(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 323 810**

(51) Int. Cl.:
A62C 39/00 (2006.01)
G01F 17/00 (2006.01)
G01M 3/20 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Número de solicitud europea: **06122596 .7**
(96) Fecha de presentación : **19.10.2006**
(97) Número de publicación de la solicitud: **1941932**
(97) Fecha de publicación de la solicitud: **09.07.2008**

(54) Título: **Procedimiento para determinar la hermeticidad al aire de salas cerradas.**

(73) Titular/es: **Amrona AG.**
Untermuli 7
6302 Zug, CH

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
24.07.2009

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
24.07.2009

(72) Inventor/es: **No consta**

(74) Agente: **Toro Gordillo, Ignacio María**

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).

Venta de fascículos: Oficina Española de Patentes y Marcas. Pº de la Castellana, 75 – 28071 Madrid

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para determinar la hermeticidad al aire de salas cerradas.

La invención se refiere a un procedimiento para determinar la hermeticidad al aire de salas cerradas. Especialmente, la invención se refiere a un procedimiento para poder determinar de la manera más exacta posible el correspondiente flujo de fuga con respecto al volumen para salas que pueden inertizarse de manera permanente, en las que se utiliza un procedimiento de inertización para la prevención de incendios y/o para la extinción de incendios.

El documento FR 2 834 066 A1 da a conocer un procedimiento para la detección de fugas por medio de sensores de gas oxígeno. El principio de medición habitual se basa en que se modifica la presión parcial de gas en el elemento sensor mediante un gas de prueba reactivo o inerte penetrante o emergente.

El documento DE 102 51 536 A1 da a conocer un procedimiento para minimizar el uso de agentes de introducción de gas en el caso de introducciones de gas y para la búsqueda de fugas en el caso de introducciones de gas. En el procedimiento habitual se utilizan gases de prueba con los que pueden evitarse dosificaciones posteriores.

El documento JP 63 214635 A da a conocer un procedimiento adicional para la detección de fugas, en el que se incorpora en la atmósfera de un recipiente cerrado un gas de prueba. A continuación se incorpora en el recipiente el cuerpo que va someterse a investigación en cuanto a la hermeticidad al gas, sometiéndose a prueba con ayuda de un sensor de gases montado en el cuerpo si el gas de prueba penetra en el cuerpo a través de la pared del cuerpo.

Se conocen procedimientos de inertización para la reducción del riesgo de un incendio en una sala cerrada a partir de la técnica de extinción de incendios. Normalmente, en el caso de estos procedimientos de inertización, introduciendo un gas que desplaza al oxígeno a partir de una fuente de gas inerte se disminuye la atmósfera de aire de la sala de la sala cerrada hasta un nivel de inertización que se encuentra por debajo de la concentración de oxígeno de la atmósfera de aire del entorno y se mantiene a ese nivel. La acción de prevención y extinción que resulta en el caso de este procedimiento se basa en el principio del desplazamiento de oxígeno. El aire del entorno normal consiste de manera conocida en hasta aproximadamente el 21% en volumen de oxígeno, hasta el 78% en volumen de nitrógeno y hasta el 1% en volumen de otros gases. Para reducir el riesgo de un inicio de incendio o para extinguir un incendio ya producido en la sala cerrada, se eleva adicionalmente, introduciendo por ejemplo nitrógeno puro como gas inerte, la concentración de nitrógeno en la sala afectada y por consiguiente se reduce el porcentaje de oxígeno. Se sabe que se produce una acción de extinción si el porcentaje de oxígeno disminuye por debajo de aproximadamente el 15% en volumen. Dependiendo de los materiales inflamables que existen en la sala afectada puede ser necesaria además una disminución adicional del porcentaje de oxígeno hasta por ejemplo el 12% en volumen. Con esta concentración de oxígeno la mayoría de los materiales inflamables ya no pueden quemarse.

Para alcanzar un nivel de seguridad lo más alto posible en el caso de una instalación de extinción de incendios con gas inerte correspondiente, en la que se utiliza la técnica de extinción con gas inerte mencionada anteriormente, son necesarias especialmente planificaciones logísticas y técnicas de instalaciones para el caso de una parada de la instalación como consecuencia de casos de fallos, para cumplir los requisitos técnicos de seguridad. Aunque se consideren también todas las medidas en el diseño de la instalación de extinción de incendios con gas inerte que permiten lograr una nueva puesta en servicio de la instalación lo más rápida posible y sin transición, la inertización de salas cerradas por medio de la técnica de gas inerte conlleva, sin embargo, algunos problemas y presenta limites claros con respecto a la seguridad contra fallos. Así se ha mostrado que si bien es posible idear una instalación de extinción de incendios con gas inerte de manera que la probabilidad de que se produzca un caso de fallo durante la disminución o la regulación del contenido en oxígeno en la sala cerrada hasta un nivel de inertización es relativamente reducida, sin embargo con frecuencia un problema consiste en mantener este nivel de inertización reducido durante un tiempo más largo, y especialmente durante la denominada “fase de servicio de emergencia”, en el valor necesario. Esto se debe especialmente a que en el caso de los procedimientos de inertización conocidos a partir del estado de la técnica no existe ninguna posibilidad para impedir que se supere prematuramente un nivel de retroceso de llama de la concentración de oxígeno en la sala cerrada, si falla completamente o al menos parcialmente la fuente de gas inerte debido a un caso de fallo.

La fase de retroceso de llama mencionada anteriormente indica el intervalo de tiempo tras la denominada “fase de control de incendios”, no pudiendo exceder en este intervalo de tiempo la concentración de oxígeno en la sala cerrada un valor determinado, el denominado “valor de impedimento de retroceso de llama”, para evitar una nueva inflamación de los materiales presentes en la zona de protección. A este respecto, el nivel de impedimento de retroceso de llama es una concentración de oxígeno que depende de la carga de incendio de la sala y se determina mediante experimentos. Según las directrices VdS válidas, en el caso de llenado de la sala cerrada, la concentración de oxígeno en la sala cerrada debe alcanzar el nivel de impedimento de retroceso de llama de por ejemplo el 13,8% en volumen en el plazo de los primeros 60 segundos a partir del inicio del llenado. Estos 60 segundos a partir del inicio del llenado se denominan también “fase de control de incendios”.

Además, el nivel de impedimento de retroceso de llama tampoco debe exceder del plazo de 10 minutos tras la finalización de la fase de control de incendios. A este respecto se prevé que dentro de la fase de control de incendios se extingue completamente el incendio en la zona de protección. El periodo de tiempo (por ejemplo 10 minutos) tras la fase de control de incendios, con el que debe asegurarse que no puede inflamarse de nuevo el incendio ya extinguido en la fase de control de incendios, se denomina “fase de retroceso de llama”.

En los procedimientos de inertización conocidos a partir del estado de la técnica, en general inmediatamente tras el registro de un incendio en la sala cerrada se reduce la concentración de oxígeno en la atmósfera de aire de la sala lo más rápido posible hasta una denominada "concentración de funcionamiento". A este respecto, el gas inerte necesario para esto procede por regla general de una correspondiente fuente de gas inerte de la instalación de extinción de incendios con gas inerte. Por la expresión "concentración de funcionamiento" o "nivel de concentración de funcionamiento" se entiende un nivel de inertización que se encuentra por debajo de una denominada "concentración de diseño" específica para la sala afectada.

La "concentración de diseño" de la sala afectada es una concentración de oxígeno en la atmósfera de aire de la sala, en la que se impide eficazmente la inflamación de una de las sustancias presentes en la sala cerrada. Por consiguiente, el "nivel de concentración de diseño" ajustado en la sala afectada corresponde al nivel de inertización, en el que se impide eficazmente la inflamación de una cualquiera de las sustancias presentes en la sala cerrada. Con el establecimiento de la concentración de diseño o del nivel de concentración de diseño de una sala, se deduce todavía una reducción que sirve para la seguridad por regla general del valor límite o del "nivel de concentración límite" en el que se impide una inflamación de cada uno de los materiales en la sala.

Tras alcanzar la concentración de funcionamiento en la atmósfera de aire de la sala de la sala afectada, normalmente se mantiene la concentración de oxígeno con una concentración de regulación que se encuentra por debajo de la concentración de funcionamiento de la sala a un denominado "nivel de concentración de regulación". Esta concentración de regulación es un intervalo de regulación de la concentración de oxígeno residual en la atmósfera de aire de la sala inertizada, dentro del cual se mantiene la concentración de oxígeno durante la fase de retroceso de llama. Cada uno de los intervalos de regulación está limitado normalmente por un límite superior que define el umbral de conexión para la fuente de gas inerte de la instalación de extinción de incendios con gas inerte, y un límite inferior que define el umbral de desconexión de la fuente de gas inerte de la instalación de extinción de incendios con gas inerte. Durante la fase de retroceso de llama se mantiene la concentración de regulación normalmente mediante una introducción repetida de gas inerte en este intervalo de regulación. Tal como ya se indicó, el gas inerte necesario para esto procede del depósito que sirve como fuente de gas inerte de la instalación de extinción de incendios con gas inerte, es decir, o bien del aparato para generar un gas que desplaza al oxígeno (por ejemplo un generador de nitrógeno), de envases de gas o bien de otros dispositivos de regulación.

Sin embargo, en el caso de un defecto o una perturbación de la instalación de extinción de incendios con gas inerte existe el peligro de que la concentración de oxígeno en la atmósfera de aire de la sala de la sala cerrada aumente de manera temprana y por consiguiente el nivel de impedimento de retroceso de llama exceda de los mencionados 10 minutos tras la finalización de la fase de control de incendios o de la finalización de la fase de retroceso de llama. En un caso de este tipo se acortaría la fase de retroceso de llama y eventualmente ya no puede garantizarse un control de incendios con éxito en la sala cerrada.

Considerando el planteamiento del problema descrito anteriormente con respecto a los requisitos técnicos de seguridad de una instalación de extinción de incendios con gas inerte o de un procedimiento de inertización se propone en el documento EP 1 550 481 A1 un procedimiento de inertización en el que el contenido en oxígeno en la atmósfera de aire de la sala de la sala cerrada se disminuye hasta una concentración de regulación que se encuentra por debajo de la concentración de funcionamiento de la sala, disminuyéndose la concentración de regulación y la concentración de funcionamiento, con la formación de un margen de seguridad contra fallos, por debajo de la concentración de diseño establecida para la sala cerrada, tanto que la curva de aumento del contenido en oxígeno en la atmósfera de aire de la sala en el caso de fallo de la fuente de gas inerte, no alcanza una concentración límite determinada para la sala cerrada hasta que pasa un tiempo predeterminado. A este respecto, en el caso de la concentración límite se trata especialmente del nivel de impedimento de retroceso de llama de la sala cerrada.

El nivel de impedimento de retroceso de llama corresponde a una concentración de oxígeno en la atmósfera de aire de la sala de la sala cerrada, en la que se asegura que ya no pueden inflamarse las sustancias incendiarias en la sala cerrada. Dicho en otros términos, se prevé, en el caso de la solución conocida a partir del estado de la técnica, reducir la concentración de funcionamiento en primer lugar, tanto que la curva de aumento de la concentración de oxígeno no alcanza el valor límite hasta después de un tiempo determinado, siendo suficiente este tiempo determinado para realizar una fase de retroceso de llama, en la que el contenido en oxígeno no aumenta por encima de un nivel de impedimento de retroceso de llama y por consiguiente se impide eficazmente una inflamación o reinflamación de sustancias incendiarias en la sala cerrada.

Mediante este denominado "descenso" de la concentración de funcionamiento, es decir, mediante el establecimiento de la concentración de funcionamiento con la formación de un margen de seguridad contra fallos por debajo de la concentración de diseño de la sala cerrada, puede asegurarse que en el caso de fallo de la fuente de gas inerte se mantiene al menos durante un tiempo de servicio de emergencia la concentración de oxígeno por debajo del nivel de impedimento de retroceso de llama.

La extensión del margen de seguridad contra fallos, es decir la cuestión de hasta qué grado debe disminuirse la concentración de funcionamiento por debajo de la concentración de diseño de la sala cerrada, depende especialmente de la tasa de cambio de aire válida para la sala cerrada. En la técnica de extinción con gas inerte se recurre para esto especialmente al valor n50 de la sala afectada como medida para la hermeticidad al aire de la sala.

La tasa de cambio de aire n50 resulta del flujo volumétrico de aire, que se ajusta por hora, si se mantiene una diferencia de presión de 50 Pa, dividido entre el volumen del edificio. Por consiguiente, la sala cerrada presenta un valor de hermeticidad al aire tanto más superior, cuanto inferior es la tasa de cambio de aire.

Normalmente se mide el valor n50 como medida para la hermeticidad al aire de una sala con un procedimiento de medición de presión diferencial (procedimiento Blower-Door). Especialmente en salas o edificios más grandes, la realización de una serie de mediciones de presión diferencial para determinar la tasa de cambio de aire n50 es posible sin embargo con frecuencia sólo con algunas dificultades, dado que resulta a menudo que no puede alcanzarse una diferencia de presión de 50 Pa entre la atmósfera de aire de la sala en la sala cerrada y la atmósfera de aire del entorno fuera de la sala cerrada. Además, en la realización de una medición de presión diferencial no ha de descartarse la cuestión de si se modifica el estado de la sala cerrada durante la medición, especialmente teniendo en cuenta la tasa de cambio de aire. Así es concebible, por ejemplo, que aberturas originalmente herméticas pierdan la hermeticidad debido a la sobre- o subpresión en la sala necesaria para la realización del procedimiento de medición de presión diferencial. El equipamiento de la sala cerrada con objetos o artículos (especialmente en el caso de un almacén) también influye en la tasa de cambio de aire n50 registrada con la medición de presión diferencial.

Dado que la tasa de cambio de aire de la sala cerrada sólo puede medirse, si acaso, con algunas incertidumbres, es necesario que el margen de seguridad contra fallos en el procedimiento de inertización mencionado anteriormente se proporcione con una correspondiente alta reducción de seguridad para cumplir los requisitos técnicos de seguridad. Sin embargo, la previsión de una reducción de seguridad de este tipo es desfavorable teniendo en cuenta los costes de funcionamiento actuales de la correspondiente instalación de extinción de incendios con gas inerte, dado que fundamentalmente debe introducirse considerablemente más gas inerte en la sala cerrada que lo que es necesario en realidad.

Basándose en este planteamiento del problema, la presente invención se basa ahora en el objetivo de exponer un procedimiento con el que puede determinarse de la manera más exacta posible y sin costes mayores la hermeticidad al aire de una sala cerrada, siendo adecuada esta sala especialmente para la utilización de la técnica de extinción de incendios con gas inerte descrita anteriormente. Especialmente se expondrá un procedimiento con el que puede determinarse de manera eficaz pero sin embargo fácil de realizar en caso necesario en todo momento la hermeticidad al aire real de la sala cerrada, sin tener que incorporar para ello una serie de mediciones costosas, tal como es el caso, por ejemplo, del principio de medición de la presión diferencial conocido a partir del estado de la técnica.

Para solucionar el objetivo mencionado anteriormente se propone según la invención un procedimiento para determinar la hermeticidad al aire de salas cerradas, en el que se ajusta en primer lugar un gradiente de concentración entre la atmósfera de aire de la sala de la sala cerrada y la atmósfera de aire del entorno, y concretamente ajustándose la concentración de sustancia de al menos un componente en la atmósfera de aire de la sala, especialmente de oxígeno, a un valor que es distinto del correspondiente valor de la concentración de sustancia del al menos un componente en el aire del entorno. A continuación, en el procedimiento según la invención se determina una tasa de variación de la concentración, y concretamente registrándose en la atmósfera de aire de la sala la variación temporal del valor de concentración de sustancia del al menos un componente en la atmósfera de aire de la sala. Esto puede tener lugar por ejemplo mediante una medición repetida de la concentración del al menos un componente en la atmósfera de aire de la sala. Finalmente se calcula según la invención, considerando la tasa de variación de la concentración, un valor de hermeticidad al aire de la sala cerrada.

La solución según la invención presenta una serie de ventajas esenciales con respecto al procedimiento conocido a partir del estado de la técnica. Especialmente el procedimiento según la invención está diseñado para determinar el correspondiente flujo de fuga con respecto al volumen a presión atmosférica para la sala cerrada. Además, puede medirse con el procedimiento la tasa de infiltración del aire de la sala cerrada, lo que no es posible por definición con el procedimiento de presión diferencial; en el procedimiento de presión diferencial concretamente se determina únicamente un flujo de fuga con respecto al volumen con una diferencia de presión de referencia, usándose el resultado de esta medición para estimar aritméticamente la infiltración del aire.

Sin embargo, la ventaja esencial de la solución según la invención ha de observarse en que el procedimiento para determinar la hermeticidad al aire de salas cerradas sin mayores costes de construcción ni financieros puede integrarse en un procedimiento de inertización explicado anteriormente y conocido a partir del estado de la técnica para la prevención de incendios y la extinción de incendios. Esto se basa especialmente en que en el procedimiento de inertización en la sala cerrada debe ajustarse básicamente un nivel de inertización en el que el contenido en oxígeno en la atmósfera de aire de la sala presenta un valor reducido en comparación con el contenido en oxígeno de la atmósfera del entorno. Por consiguiente, con el ajuste de un nivel de inertización en la atmósfera de aire de la sala de la sala cerrada se ajusta ya un gradiente de concentración entre la atmósfera de aire de la sala y la atmósfera de aire del entorno. Dado que normalmente en la técnica de extinción de incendios con gas inerte se mide la concentración de gas inerte en la sala cerrada de manera continua o en tiempos/acontecimientos predeterminables, para determinar si el nivel de inertización ajustado en la atmósfera de aire de la sala se encuentra en el valor predeterminado, se proporcionan ya en la instalación de extinción de incendios con gas inerte las condiciones previas técnicas de la instalación para determinar una tasa de variación de la concentración en la atmósfera de aire de la sala. Por consiguiente se trata, en el caso de la solución según la invención, de un procedimiento especialmente fácil de realizar para determinar la hermeticidad al aire de salas cerradas.

En relación directa con el objeto mencionado anteriormente, una ventaja adicional se basa en que el procedimiento según la invención es también adecuado, en caso necesario y especialmente en intervalos de tiempo cortos, para determinar la hermeticidad al aire de la sala cerrada. Por consiguiente sería concebible, por ejemplo, que se determine la hermeticidad al aire de la sala cerrada o bien en tiempos predeterminables (tal como aproximadamente cada día, cada hora, etc.) o en acontecimientos predeterminables (tal como aproximadamente en el ajuste de un nivel de inertización determinado en la atmósfera de aire de la sala de la sala cerrada). Con esto puede determinarse básicamente la hermeticidad al aire real de la sala cerrada de manera continua. Especialmente pueden registrarse y considerarse de manera correspondiente, por consiguiente, también por ejemplo fugas conforme a la variación en la cobertura de la sala o del edificio. El procedimiento también es adecuado para considerar la variación de la hermeticidad al aire de la sala originada por el viento.

De manera ventajosa se calcula según la invención el valor de hermeticidad al aire considerando la tasa de variación de la concentración del oxígeno presente en la atmósfera de aire de la sala. Sin embargo, lógicamente también sería concebible determinar el valor de hermeticidad al aire dependiendo de la tasa de variación de la concentración del gas inerte presente en la atmósfera de aire de la sala. Según esto, el procedimiento según la invención es adecuado para una medición de la hermeticidad de la sala en salas inertizadas de manera permanente, determinándose la hermeticidad de la sala teniendo en cuenta el gas inerte contenido en la sala, es decir, se mide cómo de grande es la tasa de flujo volumétrico conforme a la construcción del gas inerte de la sala cerrada. Esta tasa de fuga de flujo volumétrico de gas inerte implica también el flujo de fuga producido por la difusión del gas inerte de la sala cerrada.

Perfeccionamientos ventajosos del procedimiento según la invención se exponen en las reivindicaciones dependientes.

Así, teniendo en cuenta el registro de una tasa de variación de la concentración en una realización ventajosa del procedimiento según la invención, se prevé que se determina la tasa de variación de la concentración durante un periodo de tiempo, dentro del cual no tiene lugar ningún cambio de aire regulado en la sala cerrada. Por la expresión usada en el presente documento “cambio de aire regulado” ha de entenderse en general un cambio de aire, es decir, un intercambio del aire de la sala con el aire del entorno, que se realiza de manera regulada, por ejemplo mediante instalaciones de ventilación mecánicas, abertura de puertas o esclusas, etc. Especialmente, en el caso de salas inertizables de manera permanente, en las que (tal como prevé la construcción moderna) la cobertura del edificio o de la sala se realiza de manera casi hermética al aire, ya no puede tener lugar un cambio de aire no regulado, de modo que es necesario un cambio de aire regulado mediante la previsión de las correspondientes instalaciones de ventilación.

A diferencia del cambio de aire regulado, por la expresión “cambio de aire no regulado” se entiende un cambio de aire que tiene lugar de manera no regulada, presentando la cobertura de la sala o del edificio algunas fugas intencionadas o no intencionadas y por consiguiente siendo no hermético. La influencia del cambio de aire no regulado en la tasa de cambio de aire de la sala depende especialmente del tiempo y del viento y puede determinarse con ayuda del procedimiento según la invención.

Según la realización preferida mencionada en último lugar del procedimiento según la invención, en el que se determina la tasa de variación de la concentración en la atmósfera de aire de la sala de la sala cerrada durante un periodo de tiempo, dentro del cual no tiene lugar ningún cambio de aire regulado, sería concebible preferiblemente además que se realice la etapa de procedimiento de la determinación de la correspondiente tasa de variación de la concentración después de que se haya ajustado un gradiente de concentración determinado entre la atmósfera de aire de la sala y la atmósfera de aire del entorno. Entonces, éste sería por ejemplo el caso si se llena al menos parcialmente la sala cerrada, cuya hermeticidad al aire ha de determinarse, en el transcurso del ajuste de un nivel de inertización determinado introduciendo un gas inerte de una fuente de gas inerte de una instalación de extinción de incendios con gas inerte. De manera simultánea con el ajuste del nivel de inertización determinado en la atmósfera de aire de la sala de la sala cerrada, se ajusta también un gradiente de concentración entre la atmósfera de aire de la sala y la atmósfera de aire del entorno. Para la determinación de la tasa de variación de la concentración es necesario únicamente ahora según el perfeccionamiento preferido, impedir sólo de manera temporal una introducción de gas inerte adicional en la atmósfera de aire de la sala de la sala cerrada, y con ello no puede tener lugar ningún cambio de aire regulado.

De manera alternativa a la posibilidad de realización mencionada en último lugar del procedimiento según la invención, sin embargo también es concebible que se determine, en el transcurso de la determinación de la hermeticidad al aire de la sala cerrada, la tasa de variación de la concentración durante un periodo de tiempo, dentro del cual tiene lugar un cambio de aire regulado con una tasa de cambio de aire conocida. Según esto, también puede determinarse la tasa de variación de la concentración de manera simultánea con el ajuste del gradiente de concentración entre la atmósfera de aire de la sala y la atmósfera de aire del entorno, siempre que se conozca la tasa de cambio de aire que existe para el ajuste del gradiente de concentración en la atmósfera de aire de la sala de la sala cerrada.

Por otra parte, sin embargo, también sería concebible que se determine la tasa de variación de la concentración mientras que, por ejemplo, una instalación de ventilación mecánica prevista en la sala cerrada realiza un cambio de aire regulado. Esto significa en el sentido más amplio que también puede determinarse una tasa de variación de la concentración cuando, por ejemplo, una puerta prevista en la sala cerrada, que en su estado cerrado separa la atmósfera de aire de la sala de la atmósfera de aire del entorno, está abierta y por consiguiente permite un cambio de aire regulado. Sin embargo, la condición previa para esto es que se conoce el valor de la tasa de cambio de aire causada por el cambio de aire regulado.

De manera especialmente preferible, debe conocerse en el caso del cambio de aire regulado no sólo la tasa de cambio de aire sino también el porcentaje del al menos un componente en el aire de entrada alimentado a la sala cerrada con el cambio de aire regulado. Lógicamente, también puede estimarse de manera correspondiente la tasa de cambio de aire del cambio de aire regulado y/o la composición química del aire de entrada alimentado con el cambio de aire.

Teniendo en cuenta la determinación de la tasa de variación de la concentración es preferible que ésta se determine midiendo un periodo de tiempo, dentro del cual aumenta de manera continua el contenido en oxígeno en la atmósfera de aire de la sala, debido a las fugas existentes en la cobertura de la sala, desde un primer contenido en oxígeno predeterminable hasta un segundo contenido en oxígeno predeterminable. A este respecto, en una realización preferida se prevé que además de la medición del tiempo tiene lugar también una medición de la concentración de oxígeno en la sala cerrada. Esto puede tener lugar por ejemplo con un dispositivo de medición de oxígeno que funciona de manera aspirativa.

Teniendo en cuenta el ajuste del gradiente de concentración entre la atmósfera de aire de la sala y la atmósfera de aire del entorno se prevé en una realización igualmente preferida del procedimiento según la invención, que esto tenga lugar introduciéndose en la atmósfera de aire de la sala aire de entrada de manera regulada, siendo la concentración de sustancia del al menos un componente en el aire de entrada distinta del correspondiente valor de la concentración de sustancia del al menos un componente en la atmósfera de aire del entorno. Además para esto sería concebible que la concentración de sustancia del al menos un componente en el aire de entrada presente un valor predeterminable, determinándose la tasa de variación de la concentración durante la introducción del aire de entrada en la atmósfera de aire de la sala para determinar la hermeticidad al aire de la sala cerrada. Sin embargo, lógicamente también son concebibles básicamente otras formas de realización.

Para lograr que con el procedimiento según la invención pueda determinarse no sólo el valor de hermeticidad al aire de la sala cerrada, sino también el volumen de aire de la sala actual de la sala, se prevé en un perfeccionamiento especialmente preferido del procedimiento según la invención que se determine para esto en primer lugar el porcentaje de al menos un componente, especialmente de oxígeno, en la atmósfera de aire de la sala de la sala cerrada. Esto puede tener lugar por ejemplo con un sensor de oxígeno que está dispuesto en la atmósfera de aire de la sala, o sin embargo también con un sistema que funciona de manera aspirativa para determinar el porcentaje de un componente determinado de la atmósfera de aire de la sala. Después de que se haya determinado, en la atmósfera de aire de la sala, el porcentaje de por ejemplo oxígeno, se introduce de manera regulada según la invención aire de entrada en la atmósfera de aire de la sala, siendo la concentración de sustancia del al menos un componente del aire de entrada, especialmente del oxígeno existente en el aire de entrada, distinta de la concentración de sustancia del al menos un componente (oxígeno) en la atmósfera de aire de la sala, y conociéndose la tasa de flujo volumétrico del aire de entrada alimentado a la sala cerrada así como la concentración de sustancia del al menos un componente (oxígeno) en el aire de entrada. A continuación, se mide de nuevo el porcentaje del al menos un componente en la atmósfera de aire de la sala de la sala cerrada. A continuación se usan el porcentaje del componente determinado en la atmósfera de aire de la sala antes de la introducción del aire de entrada en la sala cerrada, el porcentaje del componente determinado en la atmósfera de aire de la sala tras la introducción del aire de entrada, la tasa de flujo volumétrico del aire de entrada alimentado a la sala cerrada así como la concentración de sustancia del componente determinado en el aire de entrada alimentado a la sala cerrada para calcular el volumen de aire de la sala en el momento de la medición.

Dado que no sólo la hermeticidad de la sala, sino también la atmósfera de aire de la sala de la sala cerrada, son parámetros esenciales especialmente teniendo en cuenta un diseño lo más exacto posible de un procedimiento de inertización y especialmente teniendo en cuenta un dimensionamiento lo más exacto posible del gas inerte que va a introducirse y que va a proporcionarse, se consigue con el perfeccionamiento preferido mencionado en último lugar del procedimiento según la invención, la ventaja de que pueden determinarse los parámetros esenciales para diseñar la instalación de extinción de incendios con gas inerte en cada momento de manera sumamente exacta teniendo en cuenta la sala que va a protegerse con la instalación de extinción de incendios con gas inerte.

Una ventaja adicional de la forma de realización mencionada en último lugar del procedimiento según la invención que está diseñado además para determinar el volumen de aire de la sala de la sala, ha de observarse en que la etapa de procedimiento de la introducción de aire de entrada en la atmósfera de aire de la sala puede tener lugar simultáneamente con la etapa de procedimiento del ajuste de un gradiente de concentración entre la atmósfera de aire de la sala y la atmósfera de aire del entorno. No es necesaria ninguna realización en más detalle de que pueda realizarse igualmente la introducción del aire de entrada en la atmósfera de aire de la sala simultáneamente con el ajuste de un nivel de inertización en la atmósfera de aire de la sala de la sala cerrada. Por consiguiente, a este respecto se trata de un procedimiento que sin mayores costes puede integrarse en un procedimiento de inertización ya existente.

Teniendo en cuenta el cálculo del valor de hermeticidad al aire considerando la tasa de variación de la concentración se prevé finalmente de manera ventajosa que se calcula a este respecto un valor absoluto de la hermeticidad al aire, y concretamente calculándose a partir de la tasa de variación de la concentración y del volumen de aire de la sala un flujo de fuga conforme al flujo volumétrico y convirtiéndose éste en un valor absoluto de hermeticidad al aire, es decir en un valor de hermeticidad al aire que tiene un valor cero, en el que se encuentra una hermeticidad al aire al 100%. Sin embargo, la conversión del flujo de fuga conforme al flujo volumétrico, calculado en el valor absoluto de hermeticidad al aire no es forzosamente necesaria, dado que el flujo de fuga conforme al flujo volumétrico representa ya un valor absoluto de hermeticidad al aire. El volumen de aire de la sala usado en el cálculo del valor absoluto de hermeticidad

al aire puede medirse previamente con el perfeccionamiento preferido descrito anteriormente del procedimiento según la invención; lógicamente también es concebible sin embargo que se tome como valor constante en el caso del cálculo este volumen de aire de la sala.

Sin embargo, de manera alternativa al cálculo descrito anteriormente del valor absoluto de hermeticidad al aire también es concebible que considerando la tasa de variación de la concentración se calcule un valor relativo de hermeticidad al aire de la sala cerrada, y concretamente comparándose la tasa de variación de la concentración con valores predeterminados, que se almacenan por ejemplo en una tabla de consulta correspondiente, proporcionando el resultado de la comparación información sobre el aumento y/o la reducción temporales de la hermeticidad al aire de la sala. El valor relativo de hermeticidad al aire se refiere a un valor de hermeticidad al aire distinto del valor cero, tal como por ejemplo a un valor de hermeticidad al aire que se midió previamente para la sala afectada o a un valor de hermeticidad al aire establecido previamente.

Tal como ya se mencionó anteriormente, el procedimiento según la invención es adecuado especialmente como complemento de un procedimiento de inertización, influyendo directamente el valor de hermeticidad al aire, calculado con el procedimiento según la invención, en el procedimiento de inertización, especialmente teniendo en cuenta la cantidad de extinción con gas inerte que ha de proporcionarse. En particular, a este respecto sería concebible que en el caso de la determinación de la hermeticidad al aire de la sala cerrada se ajuste el gradiente de concentración entre la atmósfera de aire de la sala y la atmósfera de aire del entorno, disminuyéndose el contenido en oxígeno en la sala cerrada introduciendo un gas que desplaza al oxígeno hasta un primer nivel de inertización predeterminable. En el caso de este primer nivel de inertización predeterminable puede tratarse por ejemplo de un nivel de concentración de funcionamiento o un nivel de concentración de regulación. Lógicamente, también es concebible sin embargo que el primer nivel de inertización predeterminable sea el nivel de concentración límite o el nivel de concentración de diseño establecido para la sala cerrada.

Teniendo en cuenta el uso del procedimiento según la invención en una instalación de extinción de incendios con gas inerte se prevé además de manera ventajosa que tras el cálculo del valor de hermeticidad al aire para la sala cerrada se ajusta y se mantiene, en la atmósfera de aire de la sala de la sala cerrada, el contenido en oxígeno con un intervalo de regulación predeterminable a una concentración de regulación que se encuentra por debajo de una concentración de funcionamiento de la sala, introduciéndose en la sala un gas que desplaza al oxígeno a partir de una fuente de gas inerte, disminuyéndose la concentración de regulación y la concentración de funcionamiento con la formación de un margen de seguridad contra fallos por debajo de la concentración de diseño establecida para la zona de protección, tanto que la curva de aumento del contenido en oxígeno en el caso de fallo de la fuente primaria no alcanza una concentración determinada para la zona de protección hasta que pasa un tiempo predeterminado, y determinándose el margen de seguridad contra fallos considerando el valor de hermeticidad al aire determinado anteriormente y válido para la sala cerrada. Por consiguiente, es posible una adaptación lo más exacta posible de un procedimiento de inertización a la sala cerrada midiendo de manera adecuada el valor de hermeticidad al aire de la sala cerrada. Especialmente, el valor de hermeticidad al aire de la sala, al que se recurre para el diseño del margen de seguridad contra fallos, puede actualizarse de manera continua o en tiempos o acontecimientos predeterminados, de modo que el procedimiento de inertización se diseña con un valor de hermeticidad de la sala casi sin fallos.

En un perfeccionamiento preferido de la forma de realización mencionada en último lugar se prevé que se registre además un parámetro de incendio en la atmósfera de aire de la sala con ayuda de un detector correspondiente, disminuyéndose rápidamente el contenido en oxígeno en la sala cerrada en el caso de la detección de un incendio inicial o de un incendio hasta la concentración de regulación, si el contenido en oxígeno se encontraba anteriormente en un nivel superior. Mediante este perfeccionamiento del procedimiento según la invención en cuanto a la posible inertización de la sala cerrada es ahora posible implementar el procedimiento por ejemplo también en un procedimiento de inertización de múltiples etapas. Así es concebible por ejemplo que la sala cerrada se encuentre en un principio a un nivel de inertización superior de manera correspondiente, para permitir un tránsito de personas. Este nivel de inertización superior puede ser o bien la concentración de la atmósfera de aire del entorno (21% en volumen de oxígeno) o bien un nivel de inertización primero o básico de por ejemplo el 17% en volumen de oxígeno. Además es concebible que se disminuya en primer lugar el contenido en oxígeno en la sala cerrada hasta un nivel de inertización básico determinado de por ejemplo el 17% en volumen y en el caso de un incendio se disminuya el contenido en oxígeno hasta un nivel de inertización completa determinado, después hasta la concentración de regulación. Un nivel de inertización básico del 17% en volumen de la concentración de oxígeno no significa ningún riesgo de personas o animales, de modo que éstos pueden entrar en la sala aún sin problemas. El ajuste del nivel de inertización completa o de la concentración de regulación puede ajustarse o bien tras la detección de un principio de incendio, sin embargo también sería concebible en este caso que se ajuste este nivel por ejemplo de noche, cuando no entra ninguna persona a la sala afectada. En el caso de la concentración de regulación, la inflamabilidad de todos los materiales en la sala cerrada se ve reducida, tanto que ya no pueden inflamarse.

Mediante el descenso consabido de la concentración de oxígeno se logra de manera ventajosa que aumente claramente la seguridad contra fallos del procedimiento de inertización, dado que está asegurado por consiguiente que incluso en el caso de fallo de la fuente de gas inerte exista una protección contra incendios suficiente, sin embargo no siendo ya necesario ahora un “sobredimensionamiento” del margen de seguridad contra fallos, lo que es ventajoso especialmente desde el punto de vista económico.

En una realización especialmente preferida de las formas de realización mencionadas en último lugar, en las que se usa el procedimiento según la invención en una instalación de extinción de incendios con gas inerte, la magnitud del intervalo de regulación asciende a aproximadamente el 0,4% en volumen del contenido en oxígeno. Además, el intervalo de regulación debe encontrarse por debajo de la concentración de regulación.

Para lograr que la extensión o la capacidad de la fuente de gas inerte necesaria para el procedimiento de inertización pueda adaptarse de la manera más exacta posible a la sala cerrada, se prevé finalmente que tiene lugar el cálculo de la cantidad de agente extintor para el mantenimiento de la concentración de regulación en la sala cerrada considerando el valor de hermeticidad al aire determinado de la sala cerrada.

A continuación se explica en más detalle el procedimiento según la invención por medio de los dibujos.

Muestran:

la figura 1a una evolución de llenado con gas inerte en una sala cerrada, en la que se emplea una primera forma de realización preferida del procedimiento según la invención;

la figura 1b una sección con respecto al tiempo de la evolución de llenado con gas inerte mostrada en la figura 1a; y

la figura 2 una evolución de llenado con gas inerte en una sala cerrada, en la que se emplea una segunda forma de realización preferida del procedimiento de la invención.

La figura 1a muestra esquemáticamente una evolución de llenado con gas inerte en una sala cerrada, en la que se emplea una primera forma de realización preferida del procedimiento según la invención para determinar la hermeticidad al aire de la sala. El tiempo t está representado en el eje de abscisas, mientras que el eje de ordenadas indica la concentración de un componente (de manera ventajosa la concentración de oxígeno) en la atmósfera de aire de la sala. En las formas de realización preferidas descritas a continuación, este componente determinado de la atmósfera de aire de la sala es el porcentaje de oxígeno. Sin embargo, la presente invención no está limitada a esto; más bien, también sería concebible que el componente seleccionado de la atmósfera de aire de la sala fuera el porcentaje de gas inerte (nitrógeno), o por ejemplo un porcentaje de gas noble en la atmósfera de aire de la sala.

En la evolución de llenado mostrada en la figura 1a, sólo están indicados los acontecimientos de tiempo característicos durante la evolución, advirtiéndose expresamente en este punto que especialmente el eje de tiempo no está en parte a escala. Así es válido para el periodo de tiempo ΔT_{fuga}, dentro del cual aumenta de manera continua el contenido en oxígeno en la atmósfera de aire de la sala debido a las fugas existentes en la cobertura de la sala, que éste es por regla general claramente menor que el periodo de tiempo $\Delta T_{alimentación}$, dentro del cual se disminuye de nuevo la concentración de oxígeno en la atmósfera de aire de la sala mediante la alimentación posterior de gas inerte (por ejemplo aire enriquecido con nitrógeno).

Tal como se representa, desde el momento t0 hasta el momento t1 en la atmósfera de aire de la sala está establecida la concentración de sustancia de oxígeno a un primer valor K1 constante. A este respecto es concebible por ejemplo que este primer valor K1 de concentración corresponde a una concentración de oxígeno del 21% en volumen, o sea, es idéntica a la concentración de oxígeno en la atmósfera de aire del entorno. Como alternativa a esto, sería también concebible sin embargo que el valor K1 de concentración corresponda a un nivel de inertización ya ajustado en la sala cerrada inferior al 21% de volumen de oxígeno.

Para poder determinar el valor de hermeticidad al aire de la sala cerrada con el procedimiento según la invención según la primera forma de realización, en el periodo de tiempo de desde t1 hasta t2 se disminuye la concentración de oxígeno en la atmósfera de aire de la sala desde el valor K1 de concentración inicial hasta un segundo valor K2 de concentración que se encuentra por debajo del valor K1 de concentración. La disminución de la concentración de oxígeno en la sala cerrada tiene lugar por ejemplo introduciendo gas inerte (tal como por ejemplo N_2, argón o CO_2) en la atmósfera de aire de la sala. La introducción del gas inerte en la atmósfera de aire de la sala y la disminución de la concentración de oxígeno hasta el nivel K2 de inertización, cuando por ejemplo se emplea la técnica de extinción con gas inerte en la sala cerrada y como medida de prevención se disminuye el contenido en oxígeno en la sala cerrada con el objetivo de reducir el riesgo de producción de un incendio en la sala, pueden tener lugar entonces por ejemplo cuando ya no deben entrar personas en la sala. Simultáneamente con la disminución de la concentración de oxígeno se ajusta un gradiente de concentración entre la atmósfera de aire de la sala y la atmósfera de aire del entorno, en el que la concentración de oxígeno en el ejemplo mostrado en la figura 1a presenta el valor K1.

En el periodo de tiempo entre t2 y t3 se mantiene el nivel K2 de inertización ajustado en la atmósfera de aire de la sala alimentando de manera regulada gas inerte y/o aire del entorno (aire exterior) con un intervalo de regulación eventualmente existente en el nivel K2.

En el momento t3 se impide cualquier cambio de aire regulado en la atmósfera de aire de la sala, esto quiere decir especialmente que ningún gas inerte adicional ni tampoco ningún aire de entrada se introducen de manera regulada en la sala cerrada. Debido a las fugas existentes en la sala cerrada tiene lugar básicamente un cambio de aire no regulado. El alcance de este cambio de aire no regulado se determina con la ayuda del procedimiento según la invención. Debido

al cambio de aire no regulado se intercambia de manera continua al menos una parte del aire de la sala, que presenta en el momento t3 una concentración K2 de oxígeno, de manera no regulada con aire del entorno, que presenta una concentración de oxígeno de K1.

En la evolución de llenado mostrada en la figura 1a se refleja este cambio de aire no regulado porque a partir del momento t3 aumenta de manera continua la concentración de oxígeno en la atmósfera de aire de la sala.

Registrándose según la invención la variación temporal del valor de concentración de oxígeno en la atmósfera de aire de la sala con ayuda por ejemplo de un sensor de oxígeno correspondiente, puede reunirse información sobre el cambio de aire no regulado que tiene lugar en la sala cerrada y por consiguiente información sobre la hermeticidad al aire de la sala cerrada. En el ejemplo mostrado en la figura 1a se determina la tasa de variación de la concentración en el periodo de tiempo entre t3 y t4. De manera ventajosa se toman en este periodo de tiempo un gran número de valores de medición de concentración de oxígeno, de modo que puede determinarse de la manera más exacta posible la pendiente de la evolución de la concentración de oxígeno en la ventana de medición entre los momentos t3 y t4. La pendiente de la evolución de la concentración de oxígeno, es decir la derivada con respecto al tiempo de la evolución de la concentración de oxígeno corresponde a este respecto a la tasa de variación de la concentración que va a determinarse en la atmósfera de aire de la sala.

Después de que se haya determinado la tasa de variación de la concentración, aumenta de manera adicionalmente continua, tal como está representado en la figura 1a, el valor de la concentración de oxígeno, hasta que alcanza de nuevo el valor K1 de concentración, que es idéntico al valor de concentración de oxígeno en la atmósfera de aire del entorno. Lógicamente, también sería concebible sin embargo que, tras la terminación de la determinación de la tasa de variación de la concentración en el momento t4 se ajuste la concentración de oxígeno en la atmósfera de aire de la sala de nuevo al nivel K2 de inertización (u otro nivel predeterminable), lo que es necesario, por ejemplo, cuando por motivos de prevención de incendios debe inertizarse temporalmente la sala cerrada.

El procedimiento descrito con referencia a la evolución de llenado con gas inerte representada en la figura 1 para determinar la hermeticidad al aire de la sala cerrada es igualmente adecuado para determinar el volumen de aire de la sala de la sala cerrada simultáneamente con la determinación de la hermeticidad al aire. Para ello es meramente necesario que, durante el periodo de tiempo entre t1 y t2, dentro del cual se disminuye la concentración de oxígeno en la atmósfera de aire de la sala desde el primer nivel K1 hasta el segundo nivel K2, por consiguiente para ajustar un gradiente de concentración entre la atmósfera de aire de la sala y la atmósfera de aire del entorno, se conozcan la tasa de flujo volumétrico del gas inerte (por ejemplo nitrógeno) alimentado a la sala cerrada y la concentración de oxígeno en el gas inerte introducido. Para ello se propone disponer, en la conducción de alimentación del gas inerte, de un sensor del flujo volumétrico correspondiente para medir la tasa de flujo volumétrico del gas inerte, con la que se alimenta el gas inerte en el intervalo de tiempo entre t1 y t2 a la sala cerrada. Lógicamente, también sería concebible sin embargo una fuente de gas inerte, con la que se proporciona y se dirige de manera correspondiente el gas inerte para el ajuste del gradiente de concentración entre la atmósfera de aire de la sala y la atmósfera de aire del entorno, dando ésta una tasa de flujo volumétrico de gas inerte predeterminable determinada.

Teniendo en cuenta la concentración de oxígeno en el gas inerte, que se introduce en el periodo de tiempo entre t1 y t2 en la atmósfera de aire de la sala, puede preverse de manera similar un sensor de gas inerte o de oxígeno correspondiente en la conducción de alimentación de gas inerte. Lógicamente, también es concebible sin embargo que la fuente de gas inerte ya proporcione gas inerte con una concentración de oxígeno conocida. En este caso puede prescindirse de una disposición de sensor correspondiente por ejemplo en la conducción de alimentación de gas inerte.

Para poder determinar ahora el volumen de aire de la sala de la sala cerrada por medio de la evolución de llenado con gas inerte representada en la figura 1a, es necesario que se determine en primer lugar el porcentaje de oxígeno en la atmósfera de aire de la sala de la sala cerrada. Esto tiene lugar de manera ventajosa en el momento t1, aunque lógicamente también sería concebible que se determine el porcentaje de oxígeno en la atmósfera de aire de la sala en un momento posterior al momento t1. Sin embargo, este momento posterior debe encontrarse antes del momento t2, en el que se ajusta la concentración de oxígeno en la atmósfera de aire de la sala (con la excepción de un cierto intervalo de regulación) al nivel K2 de inertización.

Después de que se haya introducido una cantidad conocida de gas inerte en la atmósfera de aire de la sala, se determina de nuevo el porcentaje de oxígeno en toda la atmósfera de aire de la sala de la sala cerrada. Dado que a este respecto es necesario registrar el porcentaje de oxígeno medio en la atmósfera de aire de la sala, se propone como transformación técnica de instalación para determinar el porcentaje de oxígeno en la atmósfera de aire de la sala especialmente un sistema de medición de oxígeno que funciona de manera aspirativa, con el que se aspira una muestra de aire representativa de la atmósfera de aire de la sala y se alimenta a un sensor de oxígeno. Por otra parte, también sería concebible sin embargo prever sensores correspondientes en distintos puntos dentro de la sala, promediándose a continuación las respectivas señales del sensor, para registrar por consiguiente información lo más exacta posible sobre el porcentaje de oxígeno medio en la atmósfera de aire de la sala.

Tal como ya se indicó, la nueva determinación del porcentaje de oxígeno en la atmósfera de aire de la sala tiene lugar después de que se haya introducido el gas inerte de manera regulada en la sala cerrada. Para esto se propone el momento t2 dado que este momento t2 se encuentra relativamente cerca del momento t1, es decir, en el momento

de la primera medición del porcentaje de oxígeno en la atmósfera de aire de la sala, de modo que el resultado de la medición se vea influido de la menor manera posible por el cambio de aire no regulado de la sala cerrada.

Finalmente, puede calcularse el volumen de aire de la sala, en un equipo de control adecuado con el que se dirige también el procedimiento para determinar la hermeticidad al aire de la sala cerrada y especialmente se calcula el valor de hermeticidad al aire considerando la tasa de variación de la concentración registrada, y concretamente considerando el porcentaje de oxígeno determinado en el momento t1 en la atmósfera de aire de la sala, considerando el porcentaje de oxígeno determinado en el momento t2 en la atmósfera de aire de la sala así como considerando la cantidad de oxígeno o la cantidad de gas inerte incorporada en la atmósfera de aire de la sala en el periodo de tiempo entre t1 y t2.

Según esto es posible determinar, por medio de la evolución de llenado con gas inerte representada en la figura 1a a modo de ejemplo, tanto la hermeticidad al aire como el volumen de aire de la sala de la sala cerrada. Ambos procedimientos pueden realizarse especialmente de manera simultánea. Dado que para la realización de los procedimientos descritos es adecuada una evolución de llenado con gas inerte en una sala cerrada, en el caso de un procedimiento de inertización, en el que se disminuye la concentración de oxígeno en una sala que va a protegerse en comparación con la concentración de oxígeno del aire del entorno hasta un nivel de inertización reducido, puede proporcionarse la evolución de llenado con gas inerte necesaria en la atmósfera de aire de la sala.

Lógicamente, la presente invención no está limitada sin embargo a la concentración de oxígeno o de gas inerte de la atmósfera de aire de la sala. Más bien el procedimiento es adecuado con cualquier componente (gaseoso) en la atmósfera de aire de la sala.

En la figura 1b se muestra la ventana indicada en la figura 1a con una línea de puntos en una representación esquemática aumentada. Especialmente está representada en este caso la sección con respecto al tiempo de la evolución de llenado con gas inerte representada en la figura 1a, en la que la concentración de oxígeno en la sala cerrada alcanza en el momento t2 el valor K2 de concentración. Tal como se representa, tras alcanzar el valor K2 de concentración se mantiene el contenido en oxígeno en la sala cerrada con un intervalo de regulación del 0,4% en volumen de oxígeno por debajo del nivel K2 de concentración. Esto tiene lugar preferiblemente determinándose el contenido en oxígeno en la atmósfera de aire de la sala de manera continua o en intervalos de tiempo regulares y en caso necesario se alimenta posteriormente gas inerte de manera regulada. En particular, a este respecto se prevé que tras alcanzar el nivel K2 de concentración se disminuye adicionalmente el contenido en oxígeno introduciendo adicionalmente gas inerte hasta el límite inferior del intervalo de regulación (K2 - 0,4% en volumen de oxígeno).

Tal como se muestra en la figura 1b, la evolución de llenado alcanza el límite inferior del intervalo de regulación en el momento t2.1. A continuación se detiene la alimentación de gas inerte durante la duración del periodo de tiempo ΔT_{fuga} en la sala cerrada, de modo que durante este periodo de tiempo no existe ningún cambio de aire regulado. Dentro del periodo de tiempo ΔT_{fuga} aumenta de manera continua el contenido en oxígeno en la atmósfera de aire de la sala debido a las fugas existentes en la cobertura de la sala, hasta que alcanza finalmente en el momento t2.2 el límite superior del intervalo de regulación. En la forma de realización mostrada en la figura 1b, el límite superior del intervalo de regulación es idéntico al nivel K2 de concentración; sin embargo también sería concebible que el límite superior del intervalo de regulación se encuentre por debajo o por encima de K2.

En el momento t2.2 se introduce de nuevo gas inerte en la sala cerrada, y concretamente tanto tiempo hasta que la concentración de oxígeno en la atmósfera de aire de la sala alcance de nuevo el límite inferior del intervalo de regulación en el momento t2.3.

Dado que en el caso de la sección de evolución de llenado representada en la figura 1b en el periodo de tiempo $\Delta T_{alimentación}$ entre los momentos t2 y t2.1 (o. t2.2 y t2.3 etc.) puede ajustarse un gradiente de concentración entre la atmósfera de aire de la sala de la sala cerrada y la atmósfera del aire del entorno y en el periodo de tiempo ΔT_{fuga} entre los momentos t2.1 y t2.2 (o. t2.3 y t2.4 etc.) puede determinarse una tasa de variación de la concentración, también es adecuado el procedimiento según la invención para una determinación de la hermeticidad de la sala cuando se ajusta un nivel de inertización determinado en la sala cerrada y se mantiene a ese nivel con un cierto intervalo de regulación. Especialmente es meramente necesario para esto que por una parte se mida el periodo de tiempo ΔT_{fuga}, dentro del cual se detiene la alimentación de gas inerte en la sala cerrada, y por otra parte se conozca la magnitud del intervalo de regulación. En el caso de la forma de realización mostrada en la figura 1b, la magnitud del intervalo de regulación asciende al 0,4% en volumen de oxígeno; éste es un valor preferido para mantener la concentración de oxígeno a un nivel de inertización determinado en instalaciones de extinción de incendios con gas inerte. Sin embargo, la invención no está limitada a este valor.

Se prefiere especialmente realizar un gran número de mediciones de la hermeticidad de la sala en el tiempo, dentro del cual se mantiene la concentración de oxígeno de la atmósfera de aire de la sala con un intervalo de regulación determinado a un nivel de inertización, es decir, por ejemplo en el periodo de tiempo entre los momentos t2 y t3 (véase la figura 1a), para poder determinar por consiguiente mediante la formación del valor medio etc., finalmente un valor lo más exacto posible de la hermeticidad de la sala.

La figura 2 muestra una evolución de llenado con gas inerte en una sala cerrada, en la que se emplea una segunda forma de realización preferida del procedimiento según la invención para determinar la hermeticidad al aire de la sala. De manera similar a la forma de realización representada en la figura 1, la concentración de oxígeno en la atmósfera

de aire de la sala en el periodo de tiempo entre t0 y t1 está ajustada a un primer valor K1 de concentración. En el momento t2 se disminuye la concentración de oxígeno introduciendo gas inerte en la sala cerrada, hasta que alcanza en el momento t2 el valor K2 de concentración.

A diferencia de la primera forma de realización descrita en relación con la figura 1 del procedimiento según la invención, se prevé en el caso de la segunda forma de realización según la figura 2 que se determina la hermeticidad al aire de la sala cerrada en el periodo de tiempo entre t1 y t2, es decir, en un periodo de tiempo dentro del cual tiene lugar un cambio de aire regulado debido a la introducción de gas inerte. Para esto es necesario conocer la tasa de cambio de aire del cambio de aire regulado. Dicho en otros términos, esto significa que debe conocerse la tasa de flujo volumétrico de gas inerte del gas inerte alimentado a la sala cerrada. Tal como ya se indicó en relación con la determinación del volumen del aire de la sala, se tiene en cuenta para esto por ejemplo un sensor de flujo volumétrico correspondiente en el sistema de conducción de entrada de gas inerte.

En el caso del procedimiento descrito en relación a la evolución de llenado mostrada en la figura 2, se determina la concentración de oxígeno en la atmósfera de aire de la sala respectivamente en los momentos t3 y t4, que se encuentran en la ventana de tiempo entre t1 y t2. Sin embargo, dado que una tasa de variación de la concentración, que se determina basándose solamente en estos valores de medición, refleja tanto la tasa de cambio de aire regulada causada por la introducción del gas inerte, como la tasa de cambio de aire no regulada producida por las fugas en la cobertura de la sala o del edificio, es necesario conocer el porcentaje de la tasa de cambio de aire regulada, para poder determinar por consiguiente la tasa de variación de la concentración producida por el cambio de aire no regulado. Sin embargo, tal como se expuso anteriormente, se conoce la tasa de flujo volumétrico de gas inerte alimentado a la sala cerrada, de modo que puede determinarse de manera sencilla la tasa de variación de la concentración causada por el cambio de aire no regulado y por consiguiente puede determinarse el valor de hermeticidad al aire de la sala considerando esta tasa de variación de la concentración.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para determinar la hermeticidad al aire de salas cerradas, con las siguientes etapas de procedimiento:

a) ajustar un gradiente de concentración entre la atmósfera de aire de la sala de una sala cerrada y la atmósfera de aire del entorno, ajustándose la concentración de sustancia de al menos un componente de la atmósfera de aire de la sala, especialmente de oxígeno, a un valor que es distinto del correspondiente valor de la concentración de sustancia del al menos un componente en la atmósfera de aire del entorno;

b) determinar una tasa de variación de la concentración, registrándose en la atmósfera de aire de la sala la variación temporal de la concentración de sustancia del al menos un componente; y

c) calcular un valor de hermeticidad al aire de la sala cerrada considerando la tasa de variación de la concentración determinada.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que en la etapa de procedimiento b) se determina la tasa de variación de la concentración durante un periodo de tiempo dentro del cual no tiene lugar ningún cambio de aire regulado en la sala cerrada.

3. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que en la etapa de procedimiento b) se determina la tasa de variación de la concentración durante un periodo de tiempo dentro del cual tiene lugar un cambio de aire regulado con una tasa de cambio de aire conocida en la sala cerrada, en el que en la etapa de procedimiento c) se calcula el valor de hermeticidad al aire de la sala cerrada considerando la tasa de variación de la concentración y la tasa de cambio de aire del cambio de aire regulado.

4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que se determina la tasa de variación de la concentración midiendo un periodo de tiempo (ΔT_{fuga}) dentro del cual aumenta de manera continua el contenido en oxígeno en la atmósfera de aire de la sala debido a las fugas existentes en la cobertura de la sala desde un primer contenido en oxígeno predeterminable hasta un segundo contenido en oxígeno predeterminable.

5. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que en la etapa de procedimiento a) se ajusta en la sala cerrada el gradiente de concentración entre la atmósfera de aire de la sala y la atmósfera de aire del entorno, introduciéndose de manera regulada aire de entrada en la atmósfera de aire de la sala, siendo la concentración de sustancia del al menos un componente en el aire de entrada alimentado a la atmósfera de aire de la sala de la sala cerrada distinta del correspondiente valor de la concentración de sustancia del al menos un componente en la atmósfera de aire del entorno.

6. Procedimiento según la reivindicación 5, en el que la concentración de sustancia del al menos un componente en el aire de entrada alimentado a la atmósfera de aire de la sala de la sala cerrada presenta un valor predeterminable, y en el que en la etapa de procedimiento b) se determina la tasa de variación de la concentración durante la introducción del aire de entrada en la atmósfera de aire de la sala.

7. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, que está diseñado además para determinar el volumen de aire de la sala de la sala cerrada, presentando el procedimiento para ello las siguientes etapas de procedimiento:

d) determinar el porcentaje de al menos un componente, especialmente el porcentaje de oxígeno, en la atmósfera de aire de la sala de la sala cerrada;

e) introducir aire de entrada en la atmósfera de aire de la sala de la sala cerrada de manera regulada, siendo en el aire de entrada la concentración de sustancia del al menos un componente distinta de la concentración de sustancia del al menos un componente en la atmósfera de aire de la sala, y conociéndose la tasa de flujo volumétrico del aire de entrada introducido en la atmósfera de aire de la sala de la sala cerrada y la concentración de sustancia del al menos un componente en el aire de entrada introducido en la atmósfera de aire de la sala de la sala cerrada;

f) determinar de nuevo el porcentaje del al menos un componente en la atmósfera de aire de la sala de la sala cerrada; y

g) calcular el volumen de aire de la sala considerando los porcentajes determinados en las etapas de procedimiento d) y f) del componente en la atmósfera de aire de la sala y considerando la tasa de flujo volumétrico del aire de entrada introducido en la atmósfera de aire de la sala en la etapa de procedimiento e) así como considerando la concentración de sustancia del al menos un componente en el aire de entrada introducido en la atmósfera de aire de la sala.

8. Procedimiento según la reivindicación 7, en el que se realizan simultáneamente las etapas de procedimiento e) y a).

9. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, especialmente según la reivindicación 7 u 8, en el que en la etapa de procedimiento c) se calcula un valor absoluto de hermeticidad al aire, calculándose a partir de la tasa de variación de la concentración y del volumen de aire de la sala un flujo de fuga conforme al flujo volumétrico y convirtiéndose éste en un valor absoluto de hermeticidad al aire.

10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8, en el que en la etapa de procedimiento c) se calcula un valor relativo de hermeticidad al aire, comparándose la tasa de variación de la concentración con los valores predeterminados, proporcionando el resultado de la comparación información sobre el aumento y/o la reducción temporales de la hermeticidad al aire de la sala cerrada.

11. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que en el procedimiento a) se ajusta el gradiente de concentración entre la atmósfera de aire de la sala y la atmósfera de aire del entorno en la sala cerrada, disminuyéndose el contenido en oxígeno en la sala cerrada introduciendo un gas que desplaza al oxígeno hasta un primer nivel de inertización predeterminable.

12. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, especialmente según la reivindicación 10, que presenta además la siguiente etapa de procedimiento tras la etapa de procedimiento c):

c1) ajustar y mantener el contenido en oxígeno en la atmósfera de aire de la sala con un intervalo de regulación predeterminable a una concentración de regulación que se encuentra por debajo de una concentración de funcionamiento de la sala cerrada, introduciéndose a partir de una fuente de gas inerte un gas que desplaza al oxígeno en la sala cerrada,

en el que la concentración de regulación y la concentración de funcionamiento, con la formación de un margen de seguridad contra fallos, se disminuyen por debajo de la concentración de diseño establecida para la sala cerrada, tanto que la curva de aumento del contenido en oxígeno en el caso de fallo de la fuente de gas inerte, no alcanza una concentración límite determinada para la sala cerrada hasta que pasa un tiempo predeterminado, y en el que se determina el margen de seguridad contra fallos considerando el valor de hermeticidad al aire determinado para la sala cerrada.

13. Procedimiento según la reivindicación 12, que presenta además la siguiente etapa de procedimiento tras la etapa de procedimiento c1):

c2) monitorizar la atmósfera de aire de la sala teniendo en cuenta un parámetro de incendio con un detector para detectar un parámetro de incendio,

en el que el contenido en oxígeno en la sala cerrada en el caso de la detección de un principio de incendio o de un incendio se disminuye rápidamente hasta la concentración de regulación, si el contenido en oxígeno se encontraba previamente en un nivel superior.

14. Procedimiento según la reivindicación 12 ó 13, en el que la magnitud del intervalo de regulación asciende a aproximadamente el 0,4% en volumen del contenido en oxígeno y se encuentra por debajo de la concentración de regulación.

15. Procedimiento según una de las reivindicaciones 12 a 14, que presenta además la etapa de procedimiento de calcular una cantidad de disolvente para el mantenimiento de la concentración de regulación en la sala cerrada considerando la hermeticidad al aire determinada de la sala cerrada.

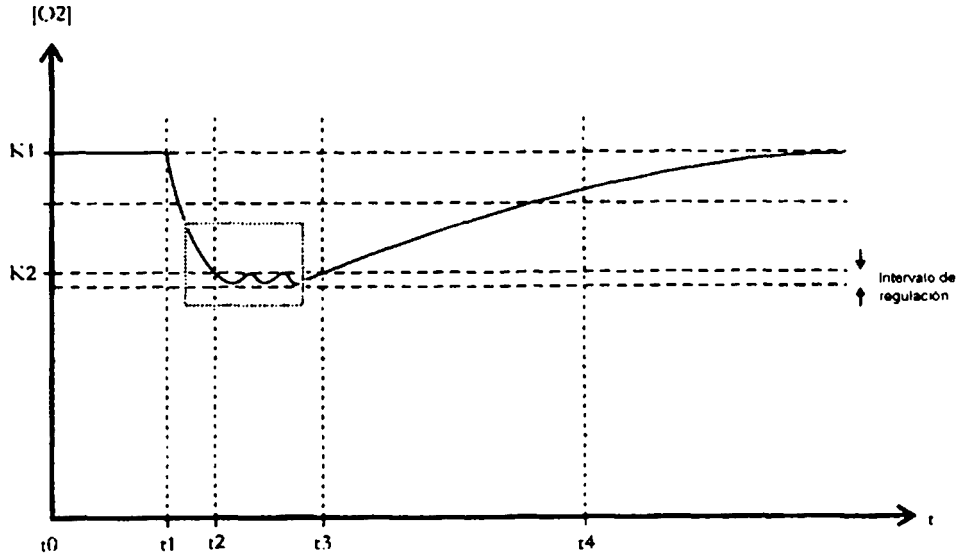
[O2]
K1
K2
Intervalo de regulación
t
t0
t1
t2
t3
t4

Fig. 1a

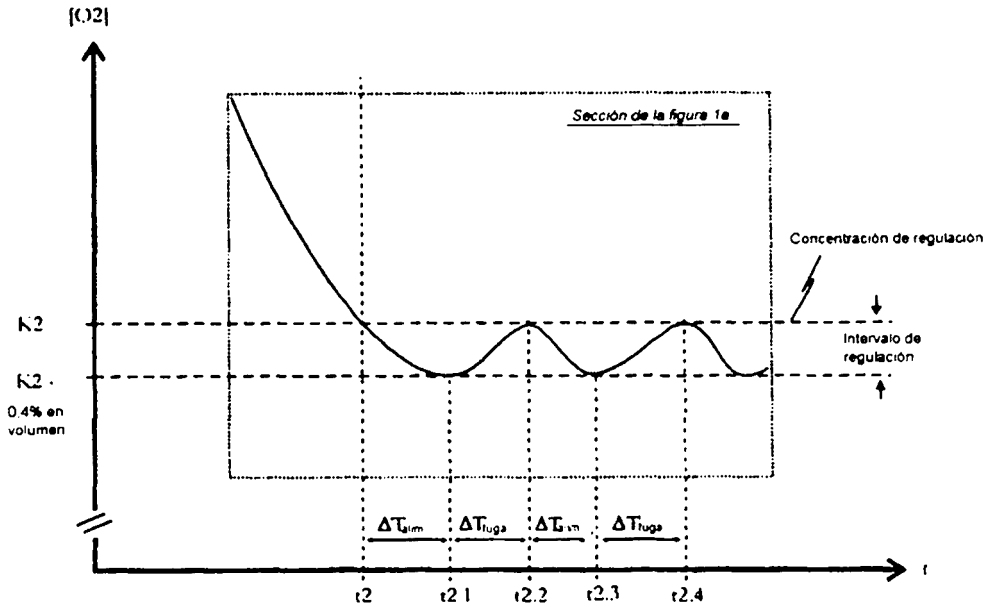
[O2]
Sección de la figura 1a
Concentración de regulación
K2
Intervalo de regulación
K2 -
0.4% en volumen
ΔTlim
ΔTfuga
ΔTlim
ΔTfuga
t
t2
t2.1
t2.2
t2.3
t2.4

Fig. 1b

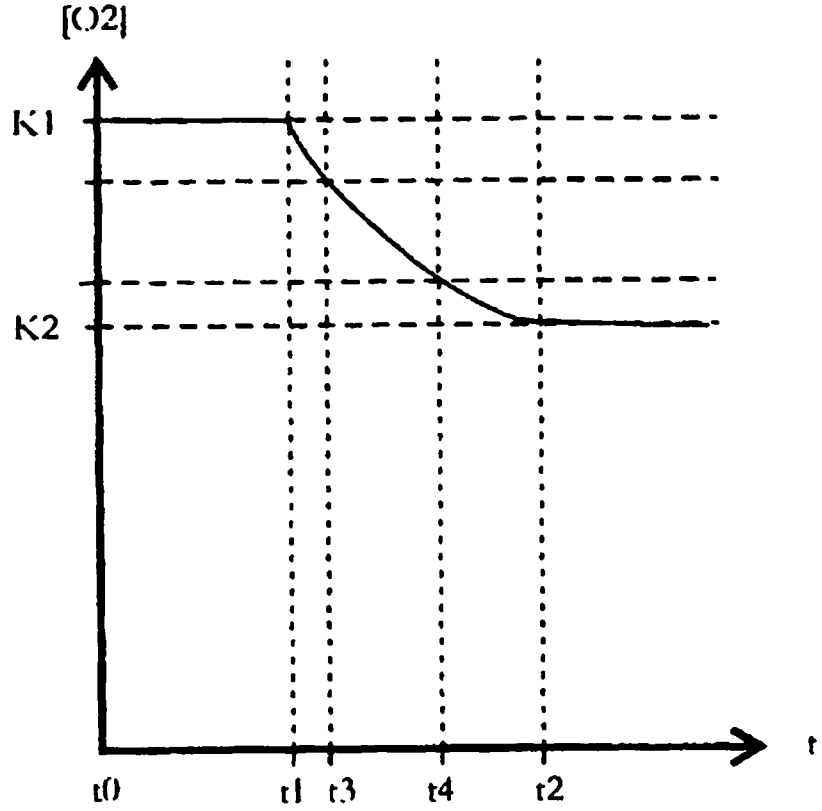

Fig. 2