mostrado esquemáticamente, dispuesto externamente al alojamiento de medición 4 y el tanque de producción de vino (en el uso a modo de ejemplo en el campo de la producción de vino), y conectado eléctricamente de manera adecuada (por la interposición de accionadores respectivos 24) al solenoide de suspensión 12, el solenoide de retorno 20, el sensor de posición 14 y el dispositivo de inyección de gas 18. En particular, de una manera no mostrada, el circuito de control electrónico 22 comprende una unidad de procesamiento (por ejemplo un microprocesador o un microcontrolador), un elemento de visualización para visualizar las lecturas de datos con respecto al valor de densidad del fluido 2 y una interfaz de usuario.

El funcionamiento del dispositivo de medición de densidad 1 se describirá a continuación, inicialmente con referencia a la figura 4.

En una etapa inicial, indicada por el número de referencia 30, el alojamiento de medición 4 se inserta en el entorno de medición adecuado para almacenar el fluido, 2 cuya densidad se desea medir, por ejemplo en el interior de un tanque de producción de vino. En particular, el alojamiento 4 se inserta manteniendo el eje de simetría A perpendicular al suelo (paralelo al eje vertical z), de manera que preserva una cantidad dada de gas (aire) en el interior de la cámara de limpieza 15, requiriéndose este gas para el funcionamiento inmediato del dispositivo de medición de densidad 1, incluso cuando no hay fermentación y con el dispositivo de inyección de gas 18 fuera de funcionamiento, y de manera que permiten cuando la fermentación está en proceso, tal como ya se mencionó, alimentación por sí misma de la cámara de limpieza 15 con gas de fermentación de CO₂ (en la producción de vino, un fenómeno conocido como *perlage*).

El circuito de control electrónico 22 funciona, alimentando eléctricamente el solenoide de suspensión 12, que tiende a atraer el elemento flotante 6, y lee, por medio del sensor de posición 14, la distancia del elemento flotante 6 de la parte de base 4a del alojamiento 4, etapa 31.

Al insertar el alojamiento 4 con el tanque de fermentación vacío, el elemento flotante 6 (figura 1) es libre de moverse en el interior del alojamiento 4, contenido por las partes de pared 5a y 5b, ejercerse sin fuerza de empuje hacia arriba (debido al principio de Arquímedes), dado que aún no hay fluido presente en el interior de la cámara de medición 5. La lectura del valor de densidad en esta fase no es importante y medir la densidad no es posible, etapa 32, y por tanto, una indicación correspondiente para el usuario (por ejemplo, el mensaje "APAGADO") se visualiza en el elemento de visualización del circuito de control electrónico 22. En particular, esta indicación informa de que la cámara de medición no está inundada, etapa 33.

El llenado posterior del tanque de fermentación con mosto o uvas prensadas, permite la inundación de la cámara de medición 5 con parte del fluido que puede fermentarse 2, etapa 35.

Operaciones de medición sobre la densidad del fluido 2 se llevan a cabo entonces, ya que es posible medir la densidad en esta situación (etapas 31 y 32).

En el estado de medición, el elemento flotante 6, debido al efecto de flotabilidad, tiende a alzarse hacia arriba (es decir, se mueve en sentido contrario a la parte de base 4a), ya que está diseñado para ser más ligero que el fluido 2, pero se soporta a una distancia predeterminada d por el solenoide de suspensión 12 accionado por el circuito de control electrónico 22. En particular, el circuito de control electrónico 22 implementa un bucle de control de

retroalimentación, basado en los valores detectados por el sensor de posición 14, para ajustar la corriente eléctrica que atraviesa el solenoide de suspensión 12 al valor requerido para mantener la distancia del elemento flotante 6 de la parte de base 4a constante.

5 Cuando el elemento flotante está en la posición de medición (posición mostrada en la figura 2), en la distancia predeterminada d de la parte de base 4a (dispuesto sustancialmente en una posición central con respecto a la cámara de medición 5), el valor de la corriente que atraviesa el solenoide de suspensión 12 es proporcional al valor de la densidad del fluido 2 presente en la cámara de medición 5. Este valor de densidad se muestra convenientemente en el elemento de visualización del circuito de control electrónico 22 ubicado en el exterior del tanque de fermentación y almacenado y/o enviado a otros sistemas de procesamiento para operaciones de procesamiento adicionales.

10 En particular, para evitar que se perturben las medidas del dispositivo de medición de posición 14 por el campo magnético generado por el solenoide de suspensión 12 (que se coloca cerca del dispositivo de medición de posición 14 para permitir la miniaturización del dispositivo de medición de densidad 1), el circuito de control electrónico 22 proporciona un procedimiento para cancelar esta interacción magnética. A intervalos regulares, el solenoide de suspensión 12 se desactiva durante un tiempo muy corto (para evitar que el elemento flotante 6 cambie de manera perceptible de posición durante esta microinterrupción de la fuerza que sostiene el mismo). Inmediatamente después de apagar el accionador 24 que controla el solenoide de suspensión 12, hay una breve pausa para esperar a que el flujo magnético se disipe completamente. Cuando el flujo magnético del solenoide de suspensión 12 desaparece completamente, es posible leer la posición del elemento flotante de manera precisa por medio del sensor de posición 14.

15 A medida que la fermentación avanza, debido a los fenómenos de capilaridad y adhesión superficial entre el líquido sobresaturado con gas en fermentación (que forma burbujas pequeñas de gas, denominado *perlage* en la producción de vino) y un cuerpo sólido, hidrófobo debido a la presencia de rugosidad superficial de fabricación (el elemento flotante 6), el elemento flotante 6 pasa a cubrirse con una pluralidad de fermentación burbujas de gas que alteran el volumen y por consiguiente el peso específico aparente, cambiando la lectura de densidad proporcionada por el dispositivo de medición de densidad 1 y haciendo que no sea fiable.

20 Para obviar esto (que debe destacarse, es un problema técnico identificado por el solicitante mediante una investigación en profundidad y no conocida para el técnico promedio en el sector de maquinaria de producción de vino), un aspecto de la presente invención prevé la ejecución, en intervalos de tiempo predeterminados, de un ciclo de limpieza del elemento flotante 6, para retirar las burbujas que se han adherido al mismo por capilaridad y adhesión superficial.

25 En particular, el circuito de control electrónico 22 comprueba si ha pasado un intervalo de tiempo predeterminado desde el último ciclo de limpieza, etapa 36, y, si es así, inicia un nuevo ciclo de limpieza, etapa 38.

30 Tal como se muestra en detalle en la figura 5, en primer lugar de todo este ciclo de limpieza, se interrumpe la acción del solenoide de suspensión 12, etapa 40, y activa el solenoide de retorno 20, etapa 41.

35 De esta manera, el elemento flotante 6 se atrae hacia arriba y entre en la cámara de limpieza 15 llena de gas (posición mostrada en la figura 3), que se mueve hasta que entra en contacto con la pared superior de la cámara de limpieza 15: el impacto y posterior flujo de salida rápido del líquido induce su limpieza por agitación, lo que permite la limpieza del elemento flotante de los depósitos que se depositaron sobre su superficie. Además, estando el elemento flotante en el interior de la cámara de limpieza 15 llena de gas, también queda libre de las burbujas de gas de fermentación que se formaron sobre su superficie debido a la adhesión superficial cuando se sumergió en el fluido en fermentación 2 en la fase de medición.

40 El proceso de la fermentación de la mezcla en el interior del tanque de producción de vino, un entorno notablemente de incrustación, conlleva que se depositen partículas contaminantes y orgánicas sólidas en el elemento flotante 6, destinadas estas también a alterar la lectura correcta de la densidad y provoca también la obstrucción/el atasco de partes móviles del dispositivo de medición de densidad 1. El ciclo de limpieza proporciona ventajosamente retirar estas partículas de obstrucción/atasco también (por medio del mecanismo de limpieza por agitación mencionado anteriormente), restaurando el funcionamiento correcto del dispositivo de medición de densidad 1.

45 En particular, en la etapa 42, el circuito de control electrónico 22 comprueba si ha pasado un periodo predeterminado programado para el ciclo de limpieza; si este no es el caso, el circuito de control electrónico 22 desactiva el solenoide de retorno 20, etapa 44, y, en secuencia, reactiva el solenoide de suspensión 12, etapa 45, de atrayendo esta manera atrae el elemento flotante 6 hacia abajo de nuevo, en el interior de la cámara de medición 5.

50 El proceso vuelve entonces a la etapa 40, invirtiendo el circuito de control electrónico 22 las instrucciones de activación y desactivación para los solenoides de suspensión y de retorno 12 y 20 de nuevo, de manera que atrae el elemento flotante 6 hacia arriba.

55 Estas operaciones se repiten un número de veces (hasta el final del intervalo de tiempo dedicado al ciclo de limpieza), llevando a cabo de esta manera la limpieza del elemento flotante 6 agitando las partículas incrustadas

depositadas sobre su superficie durante el ciclo de medición.

Una vez que el ciclo de limpieza finaliza, el elemento flotante 6 se libera, esta vez de manera permanente, de manera que está inmerso en el líquido de fermentación y atraído por el solenoide de suspensión 12, iniciando de esta manera de nuevo una medición correcta de la densidad para un nuevo ciclo de medición.

- 5 El ciclo de medición y el ciclo de limpieza por tanto se alternan mutuamente, permitiendo que se logre alta precisión de medición para la densidad del líquido de fermentación, para la duración completa del proceso de fermentación.

En cambio, si no fuese posible mantener el elemento flotante 6 en la distancia predeterminada d durante el ciclo de medición, y por tanto, no fuese posible medir la densidad, tal como se comprobó de nuevo en la etapa 32, debe visualizarse el mensaje "SUCIO" en el elemento de visualización asociado con el circuito de control electrónico 22, indicando que, ya que en esta situación la cámara de medición 5 está inundada, tal como se comprobó de nuevo en la etapa 33, la anomalía de sistema se debe a una posible ineficiencia del sistema de limpieza y por tanto, en una primera hipótesis, a una probable fuga de gas en el interior de la cámara de limpieza 15. Posibles caídas en el nivel de llenado de la cámara de limpieza 15 pueden deberse, por ejemplo, a la mala colocación del alojamiento 4 en la etapa de inserción, a la detención de la fermentación o la fuga de gas accidental de la cámara de limpieza 15.

- 15 El circuito de control electrónico 22 controla entonces la inyección de una cantidad de gas en el interior de la cámara de limpieza 15 para resolver la anomalía, antes de ejecutar un ciclo de limpieza posterior, etapa 37.

En el caso en el que el circuito de control electrónico 22 grabe un número determinado (establecido en la fase de diseño) de eventos de "SUCIO" dentro de un periodo predeterminado concreto de tiempo, finalmente se detiene, mostrando un mensaje de "FALLO" en el elemento de visualización y necesita recibir mantenimiento por un ingeniero de soporte técnico especializado.

20 Las ventajas del sensor de densidad y el método de funcionamiento relacionado se aclaran a partir de la siguiente descripción.

En cualquier caso, se destaca de nuevo que la alternancia mencionada anteriormente de la medición y ciclos de limpieza, por medio de instrucciones eléctricas adecuadas dadas por el circuito de control electrónico 22 a los solenoides de suspensión y de retorno 12, 20, permite retirar las burbujas de gas del elemento flotante 6 que se forman sobre su superficie debido a tensión superficial y, al mismo tiempo, evita/elimina cualquier depósito de sustancia de incrustación y/o atasco y/u obstrucción sobre su superficie (debido a la limpieza por agitación).

La medición de densidad proporcionada por el dispositivo de medición de densidad 1 es, por tanto, extremadamente fiable, incluso durante largos periodos de medición, según se requiera, por ejemplo, para la monitorización de mezcla de fermentación en tiempo real continua.

Además, la miniaturización del dispositivo de medición de densidad 1, que se hace posible por su estructura, permite montarlo en una varilla para la inserción extraíble en el entorno de medición, es decir, por ejemplo, un tanque de producción de vino. Esta posibilidad de retirar permite resolver un problema técnico específico en la producción de vinos tintos, que proporciona, cuando la fermentación está completada, el denominado desliado, o en su lugar el descube de la parte líquida del tanque. Durante esta operación, la denominada capa de hollejo, que flota en la superficie en el tanque de producción de vino, desciende, y ya que es delgada y compacta, puede golpear y dañar cualquier parte que sobresale de la pared interna del tanque (como el sensor de densidad si este no se ha retirado de manera oportuna del tanque de antemano). La posibilidad de retirar el dispositivo de medición de densidad 1 por tanto evita que se tenga que proporcionar una estructura protectora (tal como una cubierta, por ejemplo) para la instalación en el interior del tanque de producción de vino.

La aplicación del dispositivo de medición de densidad 1 es, por tanto, sumamente ventajosa en un sistema de control automatizado para el proceso de producción de vino, tal como se muestra esquemáticamente en la figura 6 (y tal como se describe en detalle en la solicitud de patente WO 2011/058585 mencionada anteriormente).

En particular, el sistema de control automatizado, indicado por el número de referencia 50, comprende:

- 45 - un tanque de producción de vino 52, adecuado para contener una masa líquida sólida (el mosto o las uvas prensadas) sometida, durante el proceso de producción de vino, a maceración/fermentación para su transformación en vino, y en particular el fluido 2 para el que se desea medir la densidad (en la superficie del cual puede estar presente una capa sólida, la denominada capa de hollejo, indicada en este caso por el número de referencia 2');
 50 - una pluralidad de sensores, conectada de manera operativa al tanque de producción de vino 52, adecuada para detectar una pluralidad de cantidades relevantes para el proceso de producción de vino y que incluye, entre otros, un sensor de temperatura, un sensor de presión, un sensor de flujo de masa y, en particular, el dispositivo de medición de densidad 1 descrito anteriormente en detalle, en este caso portado por una varilla 54, que se inserta en el interior del tanque de producción de vino 52 a través de una válvula 55, por ejemplo, una válvula de bolas con un diámetro de entrada efectivo de 49 mm;

- 5 - una pluralidad de actuadores, que pueden hacerse funcionar para controlar el procesamiento de la mezcla, que incluyen: un robot de producción de vino automático (o brazo de robot), capaz de llevar a cabo operaciones de pulverización de luz, remontado clásico y agujerear intensamente la capa (o "hundimiento"); un conducto de succión asociado con una bomba para el remontado de la mezcla, con la función de hundir parte de la mezcla de una parte inferior del tanque de producción de vino 52 y transferirla a una parte superior del mismo tanque, de manera que vuelve a mezclarse la mezcla; una bomba dosificadora para nutrientes, antioxidantes y otros aditivos; un difusor poroso para soplar oxígeno (O₂) y una cámara dosificadora asociada; un primer serpentín que proporciona calor y aumenta la temperatura de la mezcla; y un segundo serpentín que proporciona frío y disminuye la temperatura de la mezcla;
- 10 - una unidad de control 56, por ejemplo, del tipo microprocesador, conectada al tanque de producción de vino 52 (por ejemplo, estando dispuesta en el tanque), y conectada de manera operativa tanto a los sensores, especialmente al dispositivo de medición de densidad 1 (que incluye el circuito de control electrónico 22), para recibir señales relacionadas con las cantidades físicas con respecto al proceso de producción de vino por medio de un cable eléctrico 57, como a los actuadores, de manera que acciona estos actuadores, basándose en los datos de
- 15 salida de sensor y el procesamiento adecuado (en particular, ejecutado usando algoritmos de lógica difusa), para implementar acciones de corrección adecuadas en el proceso de producción de vino y/o activar avisos de alarma adecuados; en particular, la unidad de control 56 ejecuta un programa dedicado y un conjunto de instrucciones de software con el fin de comprobar que el proceso de producción de vino sigue un modelo de producción de vino optimizado particular que se ha recibido y almacenado en una memoria asociada de antemano;
- 20 - una unidad de procesamiento local 58, por ejemplo, en la forma de un ordenador portátil (portátil), ordenador de bolsillo o teléfono inteligente, que comunica y realiza el intercambio de datos con la unidad de control 56, de una manera por cable o preferiblemente de una manera inalámbrica (por ejemplo por medio de transmisión por Wi-Fi, Bluetooth o IR) y/o por medio de una conexión Ethernet a una red local (intranet), y, en particular, transmite el modelo de producción de vino optimizado a la unidad de control 56 antes de empezar el proceso de producción de
- 25 vino, y recibe datos de salida de la unidad de control 56 con respecto al proceso de producción de vino, durante la ejecución y en el final del proceso de producción de vino;
- 30 - una unidad de procesamiento central 59, que incluye en particular un servidor de intranet y/o un servidor de internet que puede usarse bajo demanda y soporta SaaS (Software como servicio), equipada con una memoria adecuada para contener una base de datos de producción de vino 60, que almacena datos históricos con respecto a procesos de producción de vino anteriores que van a usarse como datos de referencia para el proceso de producción de vino que va a llevarse a cabo, y permite gestionar esta base de datos de producción de vino 60 y la lógica para extraer modelos de producción de vino optimizados de esta base de datos, mediante un programa y un conjunto de instrucciones de software adecuados (en particular, implementando una red neural); y
- 35 - infraestructuras de comunicaciones adecuadas 61 (que usan tecnología inalámbrica, Wi-Fi, Bluetooth, IR, Ethernet y/o Internet) para permitir el intercambio de datos entre la unidad de control 56 en el tanque, la unidad de procesamiento local 58 y la unidad de procesamiento central 59; en particular, la unidad de procesamiento local 58 accede a la unidad de procesamiento central 59 de manera inalámbrica por medio de un protocolo de internet, o por medio de red intranet por cable o inalámbrica.
- 40 Finalmente, está claro que pueden hacerse modificaciones y variaciones a lo que se ha descrito e ilustrado en el presente documento, sin alejarse del alcance de la presente invención, tal como se define en las reivindicaciones adjuntas.
- 45 En particular, aunque se estudió y optimizó para su uso en el entorno de producción de vino para controlar el proceso de producción de vino, es evidente que el dispositivo de medición de densidad 1 descrito anteriormente puede aplicarse ventajosamente a todos los casos en los que una medición de densidad se requiere en un entorno hostil, en el que, por ejemplo, hay un fluido incrustado, con partículas sólidas en suspensión y/o sobresaturación de gas.
- 50 Además, es evidente que algunos componentes del dispositivo de medición de densidad 1 pueden ser diferentes de aquellos mostrados en la realización a modo de ejemplo descrita anteriormente; por ejemplo: el sensor de posición 14 puede ser un sensor de LVDT o funcionar según principios electrostáticos en lugar del efecto Hall; la disposición de la cámara de limpieza 15 y los solenoides de suspensión y de retorno 12, 20 pueden invertirse con respecto a la cámara de medición 5 a lo largo del eje vertical z (en particular, en el caso en el que el elemento flotante 6 fuese más pesado que el fluido 2, en lugar de ser más ligero que el fluido 2, tal como en el caso ilustrado anteriormente); la fuerza ejercida sobre el elemento flotante 6 debido al principio de Arquímedes puede medirse por medio de un contrapeso, conectado de manera oportuna al elemento flotante 6, en lugar de obtenerse indirectamente a partir del
- 55 valor de la corriente eléctrica suministrada al solenoide de retorno 20 por medio del bucle de control de posición; o el elemento flotante 6 puede mantenerse en suspensión y moverse de una manera diferente con respecto a la actuación de un electroimán.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de medición de densidad (1), que comprende: un alojamiento (4), que tiene un eje de simetría A diseñado para disponerse a lo largo de un eje vertical (z) perpendicular al suelo, y que define internamente, en una primera parte (4a) del mismo, una primera cámara (5), diseñada para contener una disolución líquido-gas de dos fases (2) cuya densidad se desea medir, y que aloja, en un estado de funcionamiento de medición, un elemento flotante (6), diseñado para estar al menos parcialmente inmerso en dicha disolución líquido-gas de dos fases (2); y un circuito electrónico (22), configurado para detectar un valor de dicha densidad como una función de un empuje sustentado por dicho elemento flotante (6) debido al efecto de dicha disolución líquido-gas de dos fases (2),
 5 caracterizado porque dicho alojamiento (4) define además, en una segunda parte (4b) del mismo, opuesta a la primera parte (4a) a lo largo del eje vertical z, una segunda cámara (15), que se orienta hacia, y en comunicación de fluido con, dicha primera cámara (5), alimentándose la segunda cámara durante dicho estado de funcionamiento de medición con gas que proviene de dicha disolución líquido-gas de dos fases; estando dicha segunda cámara (15) diseñada además para alojar dicho elemento flotante (6) en un estado de funcionamiento de limpieza de dicho elemento flotante (6), distinto de dicho estado de funcionamiento de medición, para retirar burbujas de gas y/o partículas sólidas que se han adherido a una superficie externa de dicho elemento flotante (6) durante dicho estado de funcionamiento de medición; en el que dicho elemento flotante (6) porta al menos un primer imán (11) y dicho alojamiento (4) incluye: un primer solenoide (12), que puede hacerse funcionar para interactuar magnéticamente con dicho elemento flotante (6) con el fin de mantener el mismo suspendido dentro de dicha primera cámara (5), durante dicho primer estado de funcionamiento; y un segundo solenoide (20), que puede hacerse funcionar para interactuar magnéticamente con dicho elemento flotante (6) con el fin de atraer el mismo dentro de dicha segunda cámara (15), durante dicho estado de funcionamiento de limpieza, de manera que se retiran burbujas de gas y/o partículas sólidas que se han adherido a dicho elemento flotante (6) durante dicho estado de funcionamiento de medición durante dicho estado de funcionamiento de limpieza en la segunda cámara (15), debido a la introducción del elemento flotante (6) en el interior de la segunda cámara (15) y el impacto de dicho elemento flotante (6) contra una pared superior de dicha segunda cámara (15), alimentando de ese modo dicha segunda cámara (15) con una cantidad adicional de gas.
 10
 15
 20
 25
2. Dispositivo de medición según la reivindicación 1, que comprende además un sensor de posición (14), que puede hacerse funcionar para detectar una posición de dicho elemento flotante (6) con respecto a una parte de base (4a) de dicho alojamiento (4) que delimita dicha primera cámara (5); en el que dicho circuito electrónico (22) está configurado para implementar un bucle de control de retroalimentación para mantener dicho elemento flotante (6) a una distancia predeterminada (d) de dicha parte de base (4a).
 30
3. Dispositivo de medición según la reivindicación 2, en el que dicho sensor de posición (14) es del tipo efecto Hall y está dispuesto en las proximidades de dicho primer solenoide (12).
 35
4. Dispositivo de medición según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho elemento flotante (6) porta un segundo imán (10), dispuesto con su campo magnético opuesto al de dicho primer imán (11).
5. Dispositivo de medición según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho circuito electrónico (22) está acoplado eléctricamente a dichos solenoides primero (12) y segundo (20) y está configurado para controlar el encendido, o el apagado, de dichos solenoides primero (12) y segundo (20); en el que dicho circuito electrónico (22) está configurado para controlar el encendido de dicho primer solenoide (12) y el apagado de dicho segundo solenoide (20) durante dicho primer estado de funcionamiento; y para controlar el apagado de dicho primer solenoide (12) y el encendido de dicho segundo solenoide (20) durante dicho segundo estado de funcionamiento.
 40
 45
6. Dispositivo de medición según la reivindicación 5, en el que dicho circuito electrónico (22) está configurado para controlar repetidamente el encendido y apagado alternante de dichos solenoides primero (12) y segundo (20) durante dicho segundo estado de funcionamiento, de modo que produce un movimiento alternante de dicho elemento flotante (6) entre dichas cámaras primera (5) y segunda (15).
7. Dispositivo de medición según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho alojamiento (4) está diseñado para estar al menos parcialmente inmerso en un entorno de medición que contiene dicha disolución líquido-gas de dos fases (2); y en el que dicha primera cámara (5) está definida lateralmente por partes de pared (5a y 5b) de dicho alojamiento (4), estando dichas partes de pared (5a y 5b) formadas como una rejilla de manera que dicha disolución líquido-gas de dos fases (2) pasa a través de las mismas, cuando dicho alojamiento (4) está al menos parcialmente inmerso en dicho entorno de medición.
 50
 55
8. Dispositivo de medición según la reivindicación 7, en el que dicho alojamiento (4) tiene un tamaño miniaturizado y está configurado para la inserción extraíble en dicho entorno de medición.

9. Dispositivo de medición según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además un dispositivo de inyección de gas (18) que incluye un conducto (16) que atraviesa una parte (4b) de dicho alojamiento (4) y está en conexión fluidica con dicha segunda cámara (15) para la introducción de gas hacia dicha segunda cámara (15).
- 5 10. Sistema de producción de vino automatizado (50), configurado para controlar la ejecución de un proceso de producción de vino para la fermentación alcohólica de mosto obtenido a partir de una serie de uvas y la transformación del mismo en vino en un tanque de producción de vino (52), caracterizado por que comprende: un dispositivo de medición de densidad (1) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, diseñado para estar al menos parcialmente inmerso en el interior del mosto en dicho tanque de producción de vino (52); y medios de procesamiento (56, 58) configurados para controlar medios de actuación diseñados para actuar sobre el mosto contenido en dicho tanque de producción de vino (52), como una función de un modelo de producción de vino deseado y el valor de densidad de dicho mosto, detectado en tiempo real por dicho dispositivo de medición (1).
- 10 11. Método para hacer funcionar un dispositivo de medición de densidad (1) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende las etapas de:
15 - insertar dicho dispositivo de medición de densidad (1) en un entorno de medición, que incluye dicha disolución líquido-gas de dos fases (2) cuya densidad se desea medir; y
- ejecutar un proceso de medición de dicha densidad, durante dicho estado de funcionamiento de medición, caracterizado por que comprende la etapa, separado y diferente de dicha etapa de ejecutar un proceso de medición, de ejecutar un proceso de lavado de dicho elemento flotante (6) durante dicho estado de funcionamiento de limpieza.
20 12. Método según la reivindicación 11, en el que dicha etapa de ejecutar un proceso de lavado se lleva a cabo después de un intervalo de tiempo predeterminado desde el comienzo de dicho proceso de medición.
- 25 13. Método según la reivindicación 11 ó 12, que comprende repetir cíclica y alternativamente dichas etapas de ejecutar un proceso de medición y ejecutar un proceso de lavado de dicho elemento flotante (6).
14. Método según cualquiera de las reivindicaciones 11-13, que comprende la etapa de: controlar la introducción de una cantidad de dicho gas de llenado en dicha segunda cámara (15) según el resultado de dicha etapa de ejecutar un proceso de medición.

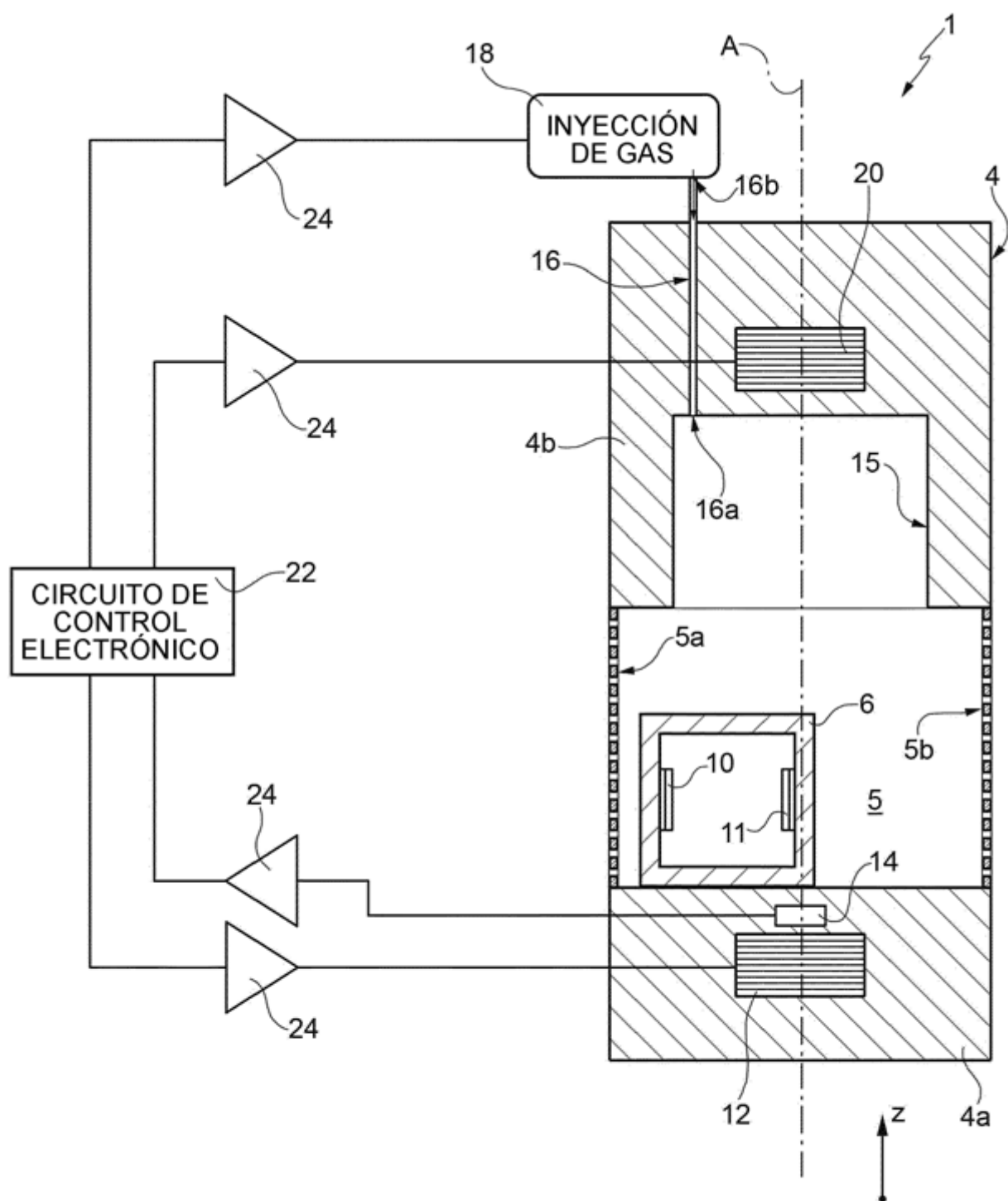


FIG. 1

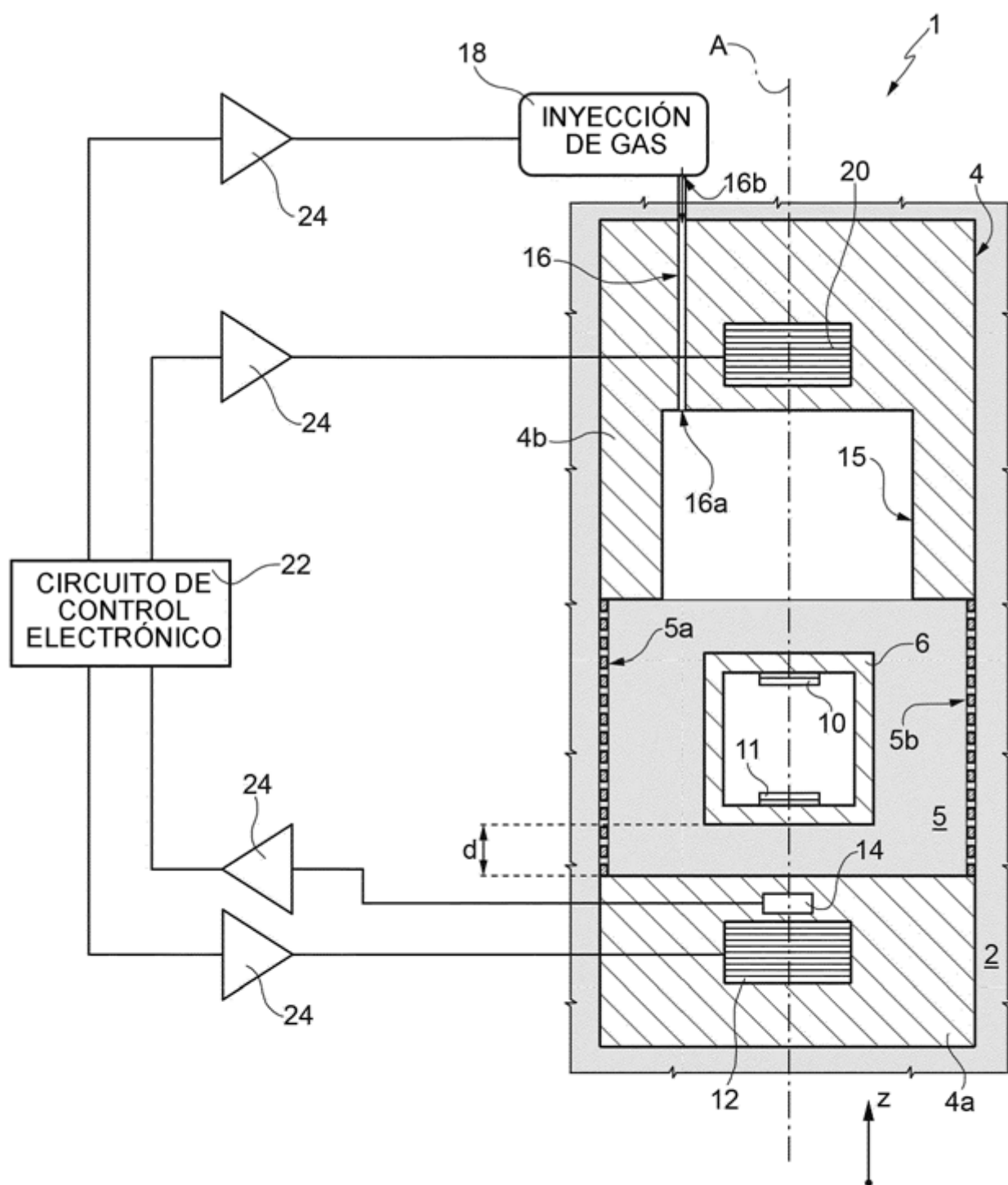


FIG. 2

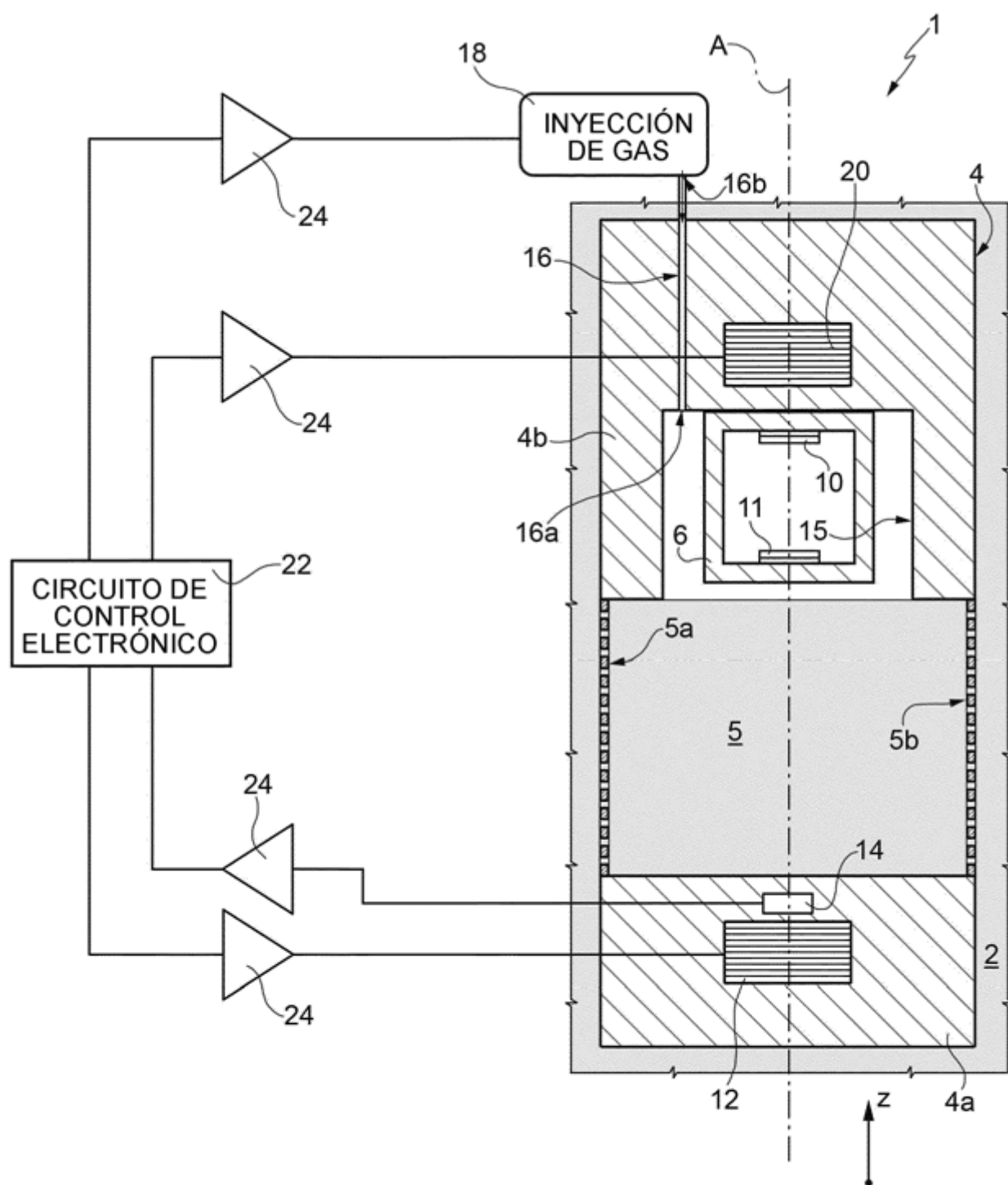


FIG. 3

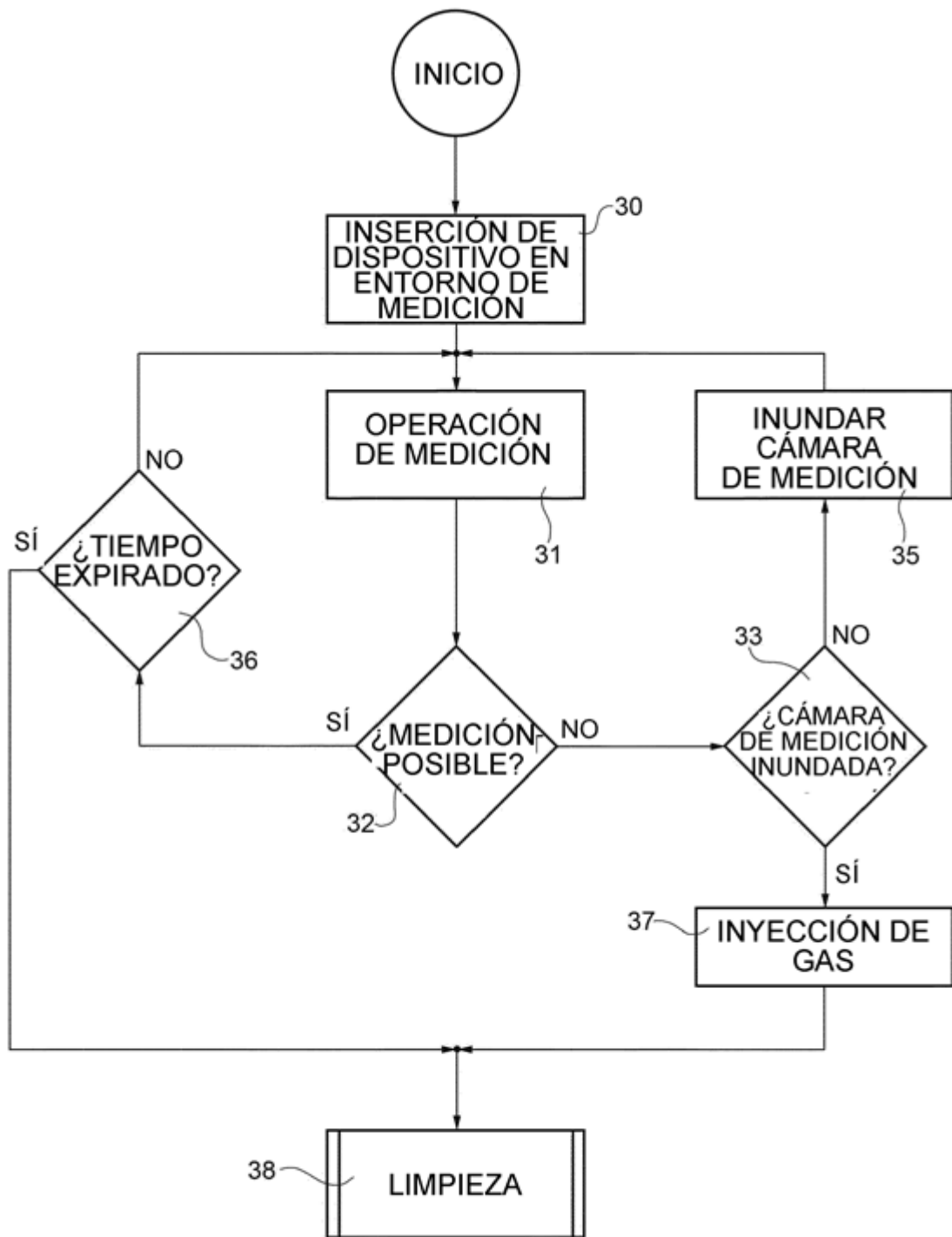


FIG. 4

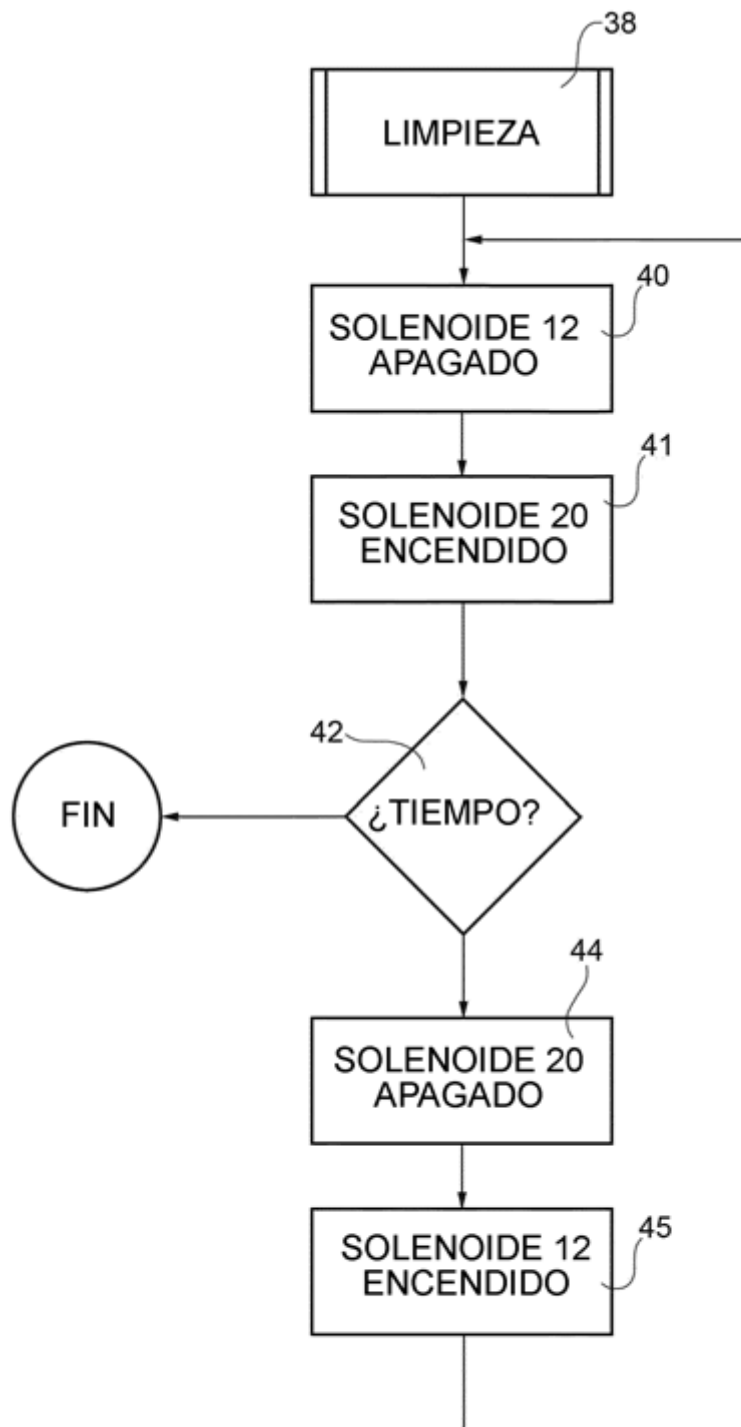


FIG. 5

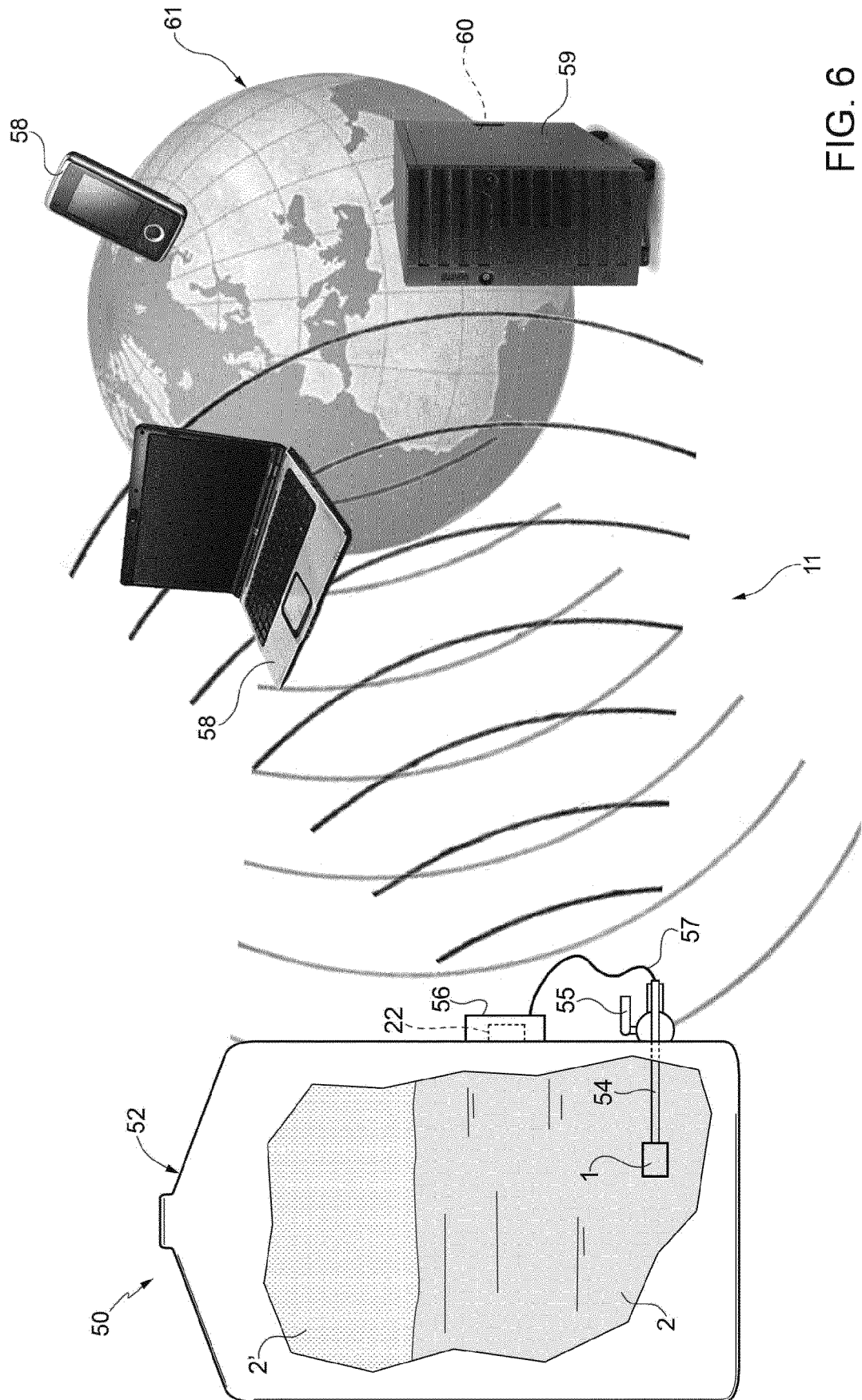


FIG. 6