

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 003 758**

51 Int. Cl.:

**B01D 19/00** (2006.01)

**G06Q 10/00** (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.10.2019** **E 19204016 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.11.2024** **EP 3808426**

54 Título: **Técnicas para comprobar el estado de analizadores**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**11.03.2025**

73 Titular/es:

**F. HOFFMANN-LA ROCHE AG (100.00%)**  
**Grenzacherstrasse 124**  
**4070 Basel, CH**

72 Inventor/es:

**QUINT, STEFAN y**  
**KEMPKEN, DIETER**

74 Agente/Representante:

**LINAGE GONZÁLEZ, Rafael**

**ES 3 003 758 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**

Técnicas para comprobar el estado de analizadores

5 **Campo técnico**

Esta divulgación se refiere a procedimientos automatizados para detectar y/o supervisar un estado de un analizador.

10 **Antecedentes**

Los analizadores automatizados (por ejemplo, analizadores *in vitro*) están muy extendidos en los entornos hospitalarios y de laboratorio actuales. Estos dispositivos tienden a ser cada vez más complejos debido a las funcionalidades añadidas y al rendimiento incrementado, y a un requisito de realización de tareas analíticas de manera automatizada. Como consecuencia, se pueden producir errores y disfuncionalidades en una multitud de componentes, lo que podría dar lugar a una productividad disminuida del analizador o a resultados de medición menos fiables. En algunos ejemplos, se podría requerir que el personal de revisión externo hallara y solucionara un error, lo que puede llevar muchas horas o incluso días durante los que un analizador o parte del mismo no está disponible.

El documento EP 3 335 568 A1 divulga un aparato para fabricar productos alimenticios líquidos o semilíquidos.

**Sumario**

25 En un aspecto general, la presente invención se refiere a un procedimiento automatizado para detectar y/o supervisar un estado de un desgasificador de un analizador, incluyendo el desgasificador un recipiente configurado para evacuarse. El procedimiento incluye obtener una serie temporal de valores indicativos de presiones en el interior del recipiente. La serie temporal abarca un periodo durante el que el recipiente se evacúa o presuriza. El procedimiento incluye además determinar un estado de nivel de líquido del desgasificador que se determina por una cantidad de líquido presente en el recipiente en base a la serie temporal.

En un segundo aspecto general, la presente invención se refiere a un sistema informático que está configurado para llevar a cabo las etapas de la técnica del primer aspecto general.

35 La técnica de los primer y segundo aspectos generales puede tener efectos técnicos ventajosos. En primer lugar, la técnica de detección y/o supervisión se puede integrar perfectamente en los flujos de trabajo de analizador existentes en algunos ejemplos. Por ejemplo, la técnica de detección y/o supervisión se puede llevar a cabo como parte de un flujo de trabajo de inicialización de analizador. En algunos ejemplos, la técnica de detección y/o supervisión puede usar datos de supervisión (por ejemplo, la presión de vacío de una bomba dispuesta para evacuar el recipiente del desgasificador) ya disponibles, en general, en el analizador (por ejemplo, para supervisar la bomba). En estos casos, podría no necesitarse ningún equipo físico adicional para llevar a cabo las técnicas de detección y/o supervisión de la presente divulgación.

45 En segundo lugar, la técnica se puede emplear para supervisar automáticamente un envejecimiento del desgasificador. Esto puede ser útil para predecir un punto en el tiempo en el que se produzca una disfuncionalidad del desgasificador y potencialmente desencadenar y programar una medida de mantenimiento preventivo. Por ejemplo, se puede tener en cuenta un lapso de tiempo lo suficientemente largo para que el personal de revisión externo llegue al analizador y se ocupe de una cuestión particular. Esto, a su vez, podría reducir el tiempo de inactividad del analizador.

50 En tercer lugar, la técnica de detección y/o supervisión de la presente divulgación se puede emplear para distinguir entre diferentes estados del desgasificador (por ejemplo, un estado normal, un estado subcrítico y un estado crítico) y desencadenar respuestas particulares. De esta manera, la técnica de detección y/o supervisión de la presente divulgación puede facilitar el empleo de recursos (por ejemplo, tiempo del operario o personal de revisión externo) más eficazmente al permitir una asignación más precisa de estos recursos debido a un conocimiento mejorado del estado del desgasificador. Un tiempo de inactividad del analizador (o de un módulo del mismo) también se puede reducir en algunas situaciones, ya que el conocimiento mejorado del estado del desgasificador se puede usar para seleccionar la respuesta más apropiada.

60 Se usan varios términos que tienen un significado particular en la presente divulgación.

El término "vacío" se usa en la presente divulgación para referirse a un nivel de presión por debajo de un nivel de presión del entorno ambiental del espacio (por ejemplo, un recipiente de un desgasificador) que contiene el vacío (es decir, el término es una medida relativa y no una medida absoluta). El término vacío no está limitado a situaciones en las que el nivel de presión está por debajo de una determinada fracción de la presión ambiental. Se entiende que el término se podría referir a diferentes niveles de presión dependiendo de una localización del

5 analizador y los menores niveles de presión ambiental resultantes (por ejemplo, un nivel de presión, en general, menor a mayores altitudes y un nivel de presión, en general, mayor a menores altitudes). En algunos ejemplos, el término vacío se puede referir a un nivel de presión que está por debajo de un 20 % de un nivel de presión ambiental. En algunos ejemplos, el término vacío se puede referir a un nivel de presión por debajo de 100 mBar (si la presión ambiental está por encima de 100 mBar).

10 Los términos "evacuación" y "presurización" de un compartimento (por ejemplo, un recipiente de un desgasificador) se refieren a la reducción y aumento de una presión en el interior del recipiente en comparación con un valor de presión inicial, respectivamente. Los términos no se limitan a una situación donde la respectiva presión aumenta por encima o se reduce por debajo de una presión ambiental.

15 Una "serie temporal" de acuerdo con la presente divulgación se refiere a al menos dos valores de un parámetro particular en dos puntos en el tiempo diferentes. Una serie temporal puede incluir (mucho) más de dos valores en respectivos puntos en el tiempo en algunos ejemplos. En este ejemplo, una serie temporal puede incluir una serie (cuasi)continua de valores de medición. El término "punto en el tiempo" no definirá y/o limitará un margen de medición para obtener un valor de medición incluido en la serie temporal con una exactitud particular. Por ejemplo, un valor de medición promediado obtenido al promediar múltiples mediciones de un parámetro también se puede incluir en la serie temporal de acuerdo con la presente divulgación.

20 Un "analizador" de acuerdo con la presente divulgación es un aparato —normalmente al menos parcialmente automatizado— especializado en la realización de una función analítica. En algunos ejemplos, los analizadores se pueden configurar para llevar cabo el análisis de muestras (por ejemplo, muestras para diagnóstico *in vitro*). Por ejemplo, un analizador puede ser un sistema de diagnóstico clínico para realizar diagnósticos *in vitro*.

25 Los analizadores de la presente divulgación pueden tener diferentes configuraciones de acuerdo con la necesidad y/o de acuerdo con el flujo de trabajo deseado. Se pueden obtener configuraciones adicionales acoplando una pluralidad de aparatos y/o módulos entre sí. Un "módulo" es una celda de trabajo, típicamente de tamaño más pequeño que todo el analizador, que tiene una función especializada. Esta función puede ser analítica, pero también puede ser preanalítica o posanalítica o puede ser una función auxiliar de cualquiera de la función preanalítica, función analítica o función posanalítica. En particular, se puede configurar un módulo para que coopere con uno o más de otros módulos para llevar a cabo tareas especializadas de un flujo de trabajo de procesamiento de muestras, por ejemplo, realizando una o más etapas preanalíticas y/o analíticas y/o posanalíticas.

30 En particular, los analizadores pueden comprender uno o más dispositivos analíticos, diseñados para ejecutar respectivos flujos de trabajo que se optimizan para determinados tipos de análisis.

35 El analizador puede incluir aparatos analíticos para uno o más de bioquímica clínica, inmunquímica, coagulación, hematología, etc.

40 Por tanto, el analizador puede comprender un aparato analítico o una combinación de cualquiera de dichos aparatos analíticos con los respectivos flujos de trabajo, donde los módulos preanalíticos y/o posanalíticos se pueden acoplar a aparatos analíticos individuales o compartir por una pluralidad de aparatos analíticos. Como alternativa, las funciones preanalíticas y/o posanalíticas se pueden realizar por unidades integradas en un aparato analítico. El analizador puede comprender unidades funcionales tales como unidades de manipulación de líquidos para pipeteo y/o bombeo y/o mezcla de muestras y/o reactivos y/o fluidos de sistema, y también unidades funcionales para clasificación, almacenamiento, transporte, identificación, separación, detección.

45 El término "muestra" se refiere a un material biológico que se sospecha que contiene uno o más analitos de interés y cuya detección, cualitativa y/o cuantitativa, se puede asociar a una afección particular (por ejemplo, una afección clínica).

50 La muestra se puede derivar de cualquier fuente biológica, tal como un líquido fisiológico, incluyendo sangre, saliva, líquido del cristalino ocular, líquido cefalorraquídeo, sudor, orina, heces, leche, líquido ascítico, mucosa, líquido sinovial, líquido peritoneal, líquido amniótico, tejido, células o similares. La muestra se puede pretratar antes del uso, tal como preparar plasma a partir de sangre, diluir líquidos viscosos, lisis o similares; los procedimientos de tratamiento pueden implicar filtración, centrifugación, destilación, concentración, inactivación de componentes interferentes y la adición de reactivos. Una muestra se puede usar directamente como se obtiene de la fuente en algunos casos o tras un flujo de trabajo de pretratamiento y/o preparación de muestras para modificar el carácter de la muestra, por ejemplo, después de añadir un patrón interno, después de diluirse con otra solución o después de haberse mezclado con reactivos, por ejemplo, para posibilitar llevar a cabo una o más pruebas de diagnóstico *in vitro*, o para enriquecer (extraer/separar/concentrar) analitos de interés y/o para retirar componentes de la matriz que potencialmente interfieren en la detección del/de los analito(s) de interés.

65 Por lo general, se usa el término "muestra" para indicar una muestra antes de la preparación de muestras, mientras que el término "muestra preparada" se usa para referirse a muestras después de la preparación de muestras. En

casos no especificados, el término "muestra" puede indicar, en general, una muestra antes de la preparación de muestras o bien una muestra después de la preparación de muestras o ambas. Los ejemplos de analitos de interés son vitamina D, drogas, fármacos terapéuticos, hormonas y metabolitos en general. Sin embargo, la lista no es exhaustiva.

5 En particular, el analizador puede comprender una estación de preparación de muestras para la preparación automatizada de muestras. Una "estación de preparación de muestras" es un módulo preanalítico acoplado a uno o más aparatos analíticos o una unidad en un aparato analítico diseñado para ejecutar una serie de etapas de procesamiento de muestras destinadas a retirar o al menos reducir los componentes de la matriz interferentes en una muestra y/o enriquecer analitos de interés en una muestra. Dichas etapas de procesamiento pueden incluir una cualquiera o más de las siguientes operaciones de procesamiento llevadas a cabo en una muestra o una pluralidad de muestras, secuencialmente, en paralelo o de manera escalonada: pipeteo (aspiración y/o distribución) de líquidos, bombeo de fluidos, mezcla con reactivos, incubación a determinada temperatura, calentamiento o enfriamiento, centrifugación, separación, filtración, tamizado, secado, lavado, resuspensión, división en alícuotas, transferencia, almacenamiento...).

20 Una muestra se puede proporcionar, por ejemplo, en recipientes de muestra tales como tubos de muestra, incluyendo tubos principales y tubos secundarios, o placas de múltiples pocillos, o cualquier otro soporte para portar muestras. Los reactivos se pueden disponer, por ejemplo, en forma de envases o cartuchos que contengan reactivos individuales o un grupo de reactivos, y colocar en receptáculos o posiciones apropiados dentro de un compartimento de almacenamiento o transportador. Se pueden proporcionar otros tipos de reactivos o fluidos de sistema en recipientes a granel o por medio de un suministro de línea.

25 A menos que se especifique de forma diferente en el respectivo contexto, el término "aproximadamente" en relación con los valores para parámetros significa incluir una desviación de +/-10 % del valor especificado en la presente divulgación.

### Descripción de los dibujos

30 La FIG. 1 es un diagrama de flujo que ilustra las técnicas de detección y/o supervisión de la presente divulgación.

Las FIG. 2a y FIG. 2b ilustran un recipiente con dos diferentes estados de nivel de líquido (determinados por dos diferentes cantidades de líquido presente en el recipiente) de acuerdo con la presente divulgación.

35 La FIG. 3 ilustra series temporales de ejemplo de valores indicativos de presiones en el interior de un recipiente.

La FIG. 4 ilustra la determinación de un estado de nivel de líquido en base a una serie temporal de acuerdo con la presente divulgación.

40 La FIG. 5 ilustra una técnica de predicción del estado del desgasificador usando múltiples clases de acuerdo con la presente divulgación.

Las FIG. 6 y FIG. 7 son diagramas de flujo que ilustran procedimientos de ejemplo de acuerdo con la presente divulgación.

45 La FIG. 8 es un dibujo esquemático de un analizador de acuerdo con la presente divulgación.

### Descripción detallada

50 En primer lugar, se dará una visión general de las técnicas de detección y/o supervisión de la presente divulgación en relación con las FIG. 1, FIG. 2a y FIG. 2b. Se analizarán aspectos adicionales de la determinación automatizada de un estado del desgasificador en relación con las FIG. 3 y FIG. 4. Se analizarán diferentes aspectos de la integración de la técnica de detección y/o supervisión de la presente divulgación en flujos de trabajo en relación con de la FIG. 5 a la FIG. 7. Por último, en el contexto de la FIG. 8, se expondrán con más profundidad los aspectos de los analizadores de acuerdo con la presente divulgación.

### Visión general

60 La FIG. 1 es un diagrama de flujo que ilustra las técnicas para detectar y/o supervisar un estado de un desgasificador de un analizador de acuerdo con la presente divulgación.

65 El procedimiento incluye obtener 101 una serie temporal de valores indicativos de presiones en el interior del recipiente, abarcando la serie temporal un periodo durante el que el recipiente se evacúa o presuriza, y determinar 103 un estado de nivel de líquido del desgasificador que se determina por una cantidad de líquido presente en el recipiente en base a la serie temporal.

Estas etapas se analizarán con más detalle a continuación. Inicialmente se dará una breve explicación de los desgasificadores que se pueden supervisar usando las técnicas de la presente divulgación.

Como se puede observar en las FIG. 2a y FIG. 2b, el desgasificador 5 incluye un recipiente 1 configurado para evacuarse, por ejemplo, como parte de una puesta en marcha del desgasificador (o durante el funcionamiento del desgasificador). En el ejemplo de las FIG. 2a y FIG. 2b, el desgasificador 5 incluye un conducto 3 que está dispuesto en el interior del recipiente (por ejemplo, de manera serpenteante para incrementar un área superficial del conducto en el interior del recipiente 1). Un líquido (por ejemplo, agua) que incluye un gas que se va a retirar por el desgasificador 5 se guía a través del conducto 3. Un vacío en el interior del recipiente 1 puede retirar el gas no deseado del líquido transfiriendo este gas no deseado del líquido en el conducto 3 al recipiente 1. Por ejemplo, el conducto 3 puede incluir un material semipermeable que deje que las moléculas de gas no deseado pasen, pero que bloquee las moléculas de agua (u otro líquido).

A medida que el desgasificador 5 envejece (o debido a un defecto que se produce en algún punto en el tiempo), el agua o cualquier otro líquido transportado en el interior del conducto 3 se puede filtrar al recipiente 1. Por ejemplo, el material semipermeable analizado anteriormente del conducto 3 se podría volver poroso. Con el tiempo, se puede acumular una cantidad creciente de líquido en el interior del recipiente 1. La FIG. 2b muestra una situación donde se ha acumulado una cantidad sustancial de líquido 4. Esta acumulación de líquido puede perjudicar al rendimiento del desgasificador 5 y, finalmente, podría dar lugar a un error o disfuncionalidad del desgasificador.

Ahora, las técnicas de detección y/o supervisión automatizadas de la presente divulgación pueden supervisar un cambio de presión en el interior del recipiente 1 para obtener la serie temporal de valores indicativos de presiones en el interior del recipiente 1 (por ejemplo, mientras el recipiente 1 se evacúa durante un procedimiento de inicialización o puesta en marcha del analizador que incluye el desgasificador). Cuando la cantidad de líquido 4 en el interior del recipiente 1 es grande, las características de cambio de presión son diferentes en comparación con cuando la cantidad de líquido es baja. Por lo tanto, se determina un estado de nivel de líquido (es decir, indicativo) de la cantidad de líquido a partir de la serie temporal. Todas estas etapas ocurren de manera automatizada.

En algunos ejemplos, la técnica comprende (véase, de nuevo, la FIG. 1) procesar la serie temporal para estimar una cantidad de líquido en el recipiente 1 y determinar el estado de nivel de líquido del desgasificador en base a la cantidad estimada de líquido. Sin embargo, se debe señalar que no se requiere ninguna estimación expresa de una cantidad de líquido al usar las técnicas de la presente divulgación. La cantidad de líquido solo se puede determinar de forma implícita en algunas situaciones en algunos ejemplos. Por ejemplo, la serie temporal se podría comparar con una o más series temporales de ejemplo asociadas con diferentes estados de nivel de líquido (que, a su vez, se determinan por una cantidad de líquido en el interior del recipiente 1).

En las secciones posteriores, se usará agua como líquido de ejemplo de acuerdo con la presente divulgación. Se debe entender que las técnicas de la presente divulgación no están limitadas a ningún líquido particular que se pueda tratar en un desgasificador de un analizador. Por lo tanto, las técnicas analizadas a continuación se pueden aplicar igualmente en situaciones donde se vaya a tratar en un desgasificador otro líquido distinto de agua.

Luego se analizarán diferentes aspectos de las etapas de obtener la serie temporal y determinar el estado de nivel de líquido del desgasificador.

En general, obtener la serie temporal puede incluir medir una presión en el interior del recipiente 1 en uno o más puntos en el tiempo diferentes. En algunos ejemplos, obtener la serie temporal incluye medir una presión en el interior del recipiente 1 en múltiples tiempos (por ejemplo, 5 o más puntos de medición o 10 o más puntos de medición). En estos casos, la serie temporal describe una curva de presión en el interior del recipiente.

Sin embargo, en algunos ejemplos puede ser suficiente medir un único valor indicativo de una presión en el interior del recipiente. En estos ejemplos, la serie temporal incluye este único valor medido y al menos un valor adicional indicativo de presiones en el interior del recipiente que no se mide. Por ejemplo, podría ser el caso de que el recipiente esté a una presión definida en algún punto en el tiempo (por ejemplo, después de purgarse). Los valores de presión definida (o valores de presión) se pueden incluir en la serie temporal aunque no se midan directamente.

Los valores indicativos de presiones en el interior del recipiente pueden ser el resultado de mediciones de presión directas de la presión en el recipiente o en una posición en comunicación fluida con el recipiente (por ejemplo, en una bomba para evacuar el recipiente). En otros ejemplos, un valor indicativo de presiones en el interior del recipiente puede ser el resultado de una medición de otro parámetro vinculado a la presión en el interior del recipiente (por ejemplo, un parámetro de medición  $x$  que esté en una relación funcional conocida con la presión en el interior del recipiente  $p - x = f(p)$ ). En estos ejemplos, el otro parámetro vinculado a la presión en el interior del recipiente se puede procesar para obtener la serie temporal de valores. Sin embargo, en otros ejemplos, el otro parámetro vinculado a la presión en el interior del recipiente se puede procesar directamente para determinar un estado de nivel de líquido como sustituto para los valores de presión en el interior del recipiente.

#### Ejemplos de determinación del estado de nivel de líquido

La **FIG. 3** muestra dos conjuntos de gráficos que muestran series temporales de ejemplo de acuerdo con la presente divulgación. En este ejemplo, cada tres segundos se mide un valor de presión en el recipiente. En otros ejemplos son posibles otros tiempos entre mediciones. El conjunto superior de curvas 301 muestra diferentes curvas para menores cantidades de agua presente en el recipiente (entre 0 ml y 150 ml en el presente ejemplo). El conjunto inferior de curvas 302 muestra diferentes curvas para menores cantidades de agua presente en el recipiente (entre 400 ml y 500 ml en el presente ejemplo). En todos los ejemplos, el recipiente se evacua usando el mismo conjunto de parámetros para el procedimiento de evacuación (por ejemplo, velocidades de bomba, tiempos, etc.). Como se puede observar en la **FIG. 3**, cambia la conformación de las curvas para diferentes cantidades de agua presente en el recipiente. Las técnicas automatizadas de la presente divulgación pueden evaluar este cambio y determinar un estado de nivel de líquido (agua) del desgasificador.

Luego se analizarán otros aspectos de este procedimiento de determinación.

En algunos ejemplos, determinar el estado de nivel de líquido del desgasificador en base a la serie temporal incluye usar un modelo de un procedimiento de presurización o evacuación del recipiente. En algunos ejemplos, el modelo se puede parametrizar por una cantidad de líquido presente en el recipiente. Además o de forma alternativa, la etapa de determinar el estado de nivel de líquido del desgasificador en base a la serie temporal puede incluir analizar una conformación de la serie temporal.

Un ejemplo se muestra en la **FIG. 4**. Los puntos en el gráfico 401 indican tres series temporales 41a-c diferentes de valores de presión medida en el interior del recipiente de un desgasificador. Las series temporales se miden mientras el recipiente contiene tres diferentes cantidades de agua (por ejemplo, 0 ml, 150 ml y 450 ml). En el gráfico de la **FIG. 4**, los valores de presión medida se normalizan (por división a través de una presión de vacío máxima  $p_{\text{máx}}$ ). En general, los valores de presión medida (u otros valores medidos o inferidos que se incluyen en la serie temporal) se pueden procesar de cualquier manera adecuada antes de usarse para el procedimiento de determinación en las técnicas de la presente divulgación.

El gráfico 401 también muestra tres curvas de presión teóricas 42a-42c (en líneas discontinuas) para las respectivas cantidades de agua (estados de nivel de agua) en el recipiente determinadas usando un modelo del procedimiento de presurización o evacuación del recipiente. Se puede observar que las series temporales medidas coinciden relativamente bien con las curvas teóricas. En otras palabras, al ajustar el modelo a la serie temporal medida, se puede estimar una cantidad de agua presente en el interior del recipiente.

En el ejemplo de la **FIG. 4**, el interior del recipiente se modela como un volumen libre lleno de un gas ideal y una cantidad desconocida de agua. El modelo puede usar un volumen libre del recipiente (o un volumen lleno de agua) como parámetro libre. La presión aumenta más bruscamente tras evacuar el recipiente con un conjunto predeterminado de parámetros para el procedimiento de evacuación (por ejemplo, velocidades de bomba, tiempos, etc.) cuando está presente más agua en comparación con una situación cuando está presente menos agua. El volumen libre es menor en el primer caso, lo que significa que se obtiene una menor presión más rápido al usar el mismo conjunto de parámetros para el procedimiento de evacuación. Las técnicas de la presente divulgación pueden determinar un estado de nivel de agua del desgasificador en base a este aumento más brusco o más lento de presión en el interior del recipiente durante el procedimiento de evacuación.

En un ejemplo, un modelo de la presión en el interior del recipiente puede arrojar la siguiente relación:

$$p_0 - p_T = p_0 - p_0 e^{-\frac{q}{V_T} * t} \text{ (ecuación 1).}$$

En esta ecuación,  $p_0$  indica una presión inicial en el interior del recipiente en el tiempo cero,  $p_T$  es la presión dependiente del tiempo,  $V_T$  indica el volumen libre en el recipiente y  $q$  es un caudal volumétrico de una bomba conectada al recipiente para evacuar el recipiente. En este ejemplo, el caudal volumétrico de la bomba es conocido (se mide o bien se infiere en base a un conjunto de parámetros de bomba). Ahora, la presión inicial  $p_0$  y uno o más valores para la presión dependiente del tiempo  $p_T$  se obtienen como una serie temporal (como se analiza anteriormente). En base a estos parámetros de entrada, se puede calcular el volumen libre  $V_T$  y, por tanto, la cantidad de agua en el interior del recipiente (correspondiente a una cantidad de agua que llena un volumen correspondiente al volumen global en el interior del recipiente menos el volumen libre calculado).

La ecuación 1 solo es un ejemplo para calcular el volumen libre en el interior de un recipiente de acuerdo con la presente divulgación. Otros modelos del procedimiento de evacuación (o presurización) del recipiente pueden arrojar otras dependencias del volumen libre y de la presión en el interior del recipiente. Además, se pueden tener en cuenta otros parámetros conocidos (o parámetros libres) distintos de los parámetros conocidos (caudal volumétrico de una bomba  $q$ ) mostrados en la ecuación 1 en algunos ejemplos (por ejemplo, presión ambiental o temperatura ambiental). Además, la forma concreta de la ecuación podría ser diferente incluso al usar el mismo modelo. Por ejemplo, una formulación alternativa puede usar el volumen del agua en el interior del recipiente como parámetro libre en lugar del volumen libre  $V_T$ .

5 Como se analiza anteriormente, un único valor de presión medida puede ser suficiente en algunos ejemplos para determinar el estado de nivel de líquido del desgasificador. En estos ejemplos, puede ser conocido un valor de presión inicial (o un valor de presión final). Por ejemplo, el recipiente se puede purgar y llevar a un nivel de presión ambiental (o a otro nivel de presión definida). Este nivel de presión ambiental (u otro nivel de presión definida) se puede conocer o inferir a partir de otras mediciones. Por ejemplo, se puede ajustar un nivel de presión ambiental para un analizador particular (por ejemplo, dependiendo de una altitud del analizador). A continuación, la serie temporal de la presente divulgación puede consistir en uno o más niveles de presión definida a determinados tiempos y un nivel de presión medido. Se puede observar que la ecuación 1 se puede resolver para obtener un volumen libre  $V_T$  en el interior del recipiente en base a esta información.

La evaluación de las series temporales para determinar el estado de nivel de líquido puede ocurrir de muchas maneras diferentes.

15 Como se muestra anteriormente, una ecuación (por ejemplo, derivada en base a un modelo de la presión en el interior del recipiente para diferentes estados de nivel de líquido) se podría resolver usando las series temporales de valores indicativas de valores de presión en el interior del recipiente (por ejemplo, incluyendo los valores de presión conocida, inferida y/o medida).

20 Además o de forma alternativa, determinar el estado de nivel de líquido del desgasificador puede incluir realizar una operación de ajuste de curva en la serie temporal. Se pueden ajustar a la serie temporal una o más ecuaciones obtenidas a partir del modelado de la presión en el interior del recipiente durante la evacuación o presurización. Se puede usar cualquier técnica numérica adecuada para llevar a cabo esta operación de ajuste de curva. Por ejemplo, se puede usar una técnica de regresión numérica para determinar un parámetro libre de las una o más ecuaciones. En algunos ejemplos, un volumen libre o volumen de agua en el interior del recipiente se puede determinar por una técnica numérica usando un modelo de cómo se comporta la presión en el interior del recipiente para diferentes cantidades de líquido presente en el interior del recipiente.

30 La serie temporal se puede preprocesar antes de usarse en el procedimiento de determinación del estado de nivel de líquido. Por ejemplo, la serie temporal se puede someter a una o más de una operación de suavizado o promediado, una operación de eliminación de valores atípicos y una operación de ajuste de curva preparatoria.

35 En algunos ejemplos, la técnica automatizada puede comparar la serie temporal de valores de presión con dos o más series temporales de referencia para determinar el estado de nivel de líquido. Por ejemplo, se puede usar una serie de series temporales de referencia para un conjunto de estados de nivel de agua (por ejemplo, incrementos de 50 ml) para determinar una serie temporal de referencia lo más similar para una serie temporal obtenida.

40 Además o de forma alternativa, se puede usar un clasificador numérico para clasificar la serie temporal en dos o más estados de nivel de líquido (por ejemplo, dos o más estados, cada uno correspondiente a un intervalo predeterminado de cantidades de agua en el interior del recipiente, como se analizará con más detalle a continuación). En algunos ejemplos, se puede emplear una técnica de aprendizaje automático para entrenar a un clasificador para clasificar las series temporales obtenidas en una de múltiples clases correspondientes a estados de nivel de líquido.

45 Además o de forma alternativa, determinar el estado de nivel de líquido del desgasificador en base a la serie temporal puede incluir evaluar uno o más de un nivel de presión en un tiempo predeterminado, una magnitud de una caída de presión, una magnitud de un aumento de presión, una velocidad de una caída de presión y una velocidad de un aumento de presión. Por ejemplo, una magnitud de una caída de presión después de iniciar una evacuación del recipiente puede ser suficiente para inferir un volumen libre (o un volumen de agua en el interior del recipiente). De nuevo, se puede observar a partir de la ecuación 1 que conocer un  $\Delta p$  (por ejemplo,  $p_0 - p_T$ ) puede ser suficiente para calcular  $V_T$ .

55 En la sección precedente, una serie temporal indicativa de valores de presión abarca un procedimiento de evacuación del recipiente (o parte de un procedimiento de evacuación). En otros ejemplos, una serie temporal puede abarcar un procedimiento de presurización de un recipiente (o parte de él). Por ejemplo, se puede observar que un modelo como el analizado anteriormente también se puede usar para determinar un volumen libre en el interior del recipiente en una situación donde se conoce o mide un flujo volumétrico hacia el recipiente (por ejemplo, durante un procedimiento de presurización). Las técnicas analizadas anteriormente se pueden aplicar igualmente durante un procedimiento de presurización (por ejemplo, durante un procedimiento de purga en el que se libere el vacío en el interior del recipiente).

60 Todavía en otros ejemplos, la serie temporal puede abarcar periodos de presurización y periodos de evacuación del recipiente. Las técnicas de la presente divulgación no están limitadas a un procedimiento particular. Se entiende que, por ejemplo, en base a un modelo que modela un volumen libre o volumen de agua en el interior del recipiente, se puede procesar cualquier serie temporal de valores de presión para determinar el volumen libre o volumen de agua en el interior del recipiente. Sin embargo, un procedimiento de evacuación (por ejemplo, durante

la inicialización del desgasificador) puede ser, en particular, conveniente en algunos ejemplos.

En general, una diferencia de presión de un procedimiento de evacuación o uno de presurización durante el que se obtiene la serie temporal puede ser de al menos 100 mBar.

5 En algunos ejemplos, la determinación del estado de nivel de líquido tiene en cuenta uno o más parámetros con respecto al entorno ambiental del analizador que incluye el desgasificador cuyo estado se va a detectar y/o supervisar.

10 Por ejemplo, los analizadores se podrían localizar a diferentes altitudes. Esto podría significar que la presión ambiental del analizador y del desgasificador es marcadamente diferente para dos analizadores instalados en diferentes localizaciones (por ejemplo, entre un primer analizador localizado a nivel del mar y un segundo analizador localizado a 3000 m por encima del nivel del mar). Por lo tanto, la determinación del estado de nivel de líquido del desgasificador podría tener en cuenta una altitud del analizador. Por ejemplo, se puede usar una presión ambiental o altitud almacenada del analizador. En otros ejemplos, se puede medir o inferir una presión ambiental como parte de las técnicas de la presente divulgación. Además o de forma alternativa, se puede parametrizar un modelo por una altitud o presión ambiental del analizador que incluye el desgasificador.

20 En las secciones precedentes se han analizado con cierto detalle aspectos de la determinación automática del estado de nivel de líquido. En la sección posterior, se analizarán detalles adicionales con respecto a cómo las técnicas automatizadas de la presente divulgación se pueden integrar en un flujo de trabajo de analizador.

#### **Flujo de trabajo de analizador que incluye técnicas de la presente divulgación**

25 En general, las técnicas de la presente divulgación se pueden emplear siempre que estén disponibles series temporales de valores indicativos de presiones en el interior de un recipiente de un desgasificador.

30 En algunos ejemplos, las etapas de obtener una serie temporal y determinar un estado de nivel de líquido se realizan automáticamente en intervalos regulares. Además o de forma alternativa, las etapas de obtener una serie temporal y determinar un estado de nivel de líquido pueden ocurrir en reacción a acontecimientos desencadenantes predeterminados.

35 Por ejemplo, las etapas de obtener una serie temporal y determinar un estado de nivel de líquido se pueden realizar automáticamente durante la puesta en marcha o durante un procedimiento de comprobación del desgasificador o un analizador o módulo de un analizador que incluya el desgasificador.

40 Además o de forma alternativa, las etapas de obtener una serie temporal y determinar un estado de nivel de líquido se pueden realizar automáticamente en intervalos regulares predeterminados (por ejemplo, una vez al día o una vez a la semana).

45 Además o de forma alternativa, las etapas de obtener una serie temporal y determinar un estado de nivel de líquido se pueden realizar automáticamente en reacción a estados de error predeterminados del desgasificador o analizador o en reacción a parámetros del desgasificador o analizador predeterminados (por ejemplo, un parámetro supervisado por el analizador que supone un valor particular). Por ejemplo, puede ser posible detectar una determinada cantidad de gas en el líquido tratado por el desgasificador, lo que puede desencadenar las etapas de obtener una serie temporal y determinar un estado de nivel de líquido de acuerdo con la presente divulgación. En otros ejemplos, las etapas de obtener una serie temporal y determinar un estado de nivel de líquido se realizan automáticamente de forma continua durante el funcionamiento del desgasificador.

50 En algunos ejemplos, el flujo de trabajo del desgasificador incluye un procedimiento de evacuación en un punto en el tiempo predeterminado (o múltiples procedimientos de evacuación en múltiples puntos en el tiempo). Como se analiza anteriormente, estos procedimientos de evacuación pueden ser adecuados para realizar las técnicas de la presente divulgación, ya que un estado del desgasificador se puede definir mejor en estas situaciones que en otras situaciones.

55 Como se analiza anteriormente, determinar un estado de nivel de líquido del desgasificador puede incluir determinar si el desgasificador está en uno de dos o más estados discretos. Cada estado se puede asociar con un intervalo de cantidades de agua presente en el recipiente (es decir, que oscile desde un límite inferior de la cantidad de agua hasta un límite superior de la cantidad de agua). Por ejemplo, los estados discretos pueden incluir dos o más de un estado normal en el que un nivel de líquido sea tolerable y al menos un estado crítico en el que el nivel de líquido se acerque a un nivel crítico.

60 La FIG. 5 ilustra un ejemplo en el que se definen cuatro estados de nivel de líquido discretos 72a-d para un recipiente particular de un desgasificador. En este ejemplo, un estado normal 72d se refiere a que no está presente agua o ninguna pequeña cantidad de agua en el recipiente (por ejemplo, entre 0 ml y 100 ml). Un estado subcrítico 72c se refiere a una mayor cantidad de agua presente en el recipiente (por ejemplo, entre 100 ml y 200 ml). Estas

cantidades todavía podrían significar que el desgasificador funciona dentro de las especificaciones (y, por tanto, son aceptables). Un estado crítico 72b se refiere a una cantidad todavía mayor de agua (por ejemplo, entre 200 ml y 300 ml). Estas cantidades de agua podrían deteriorar el funcionamiento del desgasificador, de modo que está justificada una operación de mantenimiento. Una cantidad incluso mayor de agua en el interior del recipiente (por ejemplo, por encima de 300 ml) podría corresponder a un estado de avería en el que se debe esperar una avería inmediata del desgasificador. Se analizará a continuación que el analizador se puede configurar para desencadenar reacciones correspondientes si se halla que el desgasificador está en uno de estos estados.

Se debe entender que los estados en la **FIG. 5** son solo ejemplares. En otros ejemplos, la técnica de la presente divulgación puede determinar un mayor número (por ejemplo, cinco o más o seis o más) de diferentes estados de nivel de líquido del desgasificador. Además, cada estado de nivel de líquido se puede asociar con un intervalo seleccionado arbitrariamente de cantidades de líquido presente en el interior del recipiente. Por ejemplo, los intervalos correspondientes a diferentes estados pueden ser de diferente tamaño. Además o de forma alternativa, los estados de nivel de líquido se pueden asociar con diferentes estados del desgasificador en otros ejemplos.

En otros ejemplos, un estado de nivel de líquido se podría referir a una cantidad particular de líquido presente en el interior del recipiente. Como se analiza anteriormente, una cantidad de líquido en el interior del recipiente (o volumen libre en el interior del recipiente) se puede determinar automáticamente usando las técnicas de la presente divulgación. En estos ejemplos, los estados de nivel de líquido pueden formar un continuo de estados, cada uno correspondiente a una cantidad particular de líquido.

Las técnicas de la presente divulgación pueden incluir desencadenar una respuesta en reacción al estado de nivel de líquido determinado del analizador. Luego se analizarán aspectos de estas respuestas. En algunos ejemplos, el estado de nivel de líquido del desgasificador es uno de los estados discretos multipolares que pueden requerir diferentes tipos de respuestas. La respuesta requerida se puede desencadenar automáticamente en algunos ejemplos. En algunos ejemplos, la respuesta puede incluir una intervención particular.

Por ejemplo, la respuesta puede incluir uno o más de la lista que consiste en registrar la serie temporal de valores, emitir información con respecto al estado de nivel de líquido en una interfaz de usuario del analizador automatizado, emitir una advertencia, desencadenar una operación de revisión o mantenimiento, programar una operación de revisión o mantenimiento y detener el funcionamiento del desgasificador y/o del analizador automatizado.

Además o de forma alternativa, una respuesta puede incluir incrementar una frecuencia de las técnicas de detección de la presente divulgación. Por ejemplo, cuando un desgasificador entra en un estado subcrítico, se puede incrementar una frecuencia de detección del estado del desgasificador en comparación con una frecuencia mientras el desgasificador está en un estado normal.

Además o de forma alternativa, la respuesta puede incluir informar automáticamente a uno o más de diferentes receptores con respecto al estado de nivel de líquido del desgasificador. Por ejemplo, se puede presentar un mensaje en una interfaz gráfica de usuario del analizador. En otros ejemplos, se puede enviar un mensaje al personal de revisión del analizador (por ejemplo, en una localización remota). El personal de revisión se puede proporcionar por un proveedor de revisiones o distribuidor para el analizador que incluye el desgasificador.

Por ejemplo, un primer estado de nivel de líquido discreto 72d se puede asociar con una cantidad de líquido que oscile desde cero hasta una primera cantidad umbral particular. Una respuesta automatizada para determinar que el desgasificador está en este estado de nivel de líquido puede incluir registrar la serie temporal de valores y/o emitir información con respecto al estado de nivel de líquido en una interfaz de usuario del analizador automatizado. Por ejemplo, una cantidad determinada de líquido en el interior del recipiente se puede emitir en una interfaz (gráfica) de usuario y/o se puede presentar una representación simbólica de un estado de nivel de líquido (por ejemplo, "dentro de las especificaciones" o un símbolo de semáforo en verde). De otro modo, se puede reanudar el funcionamiento del desgasificador. El primer estado de nivel de líquido puede ser un estado de nivel de líquido normal en algunos ejemplos.

Además o de forma alternativa, un segundo estado de nivel de líquido discreto 72c se puede asociar con una cantidad de líquido que oscile desde la primera cantidad umbral hasta una segunda cantidad umbral mayor que el primer umbral. Una respuesta automatizada para determinar que el desgasificador está en este estado de nivel de líquido puede incluir registrar la serie temporal de valores y/o emitir una advertencia con respecto al estado de nivel de líquido en una interfaz de usuario del analizador automatizado. Además, se puede desencadenar una operación de mantenimiento preventivo si la etapa de determinación arroja que el desgasificador está en este segundo estado (como se analizará con más detalle a continuación). En otros ejemplos, se puede desencadenar una operación de mantenimiento inmediata. Las operaciones de mantenimiento de la presente divulgación se pueden llevar a cabo automáticamente en algunos ejemplos (por ejemplo, desencadenando una rutina de mantenimiento predeterminada del analizador). En otros ejemplos, la operación de mantenimiento se puede llevar a cabo por un operario o personal de revisión. En estos casos, desencadenar una operación de mantenimiento podría incluir formar al operario o al personal de revisión para llevar a cabo la operación de mantenimiento (por ejemplo,

presentando un correspondiente mensaje en una interfaz de usuario del analizador, tal como "retirar el agua del desgasificador" o "comprobar el desgasificador"). La operación de instrucción puede incluir proporcionar al operario instrucciones sobre cómo llevar a cabo la operación de mantenimiento. En algunos ejemplos, el analizador se puede reanudar usando el desgasificador si se halla que el desgasificador está en el segundo estado de nivel de líquido.

Además o de forma alternativa, un tercer estado de nivel de líquido discreto 72b se puede asociar con una cantidad de líquido que oscile desde la segunda cantidad umbral hasta una tercera cantidad umbral mayor que el segundo umbral. Una respuesta automatizada en este caso puede incluir emitir una advertencia y/o desencadenar o programar una operación de revisión o mantenimiento. En algunos ejemplos, el funcionamiento del desgasificador se puede detener a menos que la operación de mantenimiento se lleve a cabo dentro de un periodo de tiempo particular después de que se haya hallado que el desgasificador está en el tercer estado de nivel de líquido. El tercer estado de nivel de líquido puede ser un estado de nivel de líquido crítico en algunos ejemplos.

Además o de forma alternativa, un cuarto estado de nivel de líquido discreto 72a se puede asociar con una cantidad de líquido que exceda la tercera cantidad umbral. Una respuesta automatizada en este caso puede incluir detener de inmediato el funcionamiento del analizador o del desgasificador. Además o de forma alternativa, una respuesta automatizada puede desencadenar una operación de revisión o mantenimiento. El funcionamiento solo se podrá reanudar después de que se haya completado la operación de revisión o mantenimiento.

En otros ejemplos, la respuesta se podría limitar a informar a un operario con respecto al estado de nivel de líquido del analizador. Por ejemplo, la respuesta podría incluir emitir información con respecto al estado de nivel de líquido en una interfaz de usuario del analizador automatizado. Además o de forma alternativa, la respuesta podría incluir emitir una advertencia si la cantidad de líquido excede uno de uno o más umbrales predeterminados. Como se analiza anteriormente, la etapa de determinación podría arrojar una cantidad de líquido en el interior del recipiente. En algunos ejemplos, esta cantidad de líquido se emite en una interfaz gráfica de usuario del analizador. Además o de forma alternativa, se puede emitir un indicador de estado de nivel de líquido (por ejemplo, codificado por colores) en una interfaz gráfica de usuario del analizador.

Como se analiza anteriormente, las técnicas de la presente divulgación pueden permitir predecir un estado crítico del desgasificador en base a múltiples determinaciones de un estado de nivel de líquido. En estos casos, una respuesta podría incluir programar una operación de revisión o mantenimiento antes de que el desgasificador avance a un estado crítico del desgasificador o a un estado de avería como se analiza anteriormente. Por ejemplo, una operación de revisión o mantenimiento podría implicar al personal de revisión externo (por ejemplo, que tenga una capacitación requerida para llevar a cabo la operación de revisión o mantenimiento) y/o piezas de repuesto que podrían no estar presentes *in situ*. En estos casos, la predicción en base a múltiples determinaciones del estado de nivel de líquido puede permitir reservar suficiente tiempo para estas tareas que consumen mucho tiempo para evitar un tiempo de inactividad prolongado del analizador o desgasificador (lo que podría ser la consecuencia de la detección de un estado crítico del desgasificador poco antes o después de una avería del desgasificador). Además o de forma alternativa, poder predecir un tiempo de un estado crítico del desgasificador puede permitir programar operaciones de revisión o mantenimiento a demanda. Si un tiempo de un tiempo previsto de un estado crítico del desgasificador todavía está lo suficientemente lejos en el futuro, el desgasificador puede reanudar su funcionamiento normal sin interrumpirse por operaciones de revisión o mantenimiento.

La **FIG. 5** ilustra una predicción del estado del desgasificador de acuerdo con la presente divulgación.

Como se puede observar, un estado de nivel de líquido del desgasificador se determina repetidamente durante un periodo de tiempo predeterminado (aproximadamente un año en el ejemplo de la **FIG. 5**). Como se puede observar, una cantidad de líquido en el interior del recipiente se incrementa de forma constante en el periodo de tiempo predeterminado (como se analiza anteriormente, el estado de nivel de líquido del desgasificador puede estar en múltiples clases discretas en el periodo de tiempo). Ahora, en base a múltiples determinaciones de un estado de nivel de líquido, se puede predecir un desarrollo futuro del nivel de líquido en el recipiente y, en particular, un estado crítico del desgasificador.

Por ejemplo, se puede usar una técnica de extrapolación para predecir un estado de nivel de líquido futuro en base a las múltiples determinaciones del estado de nivel de líquido. Por ejemplo, se puede suponer un desarrollo lineal o no lineal particular de la cantidad de líquido en el interior del recipiente y se puede determinar una cantidad futura de líquido extrapolando datos obtenidos de las múltiples determinaciones del estado de nivel de líquido.

En el ejemplo de la **FIG. 5**, una extrapolación en base a las determinaciones hasta, por ejemplo, el día 200 podría arrojar que se puede esperar un estado crítico alrededor del día 250. En base a esta información, se pueden desencadenar respuestas apropiadas. Por ejemplo, se puede programar una operación de revisión o mantenimiento alrededor del día 220 para asegurarse de que el desgasificador no entra en un estado crítico (mientras se maximiza un intervalo entre operaciones de mantenimiento posteriores).

El desarrollo futuro del estado de nivel de líquido se puede predecir de forma continua o tras un acontecimiento

desencadenante particular (por ejemplo, una elevación mínima particular de una cantidad de líquido en el interior del recipiente). Además o de forma alternativa, la predicción puede incluir tener en cuenta todas las determinaciones del estado de nivel de líquido después de una operación de revisión o mantenimiento previa o solo un subconjunto de determinaciones.

5

**Ejemplos concretos de flujos de trabajo de analizador**

En algunos ejemplos, obtener la serie temporal de la presente divulgación puede incluir abrir una válvula para compensar un vacío en el recipiente, cerrar la válvula, encender una bomba de vacío para evacuar el recipiente y medir los valores en la serie temporal mientras se evacúa el recipiente. La conmutación de las válvulas puede mejorar la seguridad y fiabilidad del procedimiento en algunos ejemplos (por ejemplo, para "inicializar" la presión en el interior del recipiente a un valor de presión predeterminado). Sin embargo, en otros ejemplos, podría no requerirse o desearse ninguna "inicialización" particular. Por tanto, se puede omitir la conmutación de las válvulas para compensar un vacío en el interior del recipiente. Las técnicas de la presente divulgación todavía se pueden llevar a cabo sin estas etapas iniciales. Por ejemplo, las técnicas de la presente divulgación todavía se pueden llevar a cabo en caso de que esté presente un vacío residual en el recipiente (por ejemplo, después de que el recipiente haya estado inactivo durante un cierto periodo de tiempo). En otros ejemplos, las técnicas de la presente divulgación se pueden llevar a cabo comenzando a partir de otro estado de presión desconocida del recipiente.

10

15

Como se analiza anteriormente, la serie temporal también se puede medir durante las operaciones de presurización del recipiente.

20

Las FIG. 6 y FIG. 7 son diagramas de flujo que ilustran procedimientos de ejemplo de acuerdo con la presente divulgación.

25

La FIG. 6 muestra un procedimiento automatizado de ejemplo que se puede llevar a cabo durante un procedimiento de inicialización de un analizador que incluye el desgasificador (por ejemplo, llevarse a cabo cada mañana cuando se enciende el analizador).

30

El procedimiento se inicia con el encendido en 501 del analizador, lo que desencadena el procedimiento de inicialización automatizado. En otra etapa, se abre 503 una válvula en un canal de fluido que conecta el interior del recipiente a un entorno ambiental. Como resultado, una presión en el interior del recipiente del desgasificador se ajusta a una presión ambiental (es decir, se compensa un vacío restante en el interior del recipiente). En algunos ejemplos, podría no ser predecible o conocida con exactitud una presión en el interior del recipiente (por ejemplo, porque un desarrollo de la presión durante el tiempo de apagado del analizador no sea predecible con exactitud). Por tanto, llevar la presión a una presión ambiental puede establecer un valor de presión definida en el interior del recipiente. Como se analiza anteriormente, este valor de presión definida puede diferir dependiendo de factores tales como una altitud del analizador.

35

40

La válvula se cierra y, en una etapa posterior, se enciende 507 una bomba de vacío. Como resultado, se evacúa el recipiente del desgasificador. Durante este procedimiento de evacuación, se supervisa 507 una presión en el interior del recipiente para obtener la serie temporal de valores indicativos de la presión en el interior del recipiente.

45

En base a esta serie temporal obtenida, se determina un estado de nivel de líquido 509 como se analiza en la presente divulgación. En el ejemplo de la FIG. 6, se prevén cuatro clases discretas de estados de nivel de líquido, correspondiendo cada clase a una cantidad particular de agua en el interior del recipiente (es decir, una clase "baja", una clase "normal", una clase "alta" y una clase "demasiado alta").

50

Como también se muestra en la FIG. 6, se definen respuestas automáticas para cada una de las clases discretas de estados de nivel de líquido. Si se halla que el desgasificador está en la clase baja, se puede detener el funcionamiento del analizador 517. Además, se puede emitir un mensaje de error en una interfaz gráfica de usuario del analizador. Si se halla que el desgasificador está en la clase normal, se registra la información con respecto a la presión y se reanuda 511 el procedimiento de inicialización. Si se halla que el desgasificador está en la clase alta, se informa 513 a atención al cliente (por ejemplo, al personal de revisión). Por ejemplo, se puede enviar un mensaje a atención al cliente (por ejemplo, al personal de revisión). Además, el procedimiento de inicialización se puede reanudar. Por último, si se halla que el desgasificador está en la clase demasiado alta, se puede informar 515 a un usuario o personal de revisión para que intervenga directamente.

55

Como se analiza anteriormente, se pueden desencadenar respuestas diferentes o adicionales en otros ejemplos.

60

La FIG. 7 ilustra un segundo flujo de trabajo de acuerdo con la presente divulgación. Este flujo de trabajo se lleva a cabo durante una operación de revisión del analizador o del desgasificador.

65

Inicialmente, el analizador se conmuta a un modo de revisión 601. Posteriormente, el personal de revisión selecciona una "prueba de desgasificador" 603. A continuación, se supervisa automáticamente una serie temporal de valores de presión durante un procedimiento de evacuación 605-609 de la misma manera que en el ejemplo de

la FIG. 6 analizado anteriormente (es decir, las etapas 605-609 en la FIG. 7 corresponden a las etapas 503-507 en la FIG. 6).

Sin embargo, la determinación del estado de nivel de líquido incluye presentar la serie temporal o información derivada de la serie temporal en una interfaz gráfica de usuario del analizador 611. En este ejemplo, un usuario más experimentado o el personal de revisión puede interpretar los resultados e iniciar las respuestas apropiadas. A diferencia de esto, el flujo de trabajo de la FIG. 6 incluye un mayor grado de procesamiento automatizado de los resultados de determinación del estado de nivel de líquido, lo que tiene en cuenta que en el funcionamiento diario del analizador podría ser insuficiente un nivel de experiencia de los operarios para interpretar los resultados de determinación del estado de nivel de líquido.

### Aspectos de los analizadores

En algunos ejemplos, el analizador que incluye el desgasificador de la presente divulgación también incluye un espectrómetro de masas. Además o de forma alternativa, el desgasificador se puede emplear en un sistema de suministro de agua del analizador.

Por ejemplo, el agua (o diferente líquido) se puede usar en un procedimiento de preparación de muestras de un analizador (que opcionalmente incluye un espectrómetro de masas). Esto puede incluir diluir muestras antes de examinar las muestras en un procedimiento con espectrómetro de masas.

La FIG. 8 es un dibujo esquemático de un analizador de acuerdo con la presente divulgación.

En un primer módulo 81 del analizador está dispuesto un desgasificador 5. Este primer módulo 81 puede ser un módulo de preparación de muestras en algunos ejemplos. Por ejemplo, en este módulo de preparación de muestras se puede usar agua u otro líquido para la preparación de muestras. En algunos ejemplos, el módulo de preparación de muestras puede incluir un dispositivo de pipeteo. Otros componentes que se pueden incluir en el módulo de preparación de muestras se describen anteriormente. El desgasificador 5 se puede disponer para retirar gas del agua u otro líquido usado en este procedimiento. Una bomba 83 conectada al desgasificador 5 está dispuesta en un segundo módulo 82 (que es un módulo de tamponación de muestras "MSB" para tamponar muestras en el ejemplo de la FIG. 8).

En general, el desgasificador supervisado usando las técnicas de la presente divulgación se puede disponer en cualquier parte de un analizador o de un módulo que incluya un analizador. En la sección de sumario anterior se analizan analizadores o módulos de analizadores de ejemplo.

### Implementación por ordenador

La presente divulgación también se refiere a un sistema informático que está configurado para llevar a cabo las técnicas de detección y/o supervisión de un estado de un desgasificador de un analizador.

En algunos ejemplos, el sistema informático puede ser un controlador del analizador (o parte del mismo). Sin embargo, en otros ejemplos, el sistema informático solo se puede conectar al analizador a través de una red y no es parte del controlador del analizador. Por ejemplo, el sistema informático puede ser un sistema de gestión de hospital o laboratorio o un sistema informático de un proveedor de revisiones o distribuidor de los analizadores.

Meramente se requiere que el sistema informático obtenga la serie temporal de valores indicativos de las presiones en el interior del recipiente del desgasificador. Esto puede significar que el sistema informático reciba esta información a través de una red. Sin embargo, en otros ejemplos, como se analiza anteriormente, el sistema informático también controla funciones del analizador (por ejemplo, medir presiones o desencadenar respuestas), lo que significa que es el controlador del analizador.

Los sistemas informáticos de la presente divulgación no están limitados a una configuración de programa informático o equipo físico particular. Siempre que una configuración de programa informático o equipo físico pueda llevar a cabo las etapas de las técnicas para detectar y/o supervisar un estado de un desgasificador de un analizador de acuerdo con la presente divulgación, el sistema informático puede tener esta configuración de programa informático o equipo físico.

La presente divulgación también se refiere a un medio legible por ordenador que tiene instrucciones almacenadas en el mismo que, cuando se llevan a cabo por un sistema informático, instan al sistema informático a llevar a cabo las etapas de las técnicas para detectar y/o supervisar un estado de un desgasificador de un analizador de acuerdo con la presente divulgación.

Se divulga y propone además un programa informático que incluye instrucciones ejecutables por ordenador para realizar el procedimiento de acuerdo con la presente divulgación en uno o más de los modos de realización incluidos en el presente documento cuando el programa se ejecuta en un ordenador o red de ordenadores.

Específicamente, el programa informático se puede almacenar en un soporte de datos legible por ordenador. Por tanto, específicamente, una, más de una o incluso todas las etapas de procedimiento, como se divulga en el presente documento, se pueden realizar usando un ordenador o red de ordenadores, preferentemente usando un programa informático.

5

Se divulga y propone además un producto de programa informático que tiene un código de programa para realizar el procedimiento de acuerdo con la presente divulgación en uno o más de los modos de realización incluidos en el presente documento cuando el programa se ejecuta en un ordenador o red de ordenadores. Específicamente, el código de programa se puede almacenar en un soporte de datos legible por ordenador.

10

Se divulga y propone además un soporte de datos que tiene una estructura de datos almacenada en el mismo, que, después de cargarse en un ordenador o red de ordenadores, tal como en una memoria de trabajo o memoria principal del ordenador o red de ordenadores, puede ejecutar el procedimiento de acuerdo con uno o más de los modos de realización divulgados en el presente documento.

15

Se divulga y propone además un producto de programa informático con código de programa almacenado en un soporte legible por máquina para realizar el procedimiento de acuerdo con uno o más de los modos de realización divulgados en el presente documento, cuando el programa se ejecuta en un ordenador o red de ordenadores. Como se usa en el presente documento, un producto de programa informático se refiere al programa como un producto comercializable. El producto puede existir, en general, en un formato arbitrario, tal como en un formato impreso, o en un soporte de datos legible por ordenador. Específicamente, el producto de programa informático se puede distribuir a través de una red de datos.

20

Se divulga y propone además una señal de datos modulada que contiene instrucciones legibles por un sistema informático o red de ordenadores para realizar el procedimiento de acuerdo con uno o más de los modos de realización divulgados en el presente documento.

25

En referencia a los aspectos implementados por ordenador de la presente divulgación, una o más de las etapas de procedimiento o incluso todas las etapas de procedimiento del procedimiento de acuerdo con uno o más de los modos de realización divulgados en el presente documento se pueden realizar usando un ordenador o red de ordenadores. Por tanto, en general, se puede realizar cualquiera de las etapas de procedimiento, incluyendo la provisión y/o manipulación de datos usando un ordenador o red de ordenadores. En general, estas etapas de procedimiento pueden incluir cualquiera de las etapas de procedimiento, típicamente excepto por las etapas de procedimiento que requieran un trabajo manual, tales como proporcionar las muestras y/o determinados aspectos de realización de mediciones.

30

Se divulga y propone además un ordenador, o red de ordenadores, que comprende al menos un procesador, en el que el procesador está adaptado para realizar el procedimiento de acuerdo con uno de los modos de realización descritos en esta descripción.

35

40

Se divulga y propone además una estructura de datos cargable en ordenador que está adaptada para realizar el procedimiento de acuerdo con uno de los modos de realización descritos en esta descripción mientras la estructura de datos se ejecuta en un ordenador.

45

Se divulga y propone además un medio de almacenamiento, en el que una estructura de datos está almacenada en el medio de almacenamiento y en el que la estructura de datos está adaptada para realizar el procedimiento de acuerdo con uno de los modos de realización descritos en esta descripción después de haberse cargado en un almacenamiento principal y/o de trabajo de un ordenador o de una red de ordenadores.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento automatizado para detectar y/o supervisar un estado de un desgasificador (5) de un analizador,  
5 en el que el desgasificador incluye un recipiente (1) configurado para evacuarse, comprendiendo el procedimiento: obtener una serie temporal de valores indicativos de presiones en el interior del recipiente,  
10 en el que la serie temporal abarca un periodo durante el que el recipiente se evacúa o presuriza; y determinar un estado de nivel de líquido del desgasificador que se determina por una cantidad de líquido (4) presente en el recipiente en base a la serie temporal.
- 15 2. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además: procesar la serie temporal para estimar una cantidad de líquido en el recipiente; y determinar el estado de nivel de líquido del desgasificador en base a la cantidad estimada de líquido.
- 20 3. El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, en el que determinar el estado de nivel de líquido del desgasificador en base a la serie temporal incluye usar un modelo de un procedimiento de presurización o evacuación del recipiente parametrizado por una cantidad de líquido presente en el recipiente, opcionalmente en el que el modelo usa un volumen libre del recipiente como un parámetro libre.
- 25 4. El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que determinar el estado de nivel de líquido del desgasificador en base a la serie temporal incluye analizar una conformación de la serie temporal.
5. El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que determinar el estado de nivel de líquido del desgasificador en base a la serie temporal incluye evaluar uno o más de:  
30 un nivel de presión en un tiempo predeterminado;  
una magnitud de una caída de presión;  
35 una magnitud de un aumento de presión;  
una velocidad de una caída de presión; y  
una velocidad de un aumento de presión.
- 40 6. El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que las etapas de obtener una serie temporal y determinar un estado de nivel de líquido se realizan automáticamente en intervalos regulares y/o en reacción a acontecimientos desencadenantes predeterminados, opcionalmente en el que las etapas de obtener una serie temporal y determinar un estado de nivel de líquido se realizan automáticamente durante la puesta en  
45 marcha o en un procedimiento de comprobación.
7. El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que determinar un estado de nivel de líquido del desgasificador incluye determinar si el desgasificador está en uno de dos o más estados discretos, opcionalmente en el que los estados discretos incluyen dos o más de un estado normal en el que un nivel de líquido es tolerable y al menos un estado crítico en el que el nivel de líquido se acerca a un nivel crítico.
- 50 8. El procedimiento de la reivindicación 7, en el que los estados discretos incluyen múltiples estados críticos que requieren diferentes tipos de intervenciones.
- 55 9. El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 8, en el que cada estado discreto corresponde a un intervalo particular de niveles de líquido en el recipiente.
10. El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes 1 a 9, que comprende además:  
60 dependiendo del estado de nivel de líquido determinado del desgasificador, desencadenar automáticamente una respuesta del analizador automatizado.
11. El procedimiento de la reivindicación 10, en el que la respuesta incluye uno o más de:  
65 registrar la serie temporal de valores,

emitir información con respecto al estado de nivel de líquido en una interfaz de usuario del analizador automatizado,

emitir una advertencia,

5

desencadenar una operación de revisión o mantenimiento,

programar una operación de revisión o mantenimiento, y

10

detener el funcionamiento del desgasificador y/o del analizador automatizado.

12. El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes 1 a 11, que comprende además informar automáticamente a uno o más de diferentes receptores con respecto al estado de nivel de líquido del desgasificador.

15

13. El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes 1 a 12, que comprende además: predecir un estado crítico del desgasificador en base a múltiples determinaciones de un estado de nivel de líquido, opcionalmente en el que predecir un estado crítico del desgasificador en base a múltiples determinaciones de un estado de nivel de líquido incluye extrapolar el estado de nivel de líquido en base a las múltiples determinaciones para predecir un desarrollo futuro del nivel de líquido en el recipiente.

20

14. Un sistema informático que está configurado para llevar a cabo las etapas de los procedimientos de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, opcionalmente en el que el sistema informático es un controlador de un analizador.

25

15. Un medio legible por ordenador que tiene instrucciones almacenadas en el mismo que, cuando se llevan a cabo por un sistema informático, instan al sistema informático a llevar a cabo las etapas de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13.

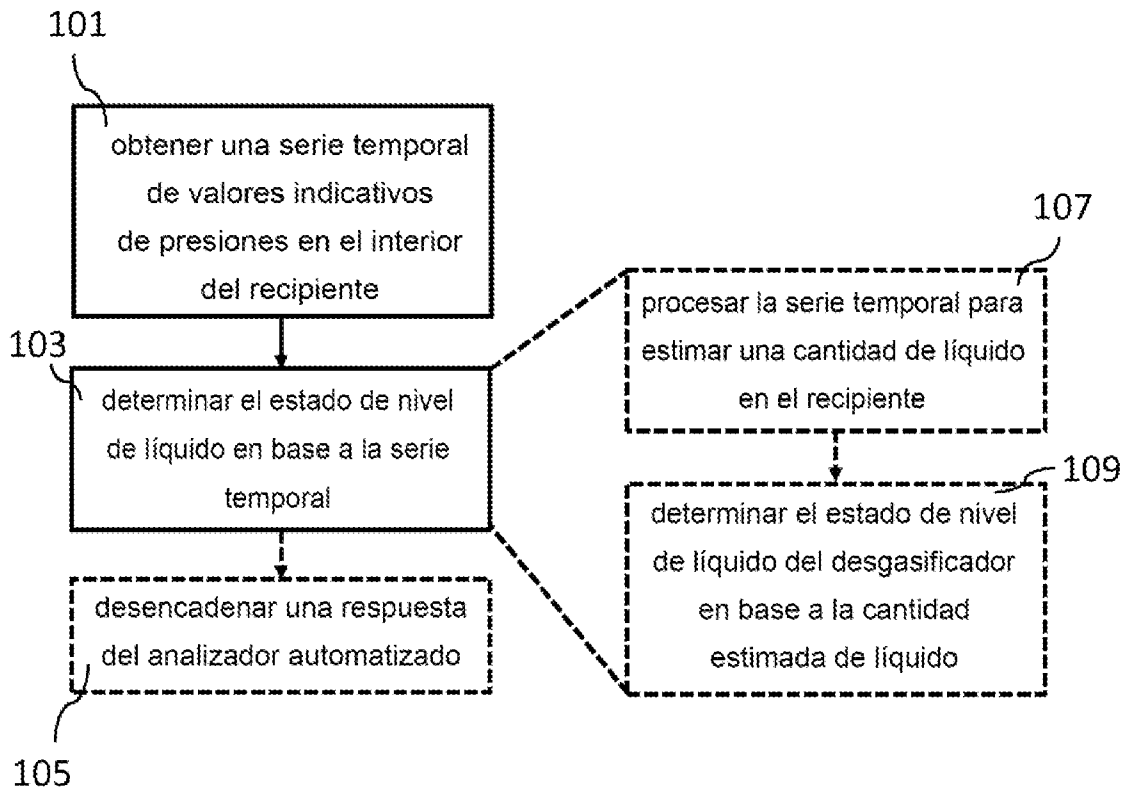


FIG. 1

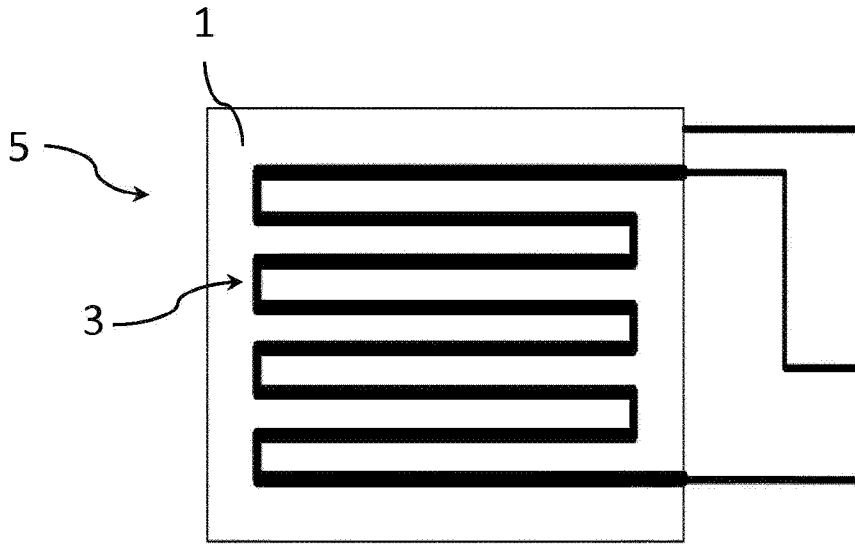


FIG. 2a

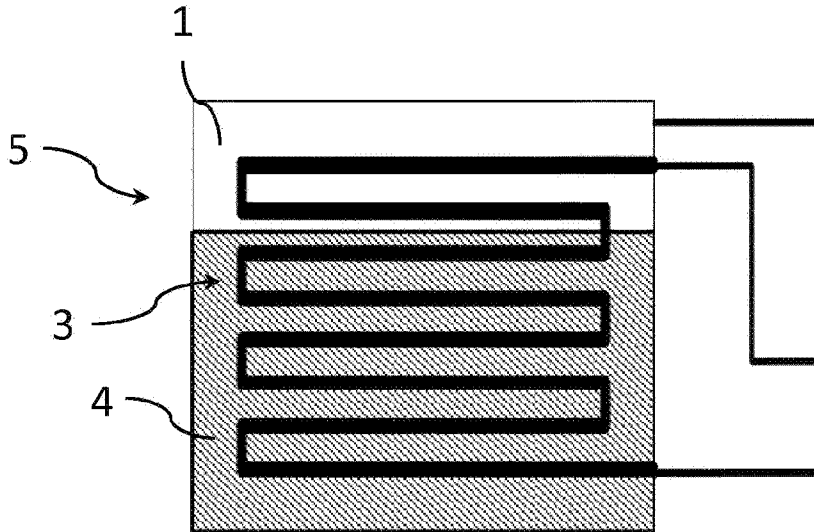
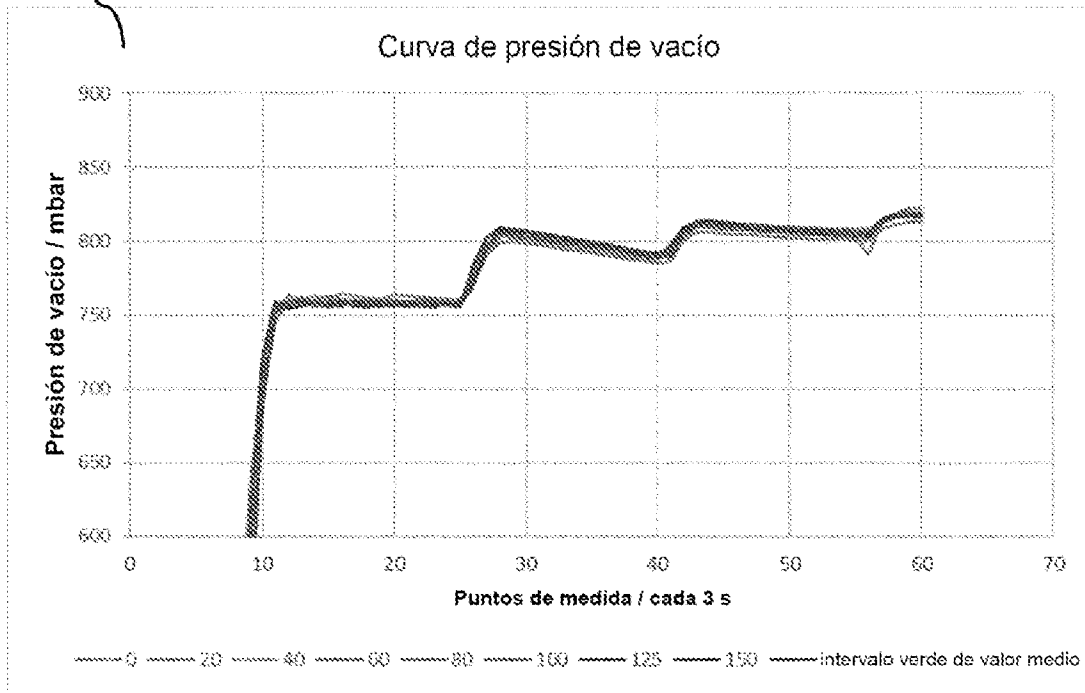


FIG. 2b

301



302

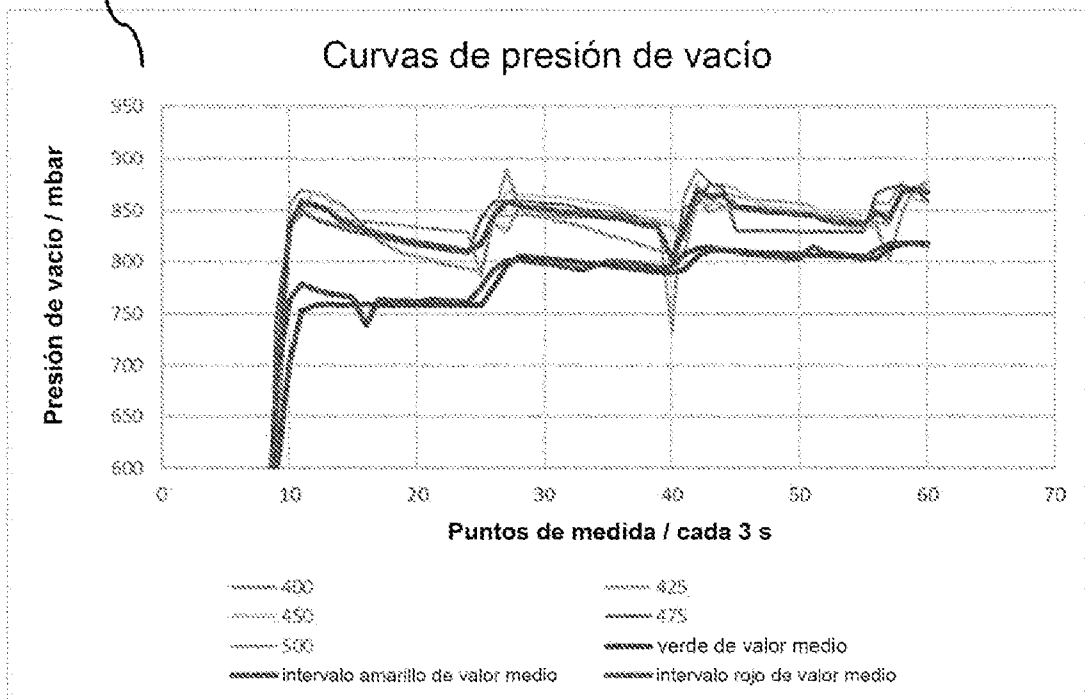


FIG. 3

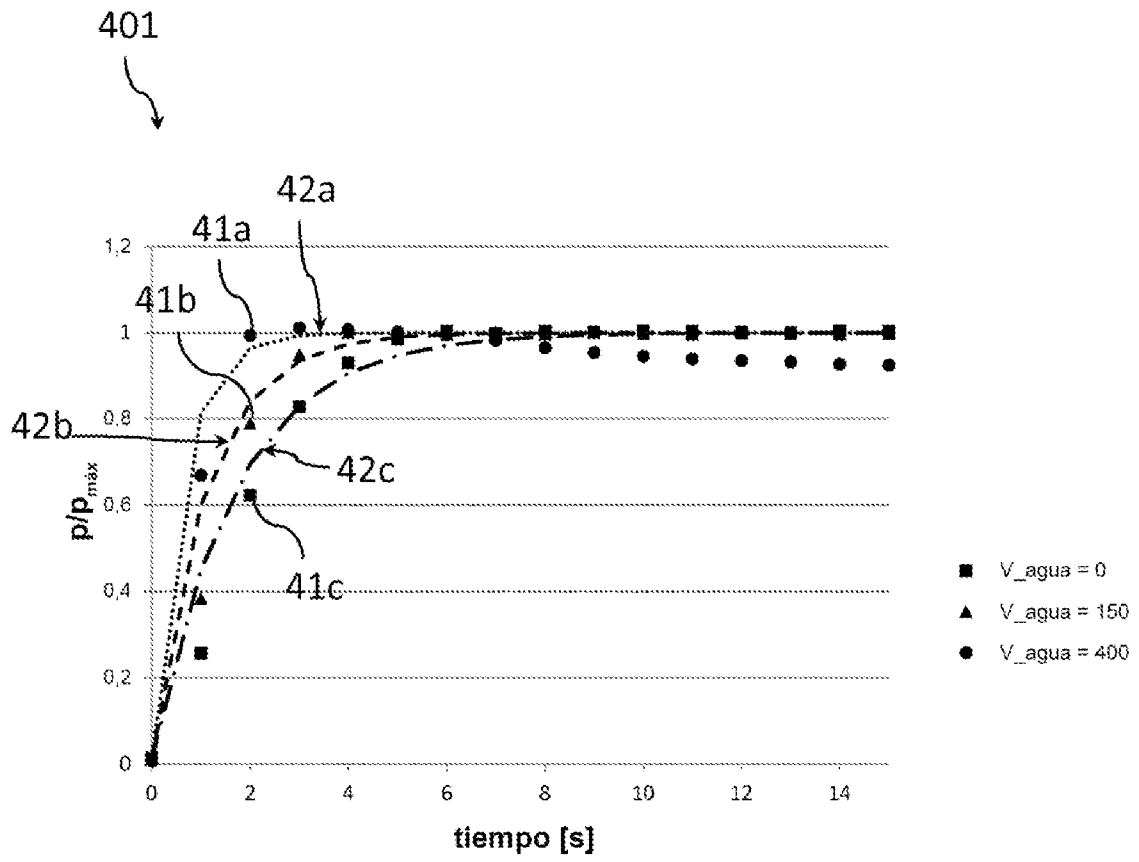


FIG. 4

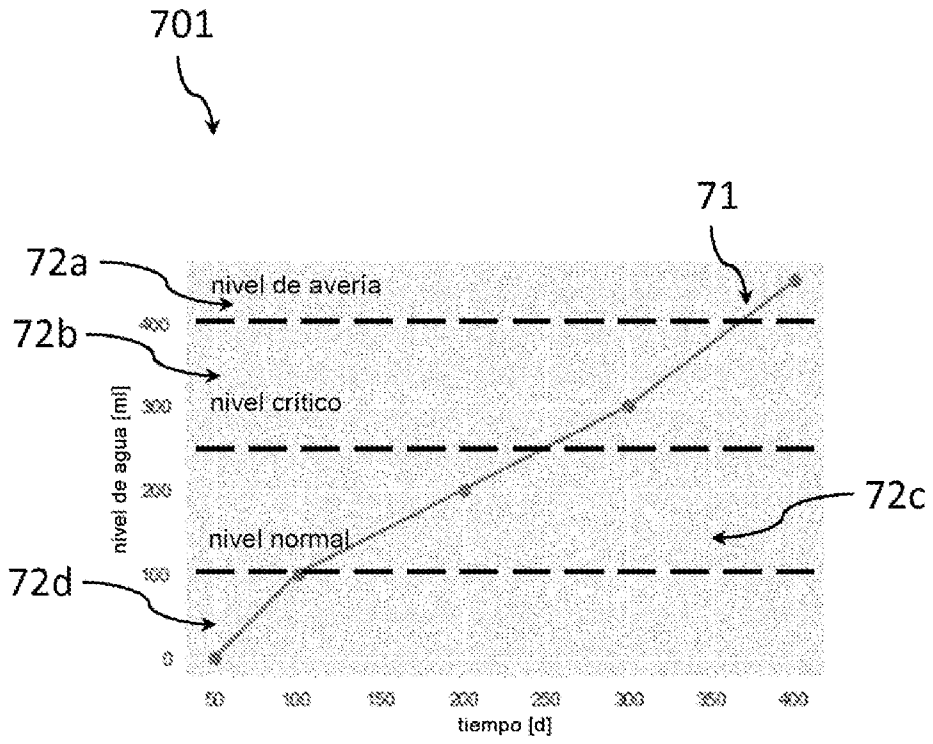


FIG. 5

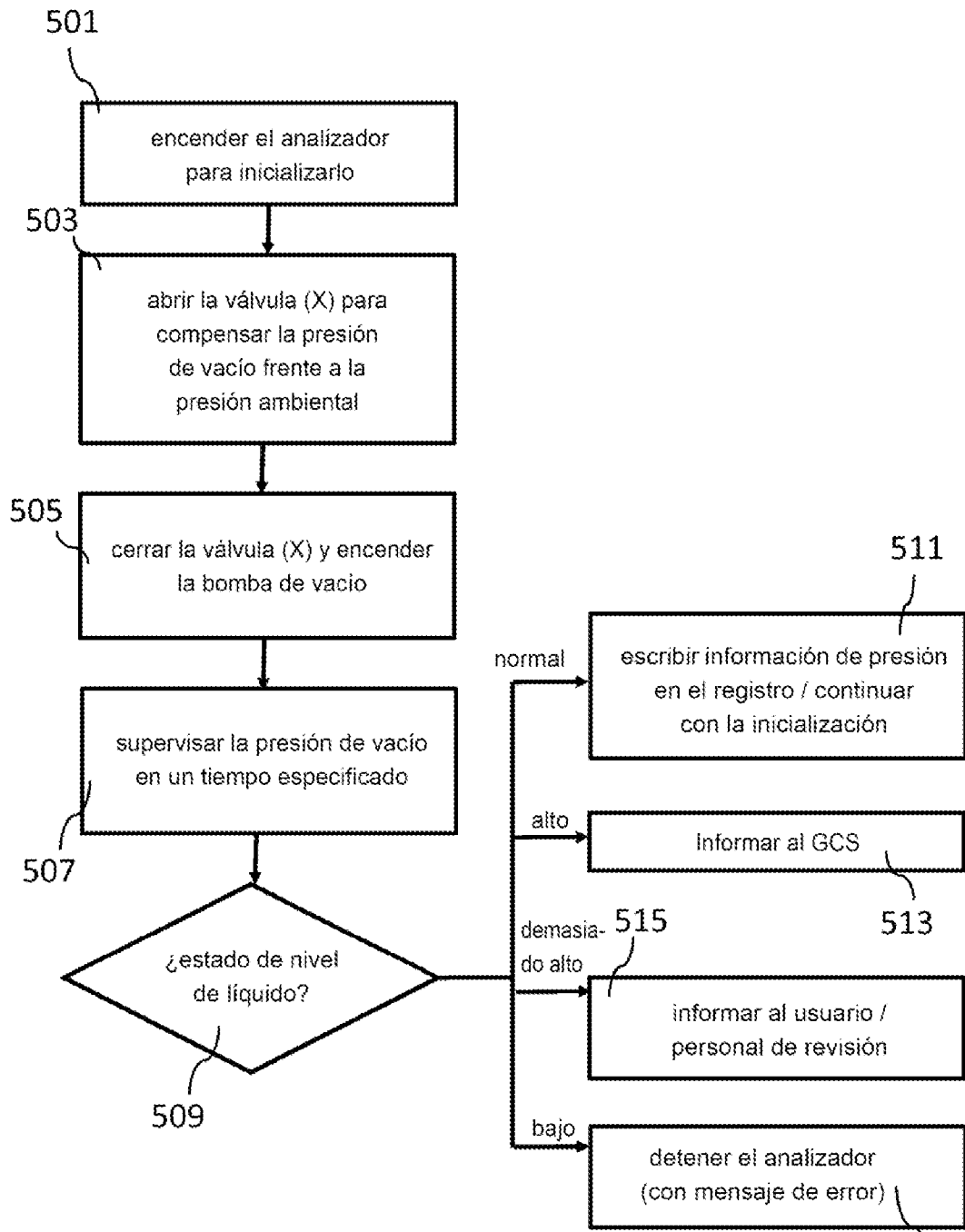
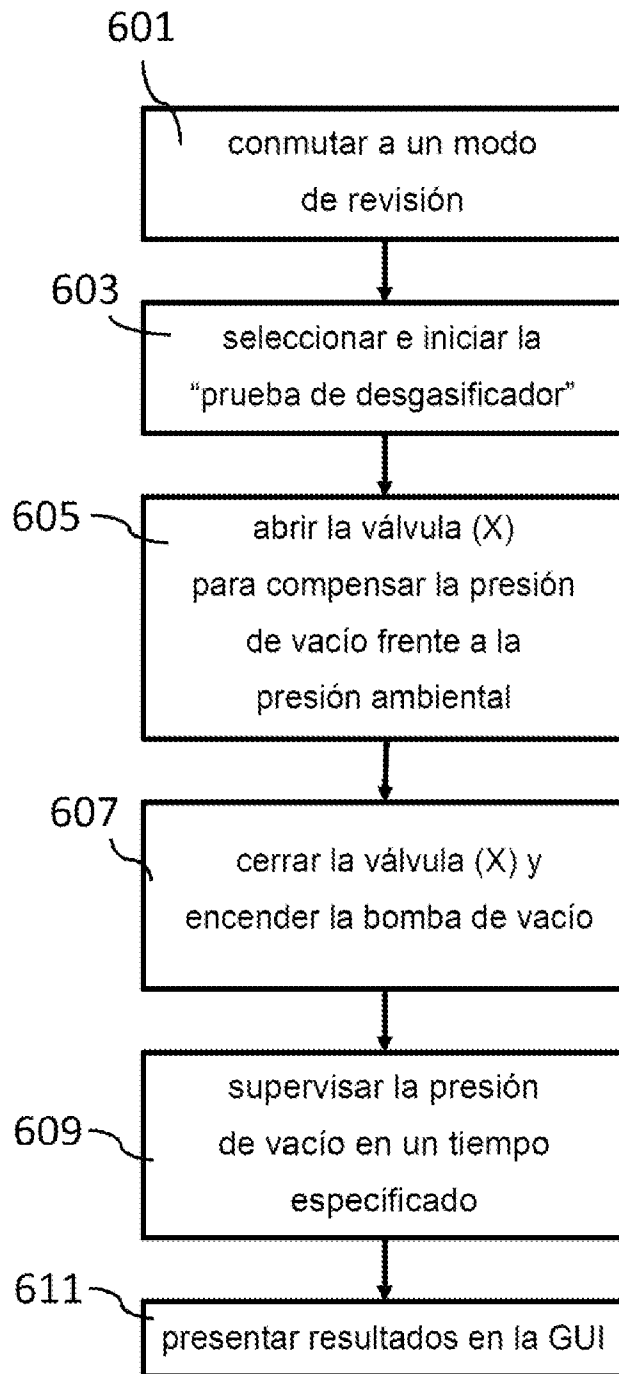


FIG. 6

517



**FIG. 7**

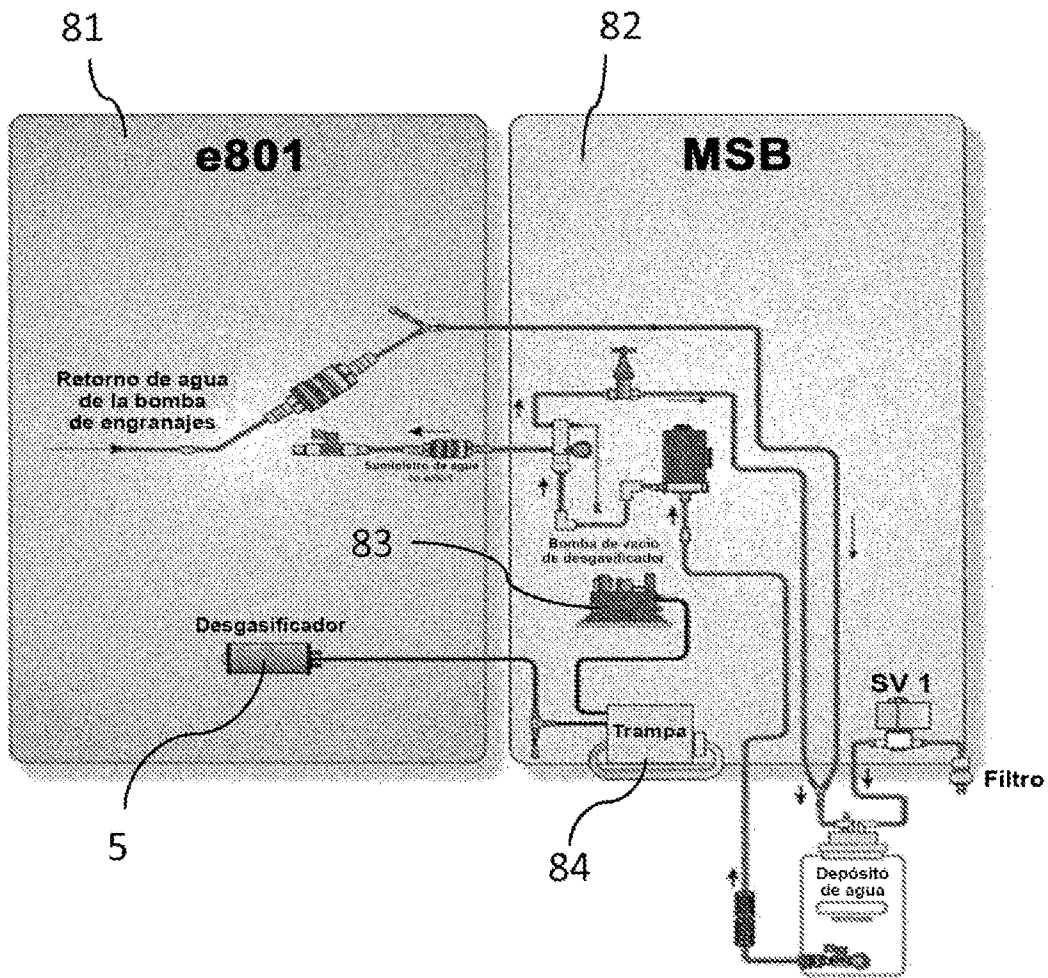


FIG. 8