

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 672 072**

51 Int. Cl.:

G01L 11/02 (2006.01)

G01N 21/35 (2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.05.2010 PCT/EP2010/003113**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.12.2010 WO10136154**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.05.2010 E 10730064 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.04.2018 EP 2433108**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para la medición óptica de la presión de un gas en un recipiente cerrado**

30 Prioridad:

23.05.2009 DE 102009022465

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

12.06.2018

73 Titular/es:

**HEUFT SYSTEMTECHNIK GMBH (100.0%)
Brohltalstrasse 31-33
56659 Burgbrohl, DE**

72 Inventor/es:

**BAUMANN, BERND y
WOLFF, MARCUS**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 672 072 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

Procedimiento y dispositivo para la medición óptica de la presión de un gas en un recipiente cerrado

5 La presente invención se refiere a un procedimiento y a un dispositivo para la medición óptica de la presión de un gas en un recipiente cerrado.

10 Para medir la presión en botellas de bebida se conocen procedimientos, que se basan en una expansión volumétrica múltiple (documentos AT 409 673, GB 2.373.584, US 6.874.351). Dado que la bebida tiene que llenarse en una cámara de medición especial, estos procedimientos permiten exclusivamente mediciones de muestras aleatorias. Los sensores de presión introducidos en las botellas, conocidos por ejemplo por el documento DE 10 2007 027 708 A1, tampoco posibilitan una medición en línea. Por los documentos DE 10 2006 001 902 B4, DE 10 2006 030 296 A1 y JP 00 2006 030 161 AA se conocen procedimientos para la medición óptica de la presión en el recipiente cerrado, en los que la línea de absorción del gas encerrado se mide con ayuda de un láser. Para ello tiene que garantizarse que el láser emita solo un modo longitudinal, que además pueda sintonizarse espectralmente de manera reproducible. Esto lo posibilitan exclusivamente los láseres de alto precio. Además, para ello se necesita un control excepcionalmente exacto de la corriente de funcionamiento y de la temperatura de funcionamiento del láser, lo que aumenta adicionalmente la complejidad. La medición exacta de una línea de absorción dura tanto que estos procedimientos no son adecuados para una automatización. Dado que las líneas de absorción, tal como se expone más adelante detalladamente, se expanden a altas presiones tanto que se fusionan con las líneas adyacentes, las líneas se vuelven indistinguibles con una presión creciente y se reduce la exactitud de medición. A partir de una determinada presión, las líneas se vuelven indistinguibles. Por tanto, el procedimiento presenta también solo un intervalo de medición limitado y está previsto para presiones reducidas.

25 Por el documento EP 1 450 139 se conoce un procedimiento para determinar todo el flujo másico de aire mediante una máquina motriz de combustión. Para ello se determina la concentración de dióxido de carbono mediante la detección del espectro de absorción infrarrojo. Para la evaluación se compara el espectro de absorción de dióxido de carbono medido con un gran número de espectros de absorción de dióxido de carbono simulados computacionalmente, para encontrar una coincidencia. Los espectros de absorción de dióxido de carbono simulados computacionalmente corresponden a diferentes temperaturas y diferentes concentraciones del dióxido de carbono.

30 Por el documento US 2005/0022603 A1 se conoce un procedimiento para determinar la presión en un recipiente cerrado. A este respecto, la longitud de onda de un láser se modula periódicamente en un intervalo de longitud de onda, que comprende al menos una línea de absorción del gas que debe estudiarse. Las señales de salida eléctricas que se generan mediante la longitud de onda modulada periódicamente se someten a continuación a un filtrado de frecuencia con un filtro pasobanda o un filtro con una frecuencia umbral. Las señales filtradas se evalúan entonces en cuanto a la presión del gas.

40 Por el documento DE 27 27 976 se conoce un procedimiento para determinar la presión parcial y la concentración de un gas, en el que a través de una rueda de filtro se llevan un filtro de referencia llenado con un gas y un filtro evacuado de manera alterna a una trayectoria de un rayo, para determinar a partir de la diferencia de intensidad la presión parcial del gas.

45 Por el documento US 5.614.718 se conoce un procedimiento para determinar una presión parcial, en el que se determina un modelo de predicción y con ayuda de un análisis espectral se asocia a valores registrados mediante el modelo de predicción un valor de presión.

50 Por el documento WO 2008/053507 A2 se conoce un procedimiento para detectar una presión de gas, en el que se libera un espectro de presión registrado de efectos perturbadores superpuestos, para medir la línea de absorción.

Por el resumen de patente del documento JP 62 156543 se conoce un procedimiento para medir una presión parcial de un gas, en el que se divide un rayo de luz transmitido a través de un divisor de haz con la longitud de onda de absorción.

55 Por el documento EP 1 808 683 se conoce un procedimiento para determinar la presión de un gas o de una mezcla de gases en un depósito de depresión por medio de espectroscopía de absorción. A este respecto se registran dos curvas de absorción y se asocian entre sí a través de un factor de proporcionalidad, correspondiendo el factor de proporcionalidad a la presión parcial.

60 Por el documento US 5.573.161 se ha dado a conocer un procedimiento para determinar la concentración de dióxido de carbono en botellas, en el que se evalúa la intensidad de la radiación transmitida para la longitud de onda de absorción.

65 La invención se basa en el objetivo de proporcionar para una medición óptica de la presión de un gas en un recipiente cerrado un procedimiento lo más sencillo y robusto posible así como un dispositivo para realizar el procedimiento, que también sean adecuados para un uso industrial.

Según la invención, el objetivo se alcanza mediante un procedimiento con las características de la reivindicación 1.

5 En el procedimiento según la invención se dirige una radiación de un radiador a través del recipiente y se mide en un detector la radiación transmitida. Según la invención, la radiación del radiador presenta al menos un primer intervalo de longitud de onda, en el que tiene lugar una absorción de la radiación mediante el gas. Es decir, el radiador irradia en un espectro de longitud de onda, que presenta al menos una línea de absorción del gas que debe medirse. Un detector detecta la intensidad de la radiación transmitida en un segundo intervalo de longitud de onda. A este respecto, el segundo intervalo de longitud de onda se selecciona de tal manera que se solapa al menos en el intervalo de absorción con el primer intervalo de longitud de onda del radiador. Según la invención, una intensidad acumulada de la radiación detectada en el segundo intervalo de longitud de onda se asocia a una presión del gas. La asociación tiene lugar preferiblemente a través de una curva característica, que en función de la intensidad acumulada de la radiación detectada indica un valor de presión.

15 En el procedimiento según la invención, el radiador irradia en el primer intervalo de longitud de onda con un espectro continuo. A diferencia de las soluciones del estado de la técnica, que trabajan con luz láser, en el procedimiento según la invención puede usarse un radiador con un espectro continuo. Esto tiene la ventaja de que puede prescindirse de una modulación de las longitudes de onda. La intensidad acumulada se determina en un segundo intervalo de longitud de onda mediante la suma o integración de la intensidad a lo largo de la longitud de onda.

20 En el procedimiento según la invención no tiene lugar, a diferencia de en los procedimientos conocidos por el estado de la técnica, ningún análisis espectral en el que se utilice un láser sintonizable espectralmente, para detectar de la manera más exacta posible la posición de la línea de absorción. El procedimiento según la invención se basa en el conocimiento de que la intensidad acumulada de la radiación detectada en el segundo intervalo de longitud de onda es también un indicador muy exacto de la presión del gas que debe medirse. Este conocimiento permite proporcionar un procedimiento de medición especialmente sencillo y robusto, en el que el radiador irradia en un primer intervalo de longitud de onda y el detector detecta una intensidad acumulada de la radiación transmitida.

30 En una configuración preferida tiene lugar el direccionamiento de la radiación a través del gas en la fase gaseosa. Alternativamente también es posible dirigir la radiación a través de la fase líquida, para medir la presión del gas disuelto.

35 En una configuración preferida, como radiador está previsto un radiador térmico, cuyo espectro irradiado corresponde a un espectro de Planck. Tales radiadores son especialmente robustos y pueden ajustarse mediante el ajuste de su temperatura al primer intervalo de longitud de onda deseado.

40 En una configuración alternativa está previsto usar como radiador al menos un diodo emisor de luz. El diodo emisor de luz emite radiación en un intervalo de frecuencia más estrecho que el radiador de Planck mencionado anteriormente. Sin embargo, hoy en día están disponibles diodos emisores de luz robustos, que irradian en un espectro suficientemente ancho, que puede considerarse como continuo en un intervalo de longitud de onda.

45 Según la invención, el segundo intervalo de longitud de onda del detector, en el que se determina la intensidad acumulada, comprende igualmente el intervalo de longitud de onda, en el que tiene lugar una absorción de la radiación mediante el gas. Se ha descubierto que los valores de presión determinados según la invención son especialmente fiables, cuando las longitudes de onda, que contribuyen al valor acumulado para la intensidad, se encuentran en el espectro de absorción.

50 En una configuración posible puede estar previsto limitar la radiación del primer intervalo de longitud de onda del radiador mediante uno o varios filtros al segundo intervalo de longitud de onda. El detector detecta la radiación en el segundo intervalo de longitud de onda y determina a partir de la misma la intensidad acumulada.

55 En una configuración preferida del procedimiento según la invención, la asociación de los valores para la intensidad acumulada al valor de presión del gas tiene lugar a través de una curva característica. Mediante una curva característica predeterminada puede asociarse la intensidad acumulada a un valor de presión, que corresponde a la presión del gas en el recipiente cerrado.

60 El procedimiento según la invención es especialmente adecuado para medir la presión en el caso de dióxido de carbono. Como es sabido, el dióxido de carbono presenta una banda de absorción para longitudes de onda de entre 1,9 μm y 2,1 μm , dependiendo de la absorción de la presión. Sin embargo, el procedimiento según la invención también es básicamente adecuado para utilizarse en el caso de otros gases.

65 Tres aplicaciones del procedimiento son especialmente ventajosas, dado que las condiciones ambientales requieren un procedimiento robusto. La primera posibilidad de aplicación preferida consiste en dirigir la radiación a través de una botella de bebida cerrada. De este modo puede medirse la presión de dióxido de carbono en la botella. Esta medición tiene lugar de manera rápida y fiable y también puede utilizarse en el llenado de botellas.

Una aplicación adicional consiste en una comprobación de un relleno de gas protector. En particular en la técnica

alimentaria se utilizan rellenos de gas protector, para mejorar la conservación de productos alimenticios. A este respecto existe la necesidad de comprobar si el relleno de gas protector se ha introducido debidamente. Con el procedimiento según la invención puede detectarse de manera fiable la presión del relleno de gas protector o de un componente del relleno de gas protector, con lo que puede establecerse la introducción debida del relleno de gas protector.

Una posibilidad de aplicación adicional de la invención consiste en la comprobación de recipientes cerrados a vacío. Tales recipientes se utilizan por ejemplo en la industria alimentaria. En el envase a vacío puede establecerse de manera fiable con ayuda del procedimiento según la invención, que en el recipiente hay una presión baja, de modo que existe un cierre a vacío debido.

El objetivo según la invención se alcanza igualmente mediante un dispositivo para la medición óptica de la presión con las características de la reivindicación 13.

El dispositivo según la invención consiste en un radiador, un detector y una unidad de evaluación. El radiador genera una radiación en un primer intervalo de longitud de onda, seleccionándose el primer intervalo de longitud de onda de tal manera que tenga lugar una absorción de la radiación mediante el gas. Es decir, el gas presenta al menos una línea de absorción en el primer intervalo de longitud de onda. El detector detecta la intensidad de la radiación transmitida a través del recipiente y del gas en un segundo intervalo de longitud de onda, solapándose el segundo intervalo de longitud de onda al menos en el intervalo de absorción con el primer intervalo de longitud de onda. La unidad de evaluación asocia la intensidad acumulada en el segundo intervalo de longitud de onda de la radiación detectada a un valor de presión. La etapa de la acumulación tiene lugar por motivos técnicos preferiblemente mediante el detector, que detecta directamente a través del segundo intervalo de longitud de onda la intensidad acumulada de la radiación. El dispositivo según la invención puede producirse de manera económica con componentes sencillos y apropiados para su utilización a nivel industrial.

Preferiblemente se utiliza un radiador térmico, cuyo espectro irradiado corresponde a un espectro de Planck. Alternativamente también es posible prever como radiador uno o varios diodos emisores de luz con un espectro continuo. Igualmente puede utilizarse un láser, en particular un láser semiconductor.

En una configuración preferida, el detector presenta dentro del segundo intervalo de longitud de onda varios intervalos de medición conmutables, en los que para diferentes intervalos de presión del gas puede determinarse el valor de presión. En el caso de una utilización, en la que es necesario medir a lo largo de un gran intervalo de presión, puede ser conveniente prever en el detector intervalos de medición conmutables, que puedan seleccionarse según los requisitos.

Convenientemente, en la unidad de evaluación la asociación de la intensidad acumulada al valor de presión tiene lugar a través de una curva característica. En la unidad de evaluación está depositada para ello una curva característica predeterminada, que asocia unívocamente un valor para la intensidad acumulada a un valor de presión del gas.

Preferiblemente, en la unidad de evaluación también pueden estar previstas varias curvas características en función del espectro de transmisión del recipiente, que en cada caso en función de la intensidad acumulada predeterminan el valor de presión. El uso de diferentes curvas características considera el hecho de que la intensidad de la radiación acumulada depende también del espectro de transmisión del recipiente.

La invención se explicará a continuación más detalladamente mediante las figuras. Muestran:

- la Figura 1, la transmisión a través de un tramo de absorción llenado con CO₂ en función de la presión en un intervalo de longitud de onda de desde 2,00370 μm hasta 2,00380 μm,
- la Figura 2, la transmisión a través de un tramo de absorción llenado con CO₂ en función de la presión en un intervalo de longitud de onda de desde 1,98 μm hasta 2,04 μm,
- la Figura 2a, el espectro de transmisión según la Figura 2, representándose el valor acumulado de la intensidad de manera resaltada,
- la Figura 3, una representación esquemática, en la que la radiación se dirige a través de una fase gaseosa,
- la Figura 4, una representación esquemática, en la que la radiación se dirige a través de una fase líquida y
- la Figura 5, una curva característica para una asociación de la intensidad acumulada al valor de presión.

Para entender mejor la invención se anteponen los principios físicos básicos de la medición óptica de la presión de gases:

La medición óptica de la presión se basa en la absorción de radiación electromagnética mediante moléculas según la ley de Lambert-Beer

$$I_{\text{Trans}} = I_0 \exp(-\alpha d)$$

siendo I_{Trans} la intensidad transmitida, I_0 la intensidad irradiada, α el coeficiente de absorción y d la longitud de trayectoria a través del volumen de medición. Para el coeficiente de absorción dependiente de la frecuencia ν es aplicable:

$$\alpha(\nu) = \sigma(\nu)N,$$

siendo N el número de las moléculas absorbentes por volumen y $\sigma(\nu)$ la sección transversal de acción de la absorción en función de la longitud de onda. De la ley de los gases ideales se deduce que la densidad de moléculas ρ (número de partículas por volumen) a temperatura constante T es proporcional a la presión p (κ : constante de Boltzmann):

$$\rho = p/(\kappa T).$$

Cuando la transmisión se mide a una longitud de onda determinada, puede determinarse por tanto la presión a partir de la misma.

Si se usa una fuente de radiación espectralmente ancha, tal como por ejemplo un radiador térmico o un diodo emisor de luz LED, la absorción no tiene lugar solo en una línea de absorción, sino en al menos una banda de absorción, que consiste en varias líneas de absorción. Las líneas de absorción no son infinitamente nítidas, sino que presentan un perfil espectral. Es aplicable

$$\sigma(\nu) = SG(\nu - \nu_0)$$

siendo la intensidad de línea S , la función de forma lineal $G(\nu - \nu_0)$ y la frecuencia del centro de la línea ν_0 . A presiones mayores ($p \gg 100$ hPa) puede partirse de que la línea presenta un perfil de Lorentz:

$$G(\nu - \nu_0) = \frac{\Delta\nu / 2\pi}{(\nu - \nu_0)^2 + (\Delta\nu / 2)^2}.$$

A este respecto, la anchura de línea $\Delta\nu$ es directamente proporcional a la presión p :

$$\Delta\nu = \frac{\sqrt{8}a^2}{\sqrt{\pi m \kappa T}} p,$$

siendo a el diámetro de molécula y m la masa molecular. Con una presión creciente las líneas de absorción debido a la densidad de moléculas creciente se vuelven por tanto no solo más intensas, sino también más anchas. En el caso de usar fuentes de radiación espectralmente anchas, la señal de transmisión representa entonces la integral de la transmisión a lo largo del intervalo de emisión espectral de la fuente de radiación agrupada con la sensibilidad espectral del detector.

La Figura 1 muestra un ejemplo sencillo, en el que se mide la transmisión en un intervalo de longitud de onda muy estrecho. En este caso se obtiene como resultado una clara dependencia de presión de la intensidad para el intervalo de longitud de onda estrecho.

Sin embargo, si se quiere evaluar igualmente el ensanchamiento de línea en función de la presión representado en última instancia, entonces es útil medir a lo largo de un intervalo de longitud de onda mayor. La Figura 2 muestra a modo de ejemplo la transmisión medida a lo largo del intervalo de longitud de onda mayor. En función de la presión se obtiene como resultado una curva de transmisión aproximadamente en forma de W , que presenta además una estructura ondulada fina. La Figura 2 ilustra los dos fenómenos discutidos anteriormente. Por un lado puede reconocerse claramente que la curva de transmisión adopta con una presión creciente siempre valores menores. Igualmente, en la Figura 2 puede reconocerse claramente que la curva de transmisión se vuelve más ancha con una presión creciente.

Por otro lado, la Figura 2 muestra también claramente que la evaluación del valor de transmisión para exactamente una longitud de onda es muy difícil debido a la estructura ondulada fina superpuesta. Además sucede que la posición exacta de esta estructura ondulada fina depende de la temperatura, con lo que se dificulta la medición aun adicionalmente.

En el procedimiento según la invención se mide, para determinar la presión, la intensidad acumulada de la radiación transmitida. Esto corresponde a la superficie representada de manera rayada en la Figura 2a. Puede reconocerse claramente que, debido a la acumulación de la intensidad, la estructura ondulada fina superpuesta presente en la curva de transmisión no tiene ninguna importancia decisiva sobre el valor de presión. Además sucede que

precisamente mediante la interacción de los dos efectos puede detectarse de manera especialmente precisa la presión.

5 La Figura 5 muestra los resultados de medición en un intervalo de presión de desde 0 bar hasta 4 bar (desde 0 MPa hasta 0,4 MPa) y los valores de señal correspondientes en voltios para una célula fotosensible. Puede reconocerse claramente que los valores acumulados siguen muy bien una recta 20. La desviación de los valores 22 con respecto a la recta 20 conduce a imprecisiones en la medición de la presión, que se encuentran en el intervalo de 1/100 bar (1/10 MPa) o menos, y que no son relevantes para una aplicación industrial.

10 Con el procedimiento según la invención ya no se mide la curva de absorción del gas con un láser de un solo modo sintonizable espectralmente. La presión se determina según el procedimiento según la invención directamente por toda la curva de transmisión. Esto posibilita según la invención una medición más sencilla, más rápida y más económica de la presión usando sensores más compactos. La sencillez aumenta al mismo tiempo también el potencial de automatización. Dado que las variaciones de la transmisión a presiones mayores son especialmente
15 claras, el nuevo procedimiento permite además según la invención una exactitud de medición mayor y un intervalo de medición mayor.

Una configuración ventajosa de la invención prevé que en el caso de la fuente de radiación se trate de un radiador térmico, que emite un espectro de Planck. Estos radiadores son especialmente económicos y fáciles de hacer
20 funcionar y posibilitan según la invención una medición más sencilla, más rápida y más económica de la presión. Además, la absorción puede aprovecharse en toda una banda de absorción (o varias), lo que excluye una desintonización espectral del radiador y aumenta así según la invención el potencial de automatización.

Según una configuración ventajosa adicional, para el estrechamiento espectral del radiador térmico se intercala un
25 filtro óptico en la trayectoria del rayo. Dado que el espectro de emisión puede adaptarse así exactamente a la absorción del componente absorbente, esta medida permite una mayor exactitud de medición.

Una configuración adicional prevé que en el caso de la fuente de radiación se trate de un LED. Su espectro de
30 emisión puede adaptarse perfectamente a la absorción del componente de absorción. Esta medida permite una mayor exactitud de medición. Dado que los LED son fuentes de radiación muy pequeñas, permite además sensores especialmente compactos.

La utilización de un láser como fuente de radiación posibilita mediante el alto nivel de emisión espectral grandes
35 señales, que aumentan la sensibilidad de medición. Si se trata además de un láser semiconductor, esto permite sensores especialmente compactos.

Una configuración adicional describe la utilización de una fuente de radiación modulada en combinación con un
40 procesamiento de radiación selectivo para la frecuencia. Esta medida elimina las señales de fondo y aumenta así la sensibilidad de medición.

La reflexión de la radiación tras pasar el recipiente y volver a pasar el recipiente permite de manera correspondiente
a una configuración un aumento de la sensibilidad de medición. La reflexión múltiple con reflectores adicionales
permite un aumento adicional de la sensibilidad de medición.

45 El potencial de automatización se aumenta porque la calibración tiene lugar mediante una medición de la radiación sin recipiente en la trayectoria del rayo. Una configuración prevé esto.

Un primer ejemplo de realización de la invención se representa en la Figura 3. Este representa una aplicación de la
50 invención en el control de calidad de la producción de vino espumoso. El champán, el cava, el vino de aguja, el prosecco, etc. se producen en un procedimiento de fermentación en botella. La mayor parte del dióxido de carbono (CO₂) que se produce durante la fermentación se disuelve en el líquido. Sin embargo, también se acumula en parte por encima del líquido, hasta que se ha ajustado un equilibrio con el CO₂ disuelto. A este respecto se ajustan, según el tipo de vino espumoso, presiones de entre 2 bar y 6 bar (entre 0,2 MPa y 0,6 MPa). Una medición de la presión da información sobre la calidad del vino espumoso y permite reconocer al mismo tiempo cierres de botella no estancos.
55 Este ejemplo de realización de la invención sirve para la determinación en línea no invasiva de la presión de CO₂ en la botella cerrada. Para ello se dirige la radiación infrarroja 20 de una fuente de radiación térmica 10 (radiador de tubo de cuarzo) a través de la parte llena de gas del cuello de la botella de vino espumoso encorchada 30. La radiación que sale pasa a un filtro pasobanda de interferencia 40, cuya transmisión se encuentra en el intervalo espectral de desde 1,99 μm hasta 2,02 μm (por ejemplo el modelo BP-1982-87 nm de la empresa Spectrogon AB en Suecia). En este intervalo de longitud de onda el CO₂ absorbe muy bien y los vidrios de botella de diferente color muestran una transmisión aceptable. La detección de la radiación tiene lugar entonces con ayuda de un fotodiodo, así por ejemplo un fotodiodo de InGaAs. A partir de la señal de transmisión y de la temperatura medida al mismo tiempo, el sistema calibrado determina la presión. Este ejemplo de realización de la invención también puede
60 utilizarse para registrar una curva de fermentación de vino espumoso.

65 Un segundo ejemplo de realización de la invención se representa en la Figura 4. Este representa una aplicación de

la invención en el control de calidad de la producción de agua mineral, limonada y bebidas mixtas. Estas bebidas contienen dióxido de carbono, para conseguir un mejor efecto refrescante al beberlas. A este respecto, el CO₂ se bombea a alta presión en la bebida. A este respecto, el CO₂ reacciona aproximadamente al 0,2 % con agua para dar ácido carbónico (H₂CO₃). Sin embargo, la mayor parte está disuelta en el agua. Tras cerrar las botellas de bebida se acumula CO₂ por encima del líquido, hasta que se ha ajustado un equilibrio con el gas disuelto. A este respecto se generan según el contenido de ácido carbónico presiones de varios bares. Una medición del contenido de CO₂ en el líquido o de la presión de CO₂ por encima del líquido da información sobre la calidad de la bebida y permite reconocer al mismo tiempo botellas no herméticas. La invención sirve para la determinación en línea no invasiva del dióxido de carbono disuelto en la botella cerrada. Para ello se dirige la radiación infrarroja 20 de una fuente de radiación térmica 10 a través de la parte llena de líquido de la botella de bebida 30. Para la medición se aprovecha el intervalo espectral de la radiación, en el que el CO₂ presenta una buena absorción y las botellas de vidrio y de PET de distinto color presentan una transmisión suficiente. La detección de la radiación tiene lugar entonces con ayuda de un fotodiodo, por ejemplo un fotodiodo de InGaAs 50. A partir de la señal de transmisión y de la temperatura medida al mismo tiempo, el sistema calibrado determina el contenido del CO₂ disuelto. Este ejemplo de realización de la invención puede utilizarse con una calibración correspondiente también para el control de calidad de la producción de cerveza, bebidas mixtas de cerveza y refrescos alcoholizados.

Ejemplos de realización adicionales son:

20 Como radiador se utiliza un radiador de tubo de cuarzo con una temperatura superficial en su mayor parte homogénea de aproximadamente 700 °C.

25 Como resultado de esto, la parte principal de la emisión con un nivel especialmente alto se encuentra en el intervalo de longitud de onda de desde 1,9 μm hasta 4 μm. Como detector se utiliza un fotodiodo de arseniuro de indio-galio, que en particular en el intervalo de onda larga de desde 1,4 μm hasta 2,2 μm presenta una buena sensibilidad espectral. Si se tiene en cuenta que la banda de absorción de dióxido de carbono se encuentra en el intervalo de desde 1,9 μm hasta 2,1 μm, queda claro que con ayuda del radiador de tubo de cuarzo y del fotodiodo de arseniuro de indio-galio puede tener lugar una medición óptica de la presión.

30 En un ejemplo de realización adicional tiene lugar la utilización de uno o varios LED como fuente de radiación. El LED previsto emite radiación en el intervalo espectral de entre 2,0 μm y 2,1 μm. De manera correspondiente a esto, puede utilizarse un fotodiodo de arseniuro de indio-galio, para recibir la radiación transmitida. El diodo emisor de luz puede utilizarse en el funcionamiento pulsado. En el caso del uso de LED ha demostrado ser especialmente ventajoso hacerlos funcionar estabilizados en cuanto a la temperatura, para evitar fluctuaciones en la emisión espectral.

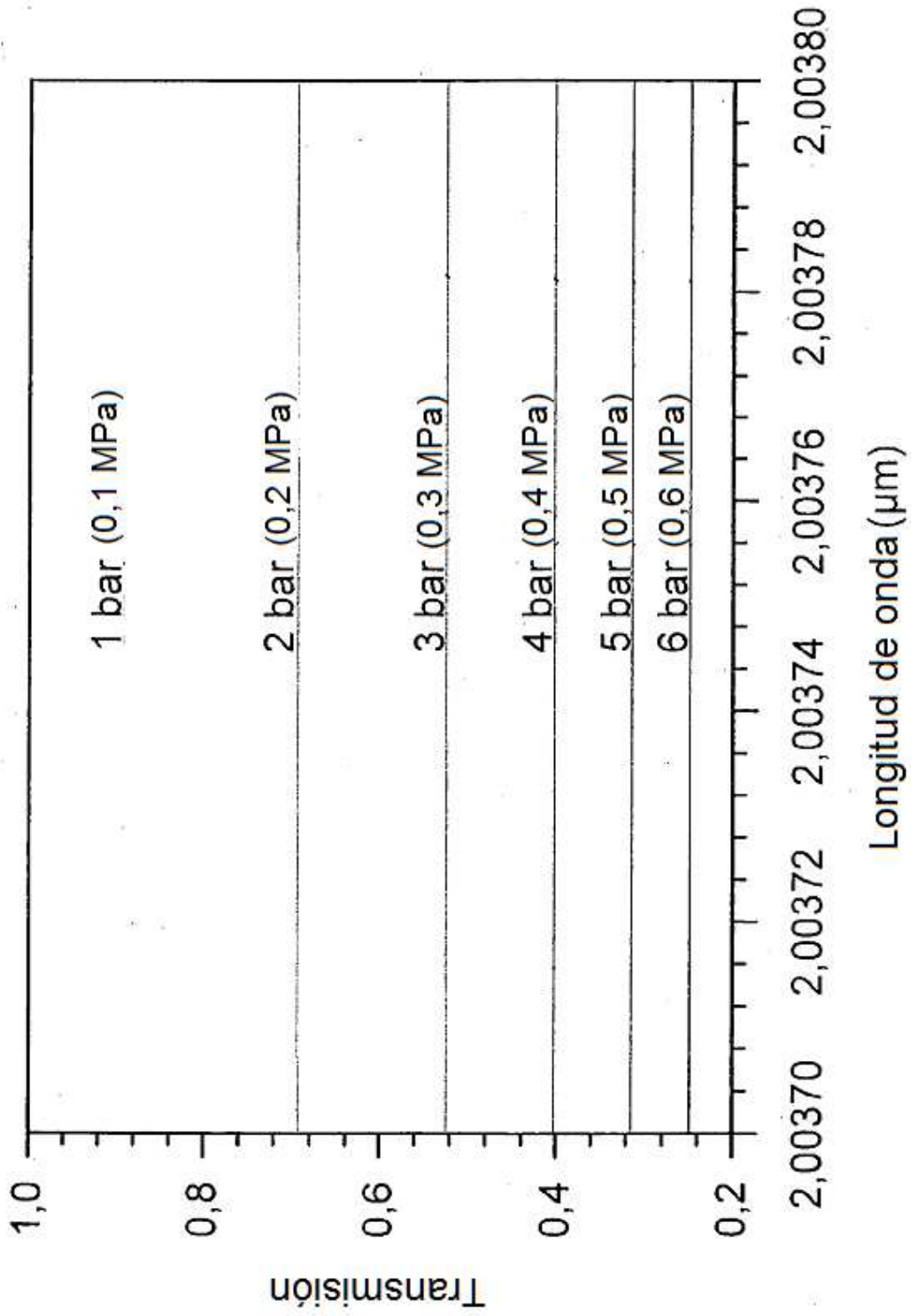
35

REIVINDICACIONES

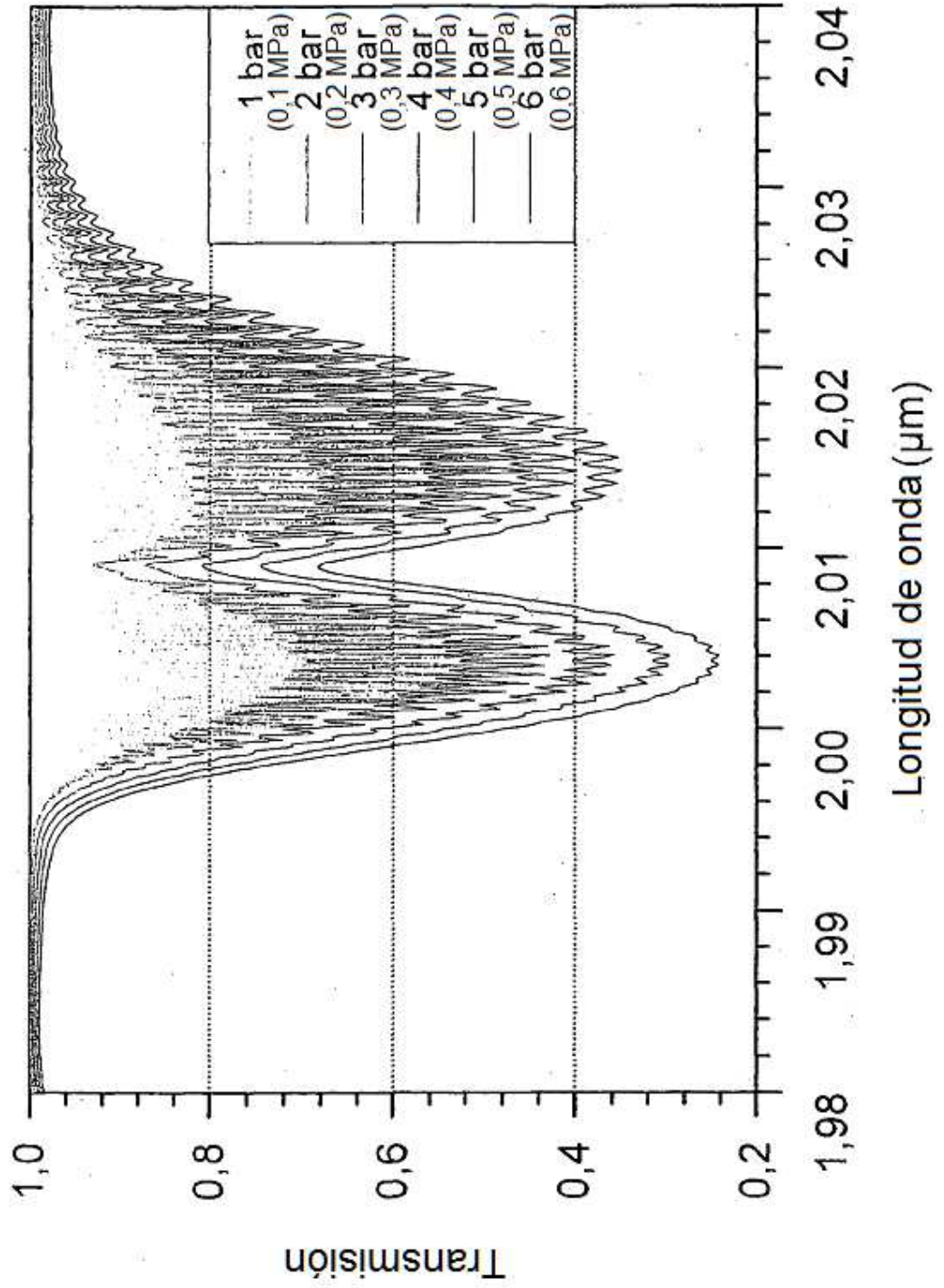
1. Procedimiento para la medición óptica de la presión de un gas en un recipiente cerrado (30) mediante el direccionamiento de una radiación (20) de un radiador (10) a través del recipiente (30) y la medición de la radiación transmitida con un detector (50),
- irradiándose la radiación (20) del radiador (10) al menos en un primer intervalo de longitud de onda con un espectro continuo, en el que tiene lugar una absorción de la radiación (20) por el gas,
 - detectándose la intensidad de la radiación transmitida por el detector (50) en un segundo intervalo de longitud de onda,
- caracterizado por que**
- el segundo intervalo de longitud de onda se solapa al menos en el intervalo de absorción con el primer intervalo de longitud de onda, y
 - una intensidad acumulada de la radiación detectada en el segundo intervalo de longitud de onda se asocia a una presión del gas, correspondiendo la intensidad acumulada en el segundo intervalo de longitud de onda a la intensidad sumada o integrada a lo largo del segundo intervalo de longitud de onda.
2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** la radiación (20) se dirige a través del gas en la fase gaseosa.
3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** la radiación (20) se dirige a través del gas disuelto en un líquido.
4. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado por que** como radiador (10) está previsto un radiador térmico, cuyo espectro irradiado corresponde a un espectro de Planck.
5. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por que** como radiador (10) está previsto al menos un diodo emisor de luz.
6. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por que** el primer intervalo de longitud de onda del radiador (10) se limita mediante uno o varios filtros (40) al segundo intervalo de longitud de onda.
7. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado por que** el valor de la intensidad acumulada se asocia, a través de al menos una curva característica predeterminada, a un valor de presión.
8. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado por que** como gas está previsto dióxido de carbono.
9. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8, **caracterizado por que** la radiación (20) se dirige a través de una botella de bebida cerrada.
10. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado por que** la radiación (20) se dirige a través de un recipiente con un relleno de gas protector.
11. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado por que** la radiación (20) se dirige a través de un recipiente cerrado a vacío.
12. Procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizado por que** la asociación de la intensidad acumulada a la presión tiene lugar en función del espectro de transmisión del recipiente (30).
13. Dispositivo para la medición óptica de la presión de un gas en un recipiente cerrado (30) con
- un radiador (10), que irradia una radiación (20) en un primer intervalo de longitud de onda con un espectro continuo, teniendo lugar en el primer intervalo de longitud de onda una absorción de la radiación (20) mediante el gas,
 - un detector (50), que detecta la intensidad de la radiación transmitida a través del recipiente (30) y del gas en un segundo intervalo de longitud de onda, y con una unidad de evaluación, que asocia un valor de presión a una intensidad acumulada en el segundo intervalo de longitud de onda,
- caracterizado por que**
- el segundo intervalo de longitud de onda se solapa al menos en el intervalo de absorción con el primer intervalo de longitud de onda, y
 - la intensidad acumulada en el segundo intervalo de longitud de onda corresponde a la intensidad sumada o integrada a lo largo del segundo intervalo de longitud de onda.

14. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 13, **caracterizado por que** está previsto un radiador térmico, cuyo espectro irradiado corresponde a un espectro de Planck.
- 5 15. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 13, **caracterizado por que** están previstos uno o varios diodos emisores de luz con un espectro continuo.
- 10 16. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 13 a 15, **caracterizado por que** el detector (50) presenta dentro del segundo intervalo de longitud de onda varios intervalos de medición conmutables, en los que se determina el valor de presión para diferentes intervalos de presión del gas.
- 15 17. Dispositivo de acuerdo con las reivindicaciones 13 a 16, **caracterizado por que** la unidad de evaluación presenta una curva característica que asocia el valor de presión a la intensidad acumulada.
18. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 13 a 17, **caracterizado por que** la unidad de evaluación presenta varias curvas características en función del espectro de transmisión del recipiente (30), que asocia en cada caso el valor de presión a la intensidad acumulada.

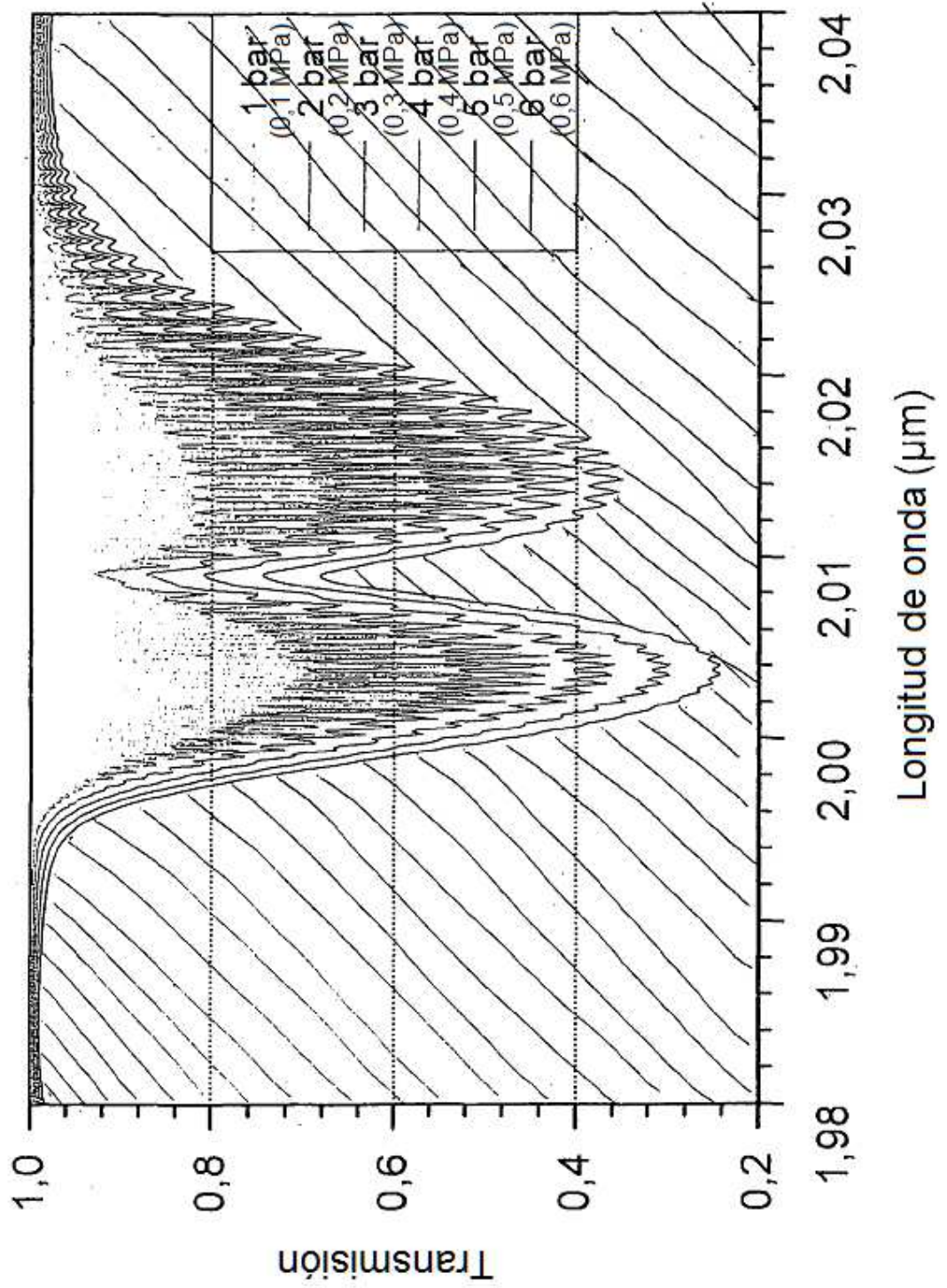
Procedimiento para la medición óptica de la presión
 Figura 1



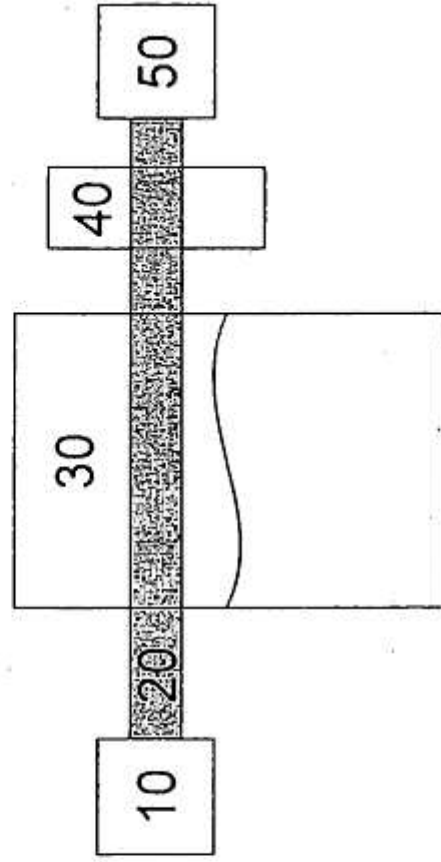
Procedimiento para la medición óptica de la presión
Figura 2



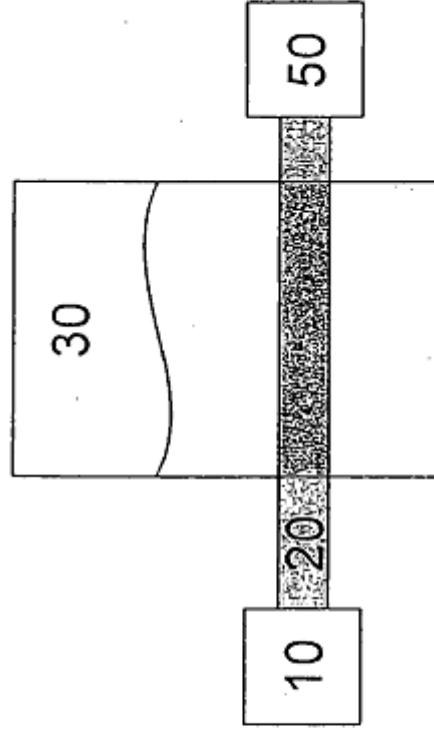
Procedimiento para la medición óptica de la presión
 Figura 2a



Procedimiento para la medición óptica de la presión
Figura 3



Procedimiento para la medición óptica de la presión
Figura 4



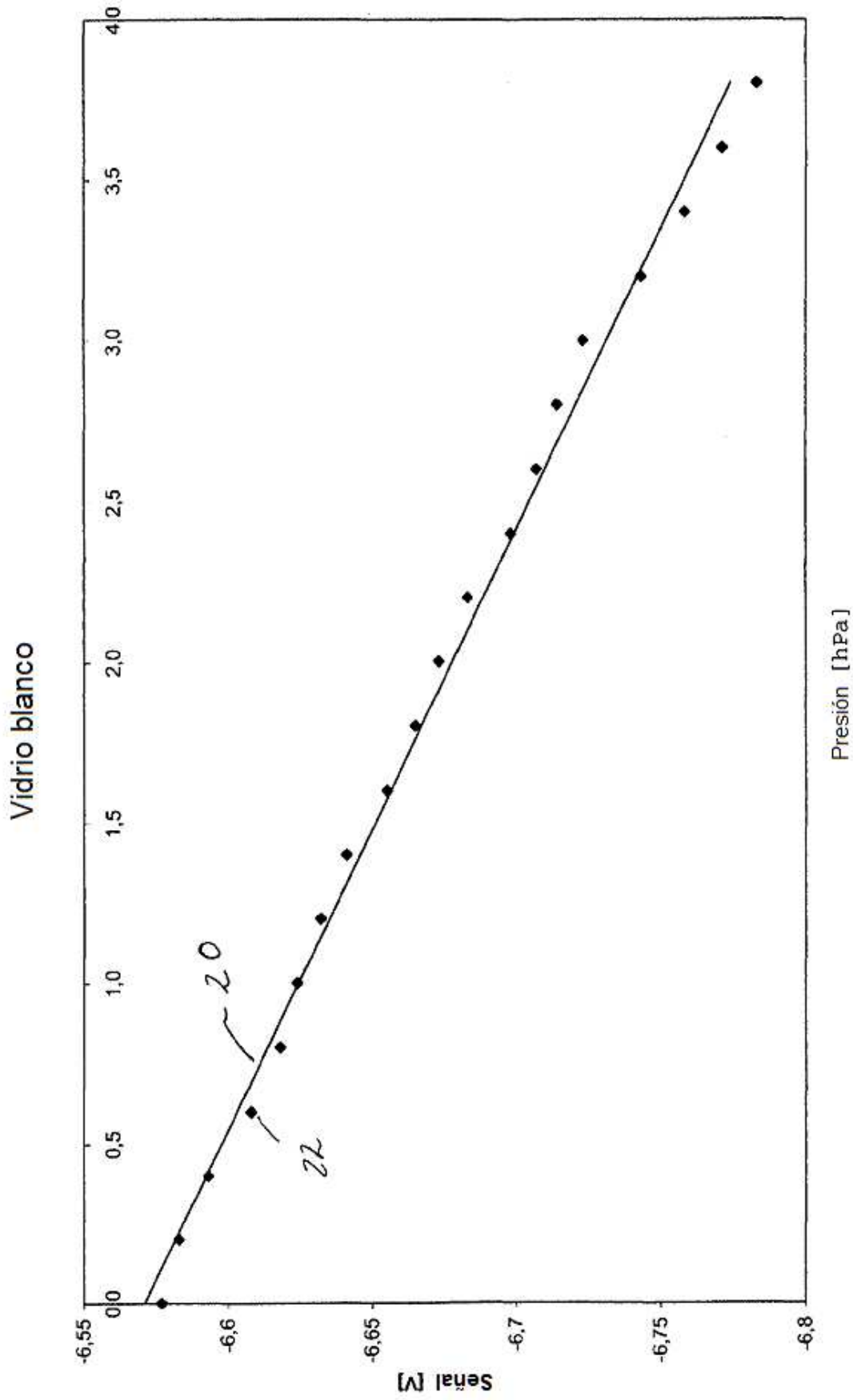


Fig. 5