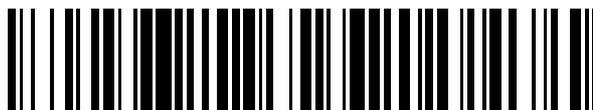


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 370 572**

51 Int. Cl.:
G21F 5/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **08868359 .4**
96 Fecha de presentación: **19.12.2008**
97 Número de publicación de la solicitud: **2232503**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **29.09.2010**

54 Título: **DISPOSITIVO DE TRANSPORTE Y/O ALMACENAMIENTO DE MATERIALES RADIACTIVOS Y PARA LA LIBERACIÓN CONTROLADA DE OXÍGENO EN UN RECINTO CERRADO.**

30 Prioridad:
21.12.2007 FR 0760231

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
20.12.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
20.12.2011

73 Titular/es:
**TN INTERNATIONAL
1, RUE DES HÉRONS
78182 MONTIGNY LE BRETONNEUX, FR**

72 Inventor/es:
**ABADIE, Pascale;
ISSARD, Hervé y
ROHR, Valentin**

74 Agente: **Linage González, Rafael**

ES 2 370 572 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Dispositivo de transporte y/o almacenamiento de materiales radiactivos y para la liberación controlada de oxígeno en un recinto cerrado

5

Ámbito técnico

La presente invención se refiere de manera general al ámbito de la protección de un recinto cerrado definido en un dispositivo de transporte y/o de almacenamiento de material radiactivo.

10

Estado de la técnica anterior

En tales recintos cerrados que contienen material radiactivo, en presencia de agua o de compuestos hidrogenados sólidos o líquidos, la radiación emitida por el material radiactivo implica mediante radiólisis una transformación de parte de dicha agua en distintos gases, entre ellos hidrógeno y oxígeno.

15

Dado que la presencia de hidrógeno en el recinto perjudica claramente la seguridad del conjunto del dispositivo de transporte y/o de almacenamiento, debido a importantes riesgos de inflamabilidad, explosividad y elevación de la presión que genera, se intenta en consecuencia, eliminar habitualmente este hidrógeno.

20

Para ello, los recintos de confinamiento pueden estar equipados con un catalizador de recombinación del oxígeno y el hidrógeno en agua (o recombinador catalítico de hidrógeno), en contacto con el cual el hidrógeno se combina con el oxígeno presente en el recinto cerrado para formar agua siguiendo el mecanismo de oxidación catalítica del hidrógeno.

25

Este principio de oxidación catalítica del hidrógeno funciona hasta que el oxígeno contenido inicialmente en el recinto cerrado se haya consumido totalmente. Sin embargo, desde el momento en que el oxígeno se encuentra en una cantidad demasiado baja dentro del recinto cerrado, reaparecen los riesgos mencionado anteriormente de inflamabilidad, explosividad y elevación de la presión, debidos a la presencia demasiado importante de hidrógeno.

30

Para paliar la falta de oxígeno, una solución consiste en introducir inicialmente, dentro del recinto cerrado, medios que permitan liberar oxígeno, constituidos por ejemplo por una fuente sólida de oxígeno gaseoso, como se desprende especialmente del documento FR-A-2 874 120. Esta fuente sólida adopta la forma de un peróxido que, al contacto con el agua creada en el recinto cerrado, libera oxígeno gaseoso.

35

De este modo, se genera oxígeno con regularidad dentro del recinto, pero en cantidades no controlables, que pueden conducir a una insuficiencia de oxígeno y, por lo tanto, a un exceso de hidrógeno no recombinado, con los riesgos presentados anteriormente.

40

De la técnica anterior, se conoce asimismo el documento EP-A-0 383 153, que describe un dispositivo para reducir la presión interna en un dispositivo de almacenamiento de residuos radiactivos. Este dispositivo incluye una cámara situada en una abertura de cuerpo lateral o de la tapa del dispositivo de almacenamiento de residuos nucleares. El interior de esta cámara recibe un catalizador e incluye una abertura en comunicación con el espacio interior de almacenamiento del dispositivo de almacenamiento, abertura en la que se sitúa una bujía de metal sinterizado. El catalizador está separado del exterior por medio de una tela metálica, una placa permeable al vapor de agua o una tapa de metal sinterizado.

45

El hidrógeno que se ha formado en el dispositivo de almacenamiento atraviesa la bujía de metal sinterizado, y llega a continuación al catalizador donde el hidrógeno es oxidado en agua por el oxígeno del aire. A título indicativo, el catalizador utilizado incluye un metal precioso, por ejemplo paladio en un soporte inerte, por ejemplo de alúmina.

50

En la solución presentada en este documento, el espacio interior de almacenamiento no se puede considerar como constitutivo de un recinto cerrado de dispositivo de transporte y/o de almacenamiento de material radiactivo, dado que este espacio no se puede cerrar, hermetizar y estanqueizar perfectamente, debido a la necesidad de que se comunique con el aire ambiente, que constituye la fuente exterior de oxígeno.

55

Exposición de la invención

Por lo tanto, la invención tiene por objetivo remediar, por lo menos en parte, los inconvenientes mencionados anteriormente, relativos a las realizaciones de la técnica anterior.

60

Para ello, la invención tiene por objeto, en primer lugar, un dispositivo de transporte y/o de almacenamiento de material radiactivo, que comprende un recinto cerrado así como un sistema para proteger dicho recinto cerrado, comprendiendo dicho sistema medios catalíticos de recombinación del hidrógeno y del oxígeno en agua, situados en dicho recinto cerrado. Según la invención, el sistema para proteger dicho recinto cerrado incluye, además, un dispositivo que permite una liberación controlada de oxígeno en dicho recinto cerrado.

65

Con la presente invención, dado que la liberación de oxígeno en el recinto cerrado está controlada, los riesgos de insuficiencia y/o de exceso de oxígeno dentro de este recinto se encuentran ventajosamente reducidos a nada, durante toda la duración del almacenamiento y/o transporte del material radiactivo.

Se observa que la liberación controlada de oxígeno en el recinto puede ser automatizada o no. En este último caso, puede tratarse especialmente de medios que permitan a un operario activar y/o detener por su cuenta el aporte de oxígeno en el recinto desde el exterior del mismo. Además, si la activación de la liberación de oxígeno, manual o automática, se efectúa preferiblemente tras la detección de una cantidad de oxígeno baja, es posible que esta activación se efectúe de manera distinta, por ejemplo en varios instantes predeterminados, es decir a intervalos de tiempo predeterminados, preferiblemente regulares. Además, la invención funciona con cualquier tipo de medio de liberación de oxígeno, que permite una liberación controlada del mismo, colocándose estos medios dentro o fuera del recinto cerrado. A título indicativo, puede tratarse por ejemplo, de fuentes sólidas, líquidas o gaseosas de oxígeno que, cuando están destinadas a estar dispuestas dentro del recinto cerrado, se introducen preferiblemente en el mismo antes del cierre del dispositivo de transporte y/o almacenamiento, para permanecer en él para siempre.

Por lo tanto, el dispositivo que permite la liberación controlada de oxígeno forma parte integrante del sistema para proteger el recinto cerrado del dispositivo de transporte y/o de almacenamiento de material radiactivo. Este sistema puede incluir sin embargo, otros medios activos sin salir del marco de la invención. Por ejemplo, los medios activos pueden no solo incluir un catalizador de recombinación del oxígeno y del hidrógeno en agua, sino también un agente secante, para limitar la presencia de agua en el interior del recinto. Efectivamente, esta presencia provoca un importante riesgo de corrosión, de manera que puede revelarse necesario realizar un saneamiento del mismo, es decir la eliminación del agua con la ayuda de dicho agente secante. A título de ejemplos ilustrativos, el catalizador de recombinación se elige especialmente entre los catalizadores recubiertos de platino o paladio, y puede adoptar la forma de paladio depositado sobre alúmina, lo que permite conjuntamente asegurar la catálisis así como el secado requerido.

Naturalmente, estos medios activos se determinan y eligen en función de la naturaleza de los elementos que se intenta eliminar en el interior del recinto cerrado del dispositivo de transporte y/o de almacenamiento, con objeto de sanear y/o proteger este mismo recinto.

Según una realización preferida, dicho dispositivo que permite la liberación controlada de oxígeno comprende:

- medios que permiten informar de la cantidad de oxígeno dentro de dicho recinto cerrado;
- medios accionables de liberación de oxígeno diseñados para liberar oxígeno dentro de dicho recinto cerrado; y
- medios de mando de dichos medios de liberación de oxígeno.

En este caso, el control de la liberación de oxígeno puede ventajosamente resultar de un seguimiento de la información sobre la cantidad de oxígeno en el recinto cerrado, tanto si la liberación de oxígeno se efectúa de forma manual o automatizada. Además, como se explicará a continuación, la información sobre la cantidad de oxígeno se puede referir a al contenido de oxígeno en sí o, alternativamente, a la cantidad de otro gas presente en el recinto, correlacionada con la cantidad de oxígeno.

Preferiblemente, dichos medios que permiten informar de la cantidad de oxígeno están unidos a los medios de mando de manera a proporcionarles un valor de la cantidad de oxígeno dentro de dicho recinto cerrado, estando diseñados dichos medios de mando para ordenar, a los medios de liberación, una liberación de oxígeno, preferiblemente en cantidad determinada, cuando dicho valor disminuye por debajo de un umbral predeterminado de cantidad de oxígeno.

Con esta configuración preferida, los medios de mando ordenan, por lo tanto, de manera automática la liberación de oxígeno cuando la cantidad de éste disminuye por debajo del umbral predeterminado, por ejemplo fijado entre el 2 y el 10% del volumen del recinto cerrado y, aún más preferiblemente, entre el 3 y el 6% de dicho volumen. A título de ejemplo indicativo, una vez mandada la liberación de oxígeno, ésta se podría mantener mientras el valor de la cantidad de oxígeno proporcionada por los medios de detección siga por debajo del umbral mencionado anteriormente. En tal caso, se detiene entonces la liberación de oxígeno en cuanto se alcanza el umbral, y sólo se ordena una nueva liberación de oxígeno cuando el valor detectado regresa por debajo del umbral predeterminado.

Alternativamente, se puede hacer que una vez mandada la liberación de oxígeno, se introduce una determinada cantidad de oxígeno en el recinto, fijándose por ejemplo esta determinada cantidad de tal manera que tras su liberación en dicho recinto cerrado, la cantidad de oxígeno se eleve hasta un valor incluido entre el 5 y el 60% y, aún más preferiblemente, entre el 20 y el 30%.

Siempre de manera preferible, dichos medios que permiten informar de la cantidad de oxígeno son medios de detección que permiten detectar la cantidad de oxígeno dentro de dicho recinto cerrado, preferiblemente del tipo

sensor de cantidad de oxígeno. Sin embargo, se pueden plantear soluciones alternativas, en las que los medios que permiten informar de la cantidad de oxígeno no están diseñados para detectar directamente la cantidad de oxígeno, obteniéndose la misma indirectamente a partir de uno o varios otros valores correlacionados con la misma, como un valor de la cantidad de otro gas presente en el recinto. Entre estos gases cuya cantidad se puede detectar directamente con la ayuda de medios adecuados con objeto de informar de la cantidad de oxígeno, se encuentran en particular el hidrógeno y el monóxido de carbono, o también los hidrocarburos, I₂, Cl₂ o CO₂. Unas estimaciones y/o cálculos conocidos por el experto en la materia permiten entonces, a partir de uno o varios de dichos valores de cantidades detectadas, informar de la cantidad de oxígeno dentro de dicho recinto cerrado, para compararla a continuación con el umbral predeterminado de cantidad de oxígeno.

Por otra parte, en el caso preferido del empleo de medios de detección que permitan detectar la cantidad de oxígeno dentro de dicho recinto cerrado, estos comprenden preferiblemente uno o varios sensores de cantidad de oxígeno, dispuestos dentro de dicho recinto cerrado. En el caso de una pluralidad de sensores, la solución se revela eficaz para deducir la cantidad media de oxígeno dentro del recinto, cuando existe una mala homogeneidad dentro del mismo.

Preferiblemente, dicho dispositivo de liberación controlada de oxígeno está diseñado de manera a permitir varias liberaciones de oxígeno espaciadas en el tiempo, siendo mandada cada liberación de oxígeno por dichos medios de mando cuando dicho valor disminuye por debajo de dicho umbral predeterminado de cantidad de oxígeno. La ventaja de este tipo de configuración reside en el hecho de poder llenar sucesivamente varias veces el recinto cerrado de oxígeno y, por lo tanto, de poder asegurar permanentemente la recombinación catalítica del hidrógeno creado en el recinto, sin generar por ello una sobrepresión de oxígeno dentro del mismo. Por otra parte, este principio se puede realizar indistintamente con una única fuente de oxígeno que se puede activar varias veces sucesivamente, por ejemplo mediante apertura/cierre, o con una pluralidad de fuentes de oxígeno, por ejemplo cada una dedicada a una liberación dada. Sin embargo, se pueden plantear otros casos, como el hecho de activar varias fuentes durante una misma liberación de oxígeno.

A este efecto, cualquiera que sea la tecnología empleada para dichos medios de liberación de oxígeno, estos comprenden preferiblemente una pluralidad de fuentes de oxígeno gaseoso situadas en dicho recinto cerrado, comprendiendo dichos medios de mando un secuenciador unido a dichas fuentes de manera a poder ordenar su activación de forma secuenciada.

En esta hipótesis de liberaciones sucesivas, dichos medios de mando están preferiblemente diseñados de manera a imponer un intervalo de tiempo mínimo entre dos liberaciones de oxígeno directamente consecutivas. Esto permite evitar la realización de una o varias liberaciones de oxígeno indeseadas, justo después de una liberación dada. Este riesgo existe efectivamente en el caso en que la liberación de oxígeno mandada en cantidad determinada se efectúa lentamente, y que el sensor de la cantidad de oxígeno sigue proporcionando un valor inferior al umbral en los instantes que siguen esta liberación. Otra causa puede residir en la lentitud de la homogeneización de la cantidad de oxígeno dentro del recinto cerrado tras una liberación de oxígeno.

A título indicativo, para ello, dichos medios de mando podrían incluir un temporizador activado después de cada liberación de oxígeno, preferiblemente de manera automática. El temporizador puede aplicar una temporización de varias horas, por ejemplo 24 horas.

Como se ha mencionado anteriormente, el conjunto de características que se acaba de referir se puede aplicar no según el valor de la cantidad de oxígeno directamente detectado o indirectamente determinado, sino según la cantidad de hidrógeno que informa indirectamente de la cantidad de oxígeno dentro del recinto cerrado.

A este efecto, se puede prever por lo tanto que dichos medios que permiten informar de la cantidad de oxígeno estén unidos a los medios de mando de manera a proporcionarles un valor de la cantidad de hidrógeno dentro de dicho recinto cerrado, estando diseñados dichos medios de mando para ordenar, a los medios de liberación, una liberación de oxígeno, preferiblemente en cantidad determinada, cuando dicho valor supera un techo predeterminado de cantidad de hidrógeno.

Con esta configuración preferida, los medios de mando ordenan por lo tanto de manera automática la liberación de oxígeno cuando la cantidad de hidrógeno supera el techo predeterminado. A título de ejemplo indicativo, una vez mandada la liberación de oxígeno, ésta se podría mantener mientras el valor del contenido de hidrógeno proporcionado por los medios de detección se mantenga por encima del techo mencionado. En tal caso, la liberación de oxígeno se detiene en cuanto se alcanza el techo, y se ordena una nueva liberación de oxígeno únicamente cuando el valor detectado supera de nuevo el techo predeterminado.

Alternativamente, se puede hacer que una vez mandada la liberación de oxígeno, se introduzca una cantidad determinada de oxígeno en el recinto, fijándose por ejemplo esta determinada cantidad de tal manera que, tras su liberación en dicho recinto cerrado, el contenido de hidrógeno se reduzca hasta un valor determinado inferior al techo.

- Siempre de manera preferible, dichos medios que permiten informar de la cantidad de oxígeno son medios de detección que permiten detectar la cantidad de hidrógeno dentro de dicho recinto cerrado, preferiblemente del tipo sensor de cantidad de hidrógeno. Sin embargo, se pueden plantear soluciones alternativas en las que los medios que permiten informar de la cantidad de hidrógeno no están diseñados para detectar directamente la cantidad de hidrógeno, obteniéndose efectivamente la misma indirectamente a partir de uno o varios otros valores correlacionados con la misma, como un valor de la cantidad de otro gas presente en el recinto. Unas estimaciones y/o cálculos conocidos por el experto en la materia permiten entonces, a partir de uno o varios de dichos valores de cantidades detectadas, informar de la cantidad de hidrógeno dentro de dicho recinto cerrado, para compararla después con el techo predeterminado de cantidad de hidrógeno.
- Por otra parte, en el caso preferido del empleo de medios de detección que permiten detectar la cantidad de hidrógeno dentro de dicho recinto cerrado, estos comprenden preferiblemente uno o varios sensores de cantidad de hidrógeno, dispuestos dentro de dicho recinto cerrado.
- Finalmente, se indica que los medios que permiten informar de la cantidad de oxígeno pueden proporcionar efectivamente un valor de la cantidad de hidrógeno como se acaba de describir, pero proporcionar alternativamente un valor de la cantidad de uno o varios de los gases contenidos en el recinto, entre el hidrógeno y el monóxido de carbono, o entre los hidrocarburos I_2 , Cl_2 o CO_2 .
- Preferiblemente, dichos medios de mando están dispuestos fuera de dicho recinto cerrado, y se alimentan eléctricamente mediante una alimentación asimismo dispuesta fuera de dicho recinto cerrado, incluso si dichos elementos se pueden colocar en el recinto, sin salir del marco de la invención.
- Preferiblemente, dichos medios de liberación de oxígeno comprenden al menos una fuente sólida de oxígeno gaseoso colocada dentro de dicho recinto cerrado, comprendiendo cada fuente sólida un compuesto oxidante capaz de liberar oxígeno gaseoso mediante descomposición térmica. Esta solución técnica, en la que el compuesto oxidante es preferiblemente clorato o perclorato de sodio, es perfectamente adecuada, ya que es poco voluminosa y facilita por lo tanto la implantación en el recinto, pero también debido al hecho de que permite conocer exactamente el volumen de oxígeno gaseoso liberado para una masa sólida dada.
- Al efecto, cada fuente sólida incluye preferiblemente un sistema de activación eléctrica de la descomposición térmica del compuesto oxidante, estando unido eléctricamente dicho sistema de activación a dichos medios de mando capaces de activarlo.
- Según otra realización preferida de la presente invención, el dispositivo que permite la liberación controlada de oxígeno comprende:
- medios accionables de liberación de oxígeno diseñados para liberar oxígeno dentro de dicho recinto cerrado; y
 - medios de mando de dichos medios de liberación de oxígeno, diseñados para ordenar a los medios de liberación, en su caso con una condición, varias liberaciones sucesivas de oxígeno, respectivamente en una pluralidad de instantes predeterminados.
- De este modo, al contrario que en la realización anterior, éste se basa en el principio de liberaciones sucesivas de oxígeno a intervalos de tiempo predeterminados, y ya no en el seguimiento de la cantidad de oxígeno dentro del recinto, aunque la cantidad de oxígeno pueda justamente ser objeto de una condición que subordine la orden de liberación, como se describe posteriormente. Por supuesto, se puede adoptar cualquier otra condición considerada útil por el experto en la materia, sin salir del marco de la invención.
- Sin embargo, se puede hacer que los medios de mando de dichos medios de liberación de oxígeno estén diseñados para ordenar a los medios de liberación, sin condición alguna, una liberación de oxígeno en cada uno de dicha pluralidad de instantes predeterminados.
- Por el contrario, se puede hacer alternativamente que dicho dispositivo que permite la liberación controlada de oxígeno incluya además unos medios que permiten informar de la cantidad de oxígeno dentro de dicho recinto cerrado, y que dichos medios que permiten informar de la cantidad de oxígeno estén unidos a los medios de mando de manera a proporcionarles un valor de la cantidad de oxígeno dentro de dicho recinto cerrado, estando diseñados dichos medios para ordenar a cada uno de dicha pluralidad de instantes predeterminados, a los medios de liberación, una liberación de oxígeno, con la condición de que dicho valor proporcionado sea inferior a un valor predeterminado de cantidad de oxígeno. Esto permite tener la seguridad de que tras la liberación de oxígeno, su cantidad en el recinto permanecerá aceptable. Esta condición verificada antes de cada liberación de oxígeno constituye por lo tanto una medida de seguridad orientada a reducir el riesgo de sobre-oxigenación dentro del dispositivo de transporte y/o almacenamiento.
- Preferiblemente, dichos medios que permiten informar de la cantidad de oxígeno son medios de detección que permiten detectar la cantidad de oxígeno dentro de dicho recinto cerrado. Sin embargo, las alternativas planteadas

para la realización anterior son asimismo aplicables en este caso. Asimismo, los demás elementos constitutivos del dispositivo de liberación controlada de oxígeno, descritos anteriormente en relación con la realización anterior, son asimismo aplicables a esta realización preferida.

- 5 Preferiblemente, cada liberación de oxígeno controlada implica la liberación de una cantidad determinada de oxígeno.

10 La invención tiene asimismo por objeto un procedimiento de protección de un dispositivo de transporte y/o de almacenamiento de material radiactivo, que comprende un recinto cerrado así como un sistema para proteger dicho recinto cerrado, comprendiendo dicho sistema medios catalíticos de recombinación del hidrógeno y el oxígeno en agua, colocados en dicho recinto cerrado. Según la invención, se realiza una liberación controlada de oxígeno en dicho recinto cerrado, preferiblemente automatizada.

15 Otras ventajas y características de la invención aparecerán en la siguiente descripción detallada no limitativa.

Descripción de los dibujos

Esta descripción se realiza en relación con los dibujos adjuntos, en los cuales:

- 20 - la figura 1 representa una vista esquemática en corte longitudinal de un dispositivo de transporte y/o de almacenamiento de material radiactivo, según una realización preferida de la presente invención;
- 25 - la figura 2 representa una vista de los medios de liberación de oxígeno que equipan el dispositivo de transporte y/o de almacenamiento mostrado en la figura 1;
- 30 - la figura 3 representa un diagrama que ilustra el funcionamiento del dispositivo de liberación controlada de oxígeno, que incluye los medios de liberación de oxígeno mostrados en la figura 2;
- 35 - la figura 4 representa una vista similar a la de la figura 1, con el dispositivo de liberación controlada de oxígeno presentado en forma de otra realización preferida; y
- 40 - la figura 5 representa un diagrama que ilustra el funcionamiento del dispositivo de liberación controlada de oxígeno mostrado en la figura 4.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

45 En primer lugar, con referencia a la figura 1, se observa un dispositivo 1 para el transporte y/o almacenamiento de material radiactivo, también denominado embalaje, que se presenta en forma de una realización preferida de la presente invención.

50 El dispositivo 1 comprende globalmente un cuerpo lateral 2, un fondo 4 eventualmente realizado de una pieza con el cuerpo 2, y una tapa 6 ensamblada fijamente en este último. Estos elementos forman conjuntamente un recinto cerrado 8, en el que se aloja el material radiactivo 10, como estuches de residuos.

55 El dispositivo 1 comprende un sistema para proteger el recinto cerrado 8, comprendiendo este sistema, en primer lugar, medios activos, entre ellos varios catalizadores 12 de recombinación del oxígeno y del hidrógeno en agua, así como un agente secante (no representado). Como se ha esquematizado en la figura 1, los catalizadores 12 están preferiblemente repartidos en el recinto 8, especialmente con el fin de evitar concentraciones locales de hidrógeno.

60 Además, el sistema para proteger el recinto cerrado comprende un dispositivo 16 que permite la liberación controlada de oxígeno en el recinto 8, cuyo objetivo es asegurar la recombinación catalítica del hidrógeno durante todo el período de transporte y/o de almacenamiento del material radiactivo. En consecuencia, la liberación controlada de oxígeno permitida gracias al dispositivo 16 permite especialmente hacer frente a los casos en los cuales se ha consumido la totalidad del oxígeno presente inicialmente en el recinto.

65 El dispositivo 16 comprende, en primer lugar, medios de detección 20 que permiten detectar la cantidad de oxígeno dentro del recinto, adoptando preferiblemente estos medios la forma de uno o varios sensores de oxígeno 20 dispuestos en el recinto 8, pudiendo estos sensores adoptar cualquier forma conocida por el experto en la materia.

70 Comprende asimismo medios accionables de liberación de oxígeno 22, previstos para liberar oxígeno dentro del recinto 8. En la realización preferida descrita, estos medios 22 alojados en el recinto comprenden una pluralidad de fuentes sólidas 24 de oxígeno gaseoso, comprendiendo cada fuente sólida 24 un compuesto oxidante del tipo clorato o perclorato de sodio, capaz de liberar oxígeno gaseoso mediante descomposición térmica.

75 Finalmente, el dispositivo 16 comprende medios de mando 26 de las fuentes 24. Estos medios de mando se presentan preferiblemente en forma de una unidad de mando electrónico y comprenden, en primer lugar, medios 28

que permiten adquirir un valor de cantidad de oxígeno proporcionado de forma continua por el sensor 20 al que dichos medios 28 están unidos. Permiten asimismo comparar este valor con un umbral predeterminado de cantidad de oxígeno en el recinto, fijado por ejemplo entre el 3 y el 6%, y preferiblemente alrededor del 5%.

5 Estos medios de mando disponen asimismo de medios 30 para ordenar una liberación de oxígeno contenido en las fuentes 24. Los medios 30 son capaces en consecuencia de generar una señal, por ejemplo una corriente eléctrica, que conduce a la descomposición térmica de una de las fuentes sólidas 24, transitando esta señal por un secuenciador 32 unido a las fuentes 24 y que permite trasladar esta señal a una de dichas fuentes aún no consumida. Efectivamente, el dispositivo 16 está diseñado de manera a permitir varias liberaciones de oxígeno
10 espaciadas en el tiempo, efectuándose preferiblemente cada liberación de oxígeno activando únicamente una de las fuentes 24.

A tal efecto, los medios de mando 26 comprenden un temporizador 34 que impone un intervalo de tiempo mínimo entre dos liberaciones de oxígeno directamente consecutivas, por lo tanto, entre el accionamiento de dos fuentes 24,
15 fijándose por ejemplo este intervalo en alrededor de 24 horas.

Se observa que los medios de mando 26 están preferiblemente situados fuera del recinto 8, al igual que su alimentación eléctrica 36, que se le puede integrar eventualmente.

20 En consecuencia, como se ha esquematizado en la figura 2, las conexiones eléctricas 35 entre el secuenciador 32 y las fuentes sólidas 24 atraviesan de forma estanca el cuerpo lateral 2, habiéndose previsto asimismo tal conexión entre el sensor 20 y los medios 28 de adquisición y de comparación del valor de la cantidad de oxígeno.

Como se ha mencionado anteriormente, cada fuente sólida 24 comprende un compuesto oxidante 40 capaz de liberar oxígeno gaseoso mediante descomposición térmica. Preferiblemente, este compuesto oxidante está
25 constituido por un bloque de clorato o de perclorato de sodio. Para ello, cada fuente sólida puede consistir en un cartucho/vela de oxígeno que comprende un sistema de activación eléctrica de la descomposición térmica, pudiendo este sistema adoptar por ejemplo la forma de una pastilla de encendido 42. La pastilla de encendido 42 que recibe la señal eléctrica procedente de los medios 30 y del secuenciador 32, por medio de la conexión eléctrica 35 del tipo por
30 cable unida a dicha pastilla, provoca una combustión de un relé eléctrico 44 de la vela, que permite mantener la descomposición térmica del bloque de clorato o de perclorato de sodio 40, hasta que éste se haya consumido totalmente. La liberación de oxígeno gaseoso resultante de dicha descomposición pasa por un filtro 46 de la vela, cuyo objetivo es atrapar las especies nocivas resultantes de dicha descomposición, tales como hollines, etc.

35 La masa del bloque de clorato o perclorato de sodio 40 permite conocer con precisión la cantidad de oxígeno gaseoso que se libera del mismo durante su descomposición térmica. De este modo, es fácil controlar la cantidad de oxígeno introducida en el recinto tras la orden de liberación de oxígeno dada por los medios de mando 26, fijándose dicha cantidad de oxígeno preferiblemente de manera que, tras su liberación en dicho recinto cerrado, la cantidad de oxígeno se eleve hasta un valor incluido entre el 20 y el 30%, preferiblemente del orden del 25%.

40 A continuación, se describe el funcionamiento del dispositivo 16, especialmente con referencia a la figura 3.

Durante el período de almacenamiento y/o de transporte del material radiactivo en el recinto, el sensor 20 proporciona de forma regular y continua un valor de cantidad de oxígeno a los medios 28, que lo comparan con el
45 umbral predeterminado. Mientras el valor es superior al umbral, no se efectúa acción alguna. Por el contrario, si el valor desciende por debajo del umbral, lo que implica que la cantidad de oxígeno restante es insuficiente para asegurar una recombinación catalítica satisfactoria del hidrógeno en el recinto, los medios 30 dan automáticamente una orden de liberación de oxígeno. Al pasar por el secuenciador 32, esta orden en forma de señal eléctrica es dirigida hacia una de las fuentes sólidas 24 que aún no ha sido consumida, y activa la pastilla de encendido 42 de
50 esta misma fuente. A continuación, se libera el oxígeno gaseoso de dicha fuente de la manera expuesta anteriormente, en una cantidad conocida en sí, que puede alcanzar varios litros. La liberación puede tardar varios minutos, incluso más aún.

Como está esquematizado en la figura 3, la orden de liberación de oxígeno está inmediatamente seguida por una temporización aplicada por el temporizador 34, que prohíbe la entrega de una nueva orden de liberación de oxígeno hasta que haya transcurrido un período de tiempo dado, por ejemplo 24 horas. En consecuencia, durante este
55 intervalo de tiempo, aunque el valor de la cantidad de oxígeno detectada por el sensor 20 sea inferior al umbral, no se puede dar una nueva orden de activación de fuente 24.

60 Una vez terminada la temporización, el valor de la cantidad de oxígeno proporcionado por el sensor 20 suele estar próximo al techo deseado, por lo tanto, ampliamente superior al umbral. Se reinicia entonces la comparación efectuada por los medios 28, a la espera de detectar el nuevo descenso del valor por debajo del umbral predeterminado, que puede ocurrir varios días, meses o años después del anterior.

65 Con referencia a la figura 4, se ha representado un dispositivo 1 para el transporte y/o almacenamiento de material radiactivo, según otra realización preferida de la presente invención. En este caso, solo difieren los medios de

mando 26 del dispositivo 16 de los que se acaban de presentar. A tal efecto, en las figuras, los elementos que llevan las mismas referencias numéricas corresponden a elementos idénticos o similares.

- 5 Los medios de mando 26 de las fuentes 24 se presentan siempre en forma de una unidad de mando electrónico. Comprenden un reloj 50 o análogo, en el que se programa una pluralidad de instantes predeterminados T1, T2, ..., Tn, estando espaciados dichos instantes unos de otros por intervalos de tiempo predeterminados, preferiblemente regulares. A título de ejemplo indicativo, el intervalo de tiempo elegido se fija en varias decenas de días.
- 10 Los medios de mando 26 comprenden asimismo los medios 28 que permiten adquirir un valor de cantidad de oxígeno proporcionado por el sensor 20 al que están unidos los medios 28. Permiten asimismo comparar este valor proporcionado con un valor predeterminado de cantidad de oxígeno en el recinto, fijado por ejemplo entre el 30 y el 70%, preferiblemente alrededor del 60%.
- 15 Estos medios de mando 26 disponen asimismo de los medios 30 para ordenar una liberación de oxígeno contenido en las fuentes 24, así como del secuenciador 32 conectado a las fuentes 24 y que permite trasladar la señal a una de dichas fuentes aún no consumida. Efectivamente, el dispositivo 16 está diseñado de manera a permitir varias liberaciones de oxígeno espaciadas en el tiempo, efectuándose cada liberación de oxígeno preferiblemente al activar solo una de las fuentes 24.
- 20 A continuación, se describe el funcionamiento del dispositivo 16, especialmente con referencia a la figura 5.
- 25 Durante el período de almacenamiento y/o de transporte del material radiactivo en el recinto, el reloj 50 detecta los instantes predeterminados T1, T2, ..., Tn en los que se podría ordenar una liberación de oxígeno. Cuando surge uno de estos instantes, antes de efectuar la liberación de oxígeno, los medios 28 comprueban la condición de cantidad limitada de oxígeno. Efectivamente, el sensor 20 proporciona un valor de cantidad de oxígeno a los medios 28, que lo comparan con el valor predeterminado. En el caso más raro en que el valor proporcionado es superior al valor predeterminado, que traduce un consumo inhabitual de oxígeno muy bajo desde la liberación anterior, no se inicia acción alguna, y ninguna liberación de oxígeno puede tener lugar antes del siguiente instante predeterminado. Dado que este caso revela condiciones anormales, se puede activar una alarma cuando se produce. Por el contrario, si el
- 30 valor proporcionado es inferior al valor predeterminado, los medios 30 dan automáticamente una orden de liberación de oxígeno. Al pasar por el secuenciador 32, esta orden en forma de señal eléctrica es dirigida hacia una de las fuentes sólidas 24 que aún no ha sido consumida, y activa la pastilla de encendido 42 de esta misma fuente. A continuación, se libera el oxígeno gaseoso de dicha fuente de la manera expuesta anteriormente, en una cantidad conocida en sí, que puede alcanzar varios litros. La liberación puede tardar varios minutos, incluso más aún. Debido
- 35 a la comprobación de la condición de cantidad limitada de oxígeno justo antes de la orden de liberación, existe la certeza de que la nueva cantidad de oxígeno, tras la liberación en cantidad determinada del mismo, no alcanza un techo crítico sinónimo de sobre-oxigenación.
- 40 Una vez terminada la liberación de oxígeno, los medios 26 se sitúan a la espera de un nuevo instante predeterminado T1, T2, ..., Tn.
- 45 Por supuesto, el experto en la materia puede aportar diversas modificaciones a la invención que se acaba de describir, únicamente a título de ejemplo no limitativo. A tal efecto, se observa que la invención se aplica no solo a los estuches de residuos, como se acaba de presentar, sino también a cualquier otro tipo de material radiactivo.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Dispositivo (1) de transporte y/o de almacenamiento de material radiactivo (10), que comprende un recinto cerrado (8) así como un sistema (12, 16) para proteger dicho recinto cerrado, comprendiendo dicho sistema medios catalíticos (12) de recombinación del hidrógeno y del oxígeno en agua, situados en dicho recinto cerrado,
- 10 caracterizado porque el sistema para proteger dicho recinto cerrado comprende además un dispositivo (16) que permite una liberación controlada de oxígeno en dicho recinto cerrado (8).
- 15 2. Dispositivo (1) según la reivindicación 1, caracterizado porque dicho dispositivo (16) que permite la liberación controlada de oxígeno comprende:
- medios (20) que permiten informar de la cantidad de oxígeno dentro de dicho recinto cerrado;
 - medios (22) accionables de liberación de oxígeno diseñados para liberar oxígeno dentro de dicho recinto cerrado; y
 - medios (26) de mando de dichos medios de liberación de oxígeno.
- 20 3. Dispositivo (1) según la reivindicación 2, caracterizado porque dichos medios que permiten informar de la cantidad de oxígeno están unidos a los medios de mando (26) de manera a proporcionarles un valor de la cantidad de oxígeno dentro de dicho recinto cerrado, estando diseñados dichos medios de mando (26) para ordenar a los medios de liberación (22) una liberación de oxígeno, preferiblemente en cantidad determinada, cuando dicho valor disminuye por debajo de un umbral predeterminado de cantidad de oxígeno.
- 25 4. Dispositivo (1) según la reivindicación 3, caracterizado porque dichos medios que permiten informar de la cantidad de oxígeno son medios de detección (20) que permiten detectar la cantidad de oxígeno dentro de dicho recinto cerrado.
- 30 5. Dispositivo (1) según la reivindicación 4, caracterizado porque dichos medios de detección (20) comprenden uno o varios sensores de cantidad de oxígeno dispuestos dentro de dicho recinto cerrado.
- 35 6. Dispositivo (1) según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5, caracterizado porque dicho dispositivo (16) de liberación controlada de oxígeno está diseñado de manera a permitir varias liberaciones de oxígeno espaciadas en el tiempo, ordenándose cada liberación de oxígeno por dichos medios de mando (26) cuando dicho valor disminuye por debajo de dicho umbral predeterminado de cantidad de oxígeno.
- 40 7. Dispositivo (1) según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 6, caracterizado porque dichos medios de mando (26) están diseñados de manera a imponer un intervalo de tiempo mínimo entre dos liberaciones de oxígeno directamente consecutivas.
- 45 8. Dispositivo (1) según la reivindicación 7, caracterizado porque dichos medios de mando comprenden un temporizador (34) activado tras cada liberación de oxígeno.
- 50 9. Dispositivo (1) según la reivindicación 1, caracterizado porque dicho dispositivo (16) que permite la liberación controlada de oxígeno comprende:
- medios (22) accionables de liberación de oxígeno diseñados para liberar oxígeno dentro de dicho recinto cerrado; y
 - medios (26) de mando de dichos medios de liberación de oxígeno, diseñados para ordenar a los medios de liberación (22), en su caso con una condición, varias liberaciones sucesivas de oxígeno, respectivamente en una pluralidad de instantes predeterminados (T1, T2, ..., Tn).
- 55 10. Dispositivo (1) según la reivindicación 9, caracterizado porque los medios (26) de mando de dichos medios de liberación de oxígeno están diseñados para ordenar a los medios de liberación (22), sin condición, una liberación de oxígeno en cada uno de dicha pluralidad de instantes predeterminados (T1, T2, ..., Tn).
- 60 11. Dispositivo (1) según la reivindicación 9, caracterizado porque dicho dispositivo (16) que permite la liberación controlada de oxígeno comprende, además, medios (20) que permiten informar de la cantidad de oxígeno dentro de dicho recinto cerrado, y porque dichos medios (20) que permiten informar de la cantidad de oxígeno están unidos a los medios de mando (26) de manera a proporcionarles un valor de la cantidad de oxígeno dentro de dicho recinto cerrado, estando diseñados dichos medios de mando (26) para ordenar a cada uno de dicha pluralidad de instantes predeterminados (T1, T2, ..., Tn), a los medios de liberación (22), una liberación de oxígeno, con la condición de que dicho valor proporcionado sea inferior a un valor predeterminado de
- 65

cantidad de oxígeno.

- 5
12. Dispositivo (1) según la reivindicación 11, caracterizado porque dichos medios que permiten informar de la cantidad de oxígeno son medios de detección (20) que permiten detectar la cantidad de oxígeno dentro de dicho recinto cerrado.
13. Dispositivo (1) según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12, caracterizado porque cada liberación de oxígeno mandada conlleva un liberación en cantidad determinada de oxígeno.
- 10
14. Procedimiento de protección de un dispositivo (1) de transporte y/o de almacenamiento de material radiactivo (10), que comprende un recinto cerrado (8) así como un sistema (12, 16) para proteger dicho recinto cerrado, comprendiendo dicho sistema medios catalíticos de recombinación del hidrógeno y del oxígeno en agua, situados en dicho recinto cerrado (8),
- 15
- caracterizado porque se realiza una liberación controlada de oxígeno en dicho recinto cerrado (8).

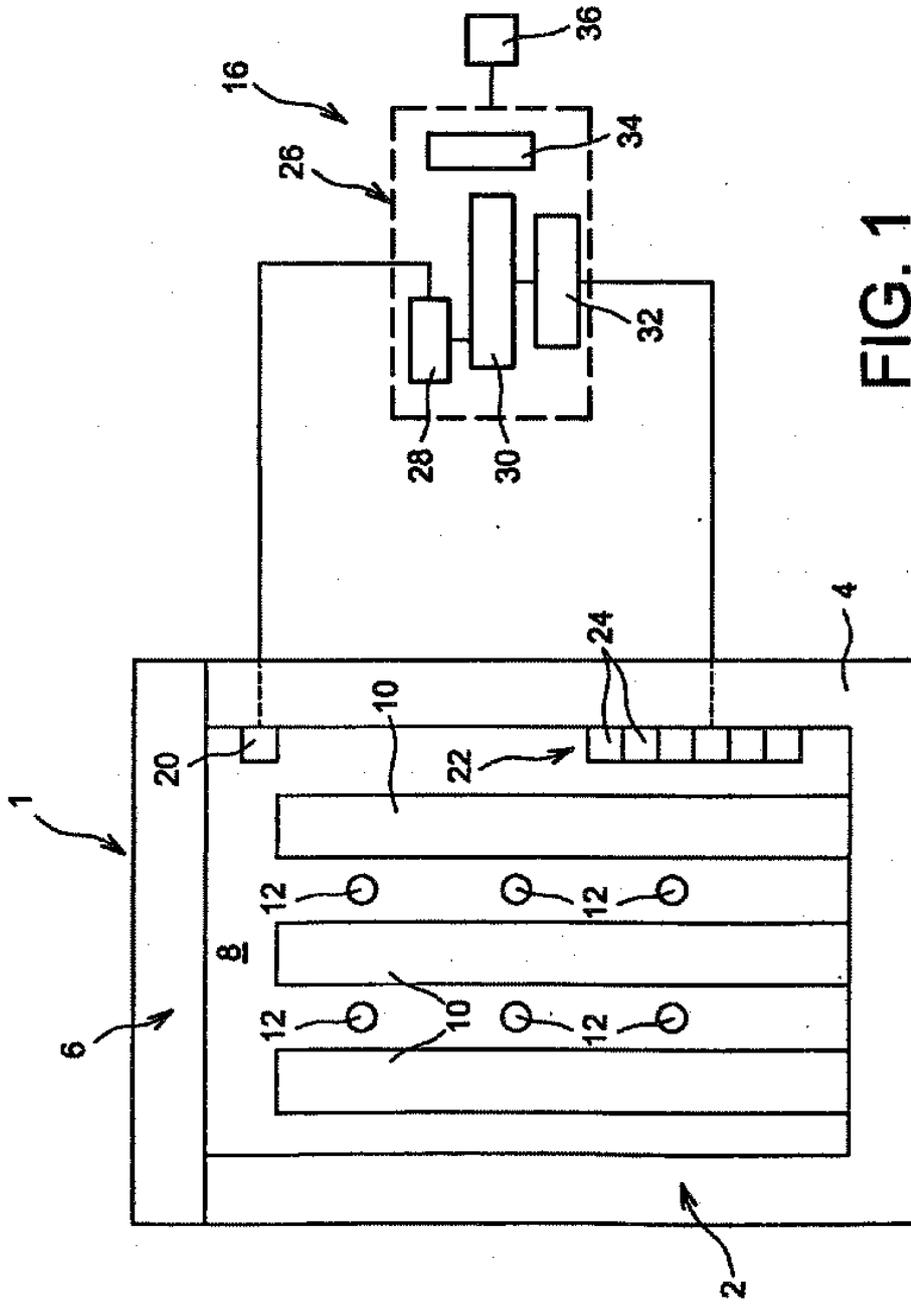


FIG. 1

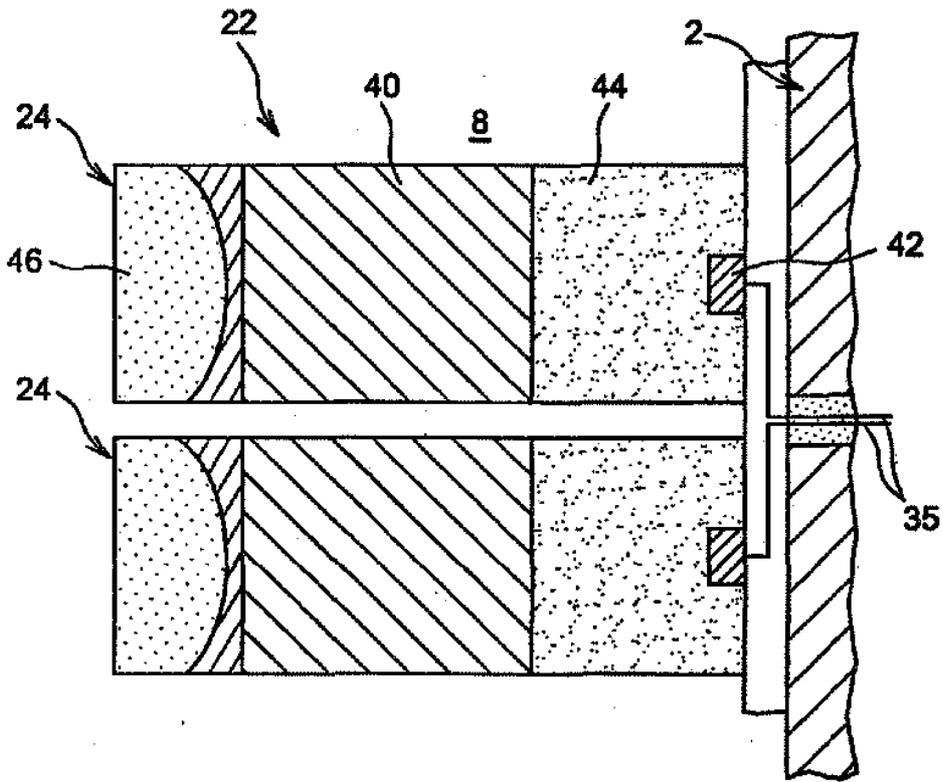


FIG. 2

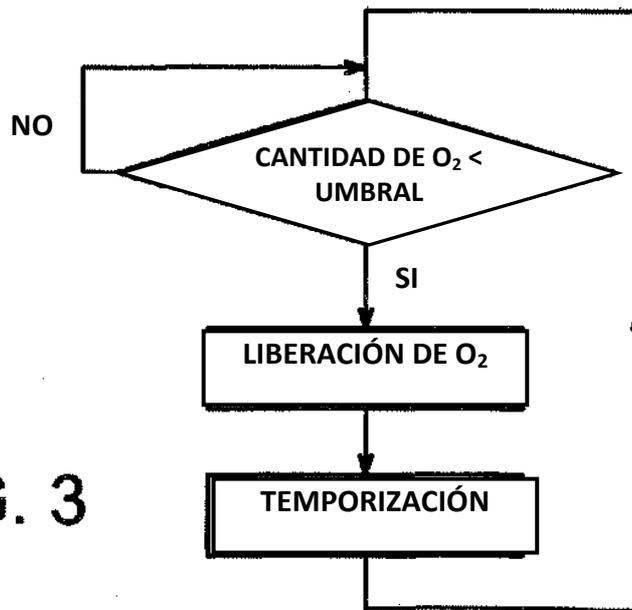


FIG. 3

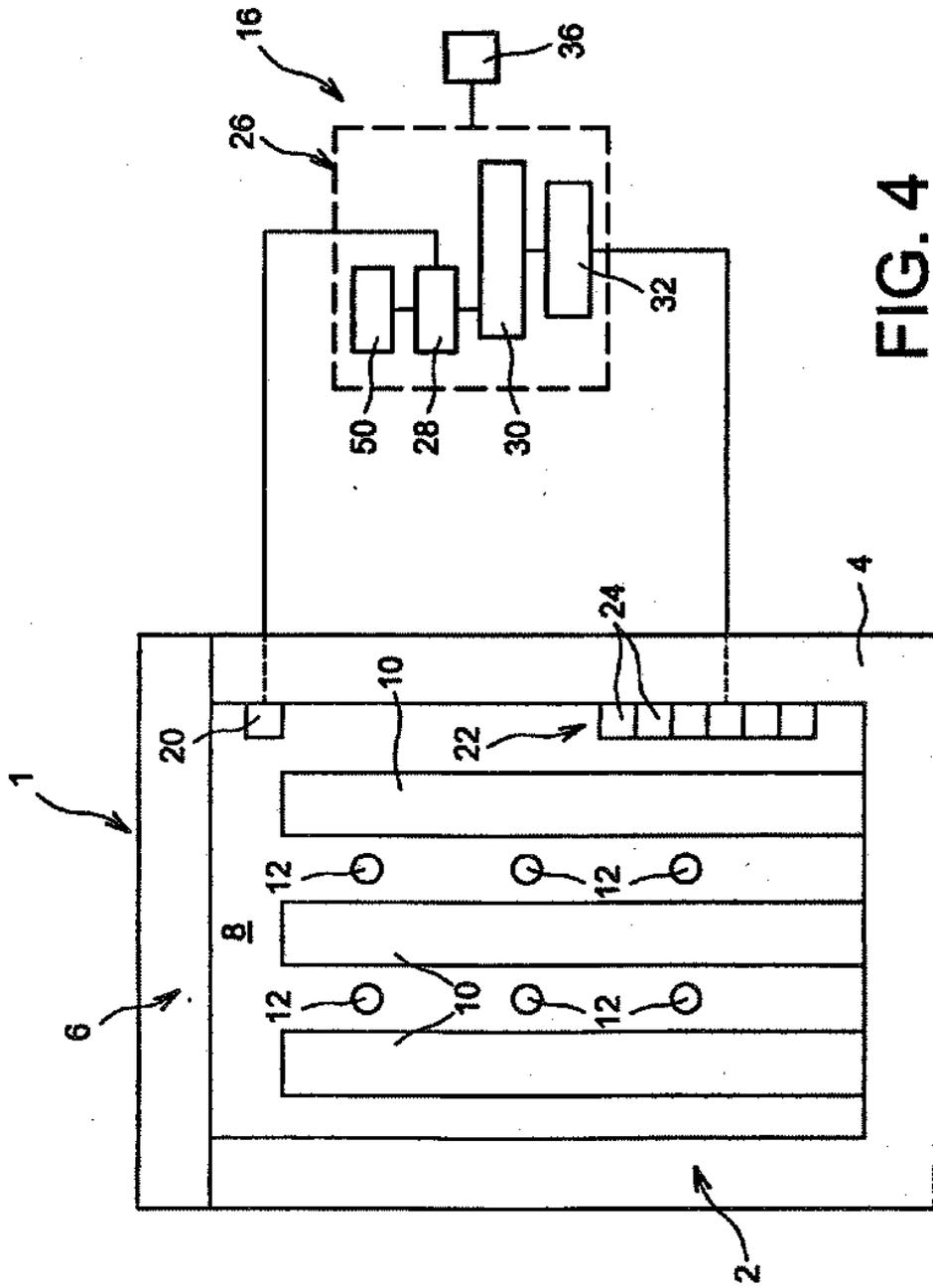


FIG. 4

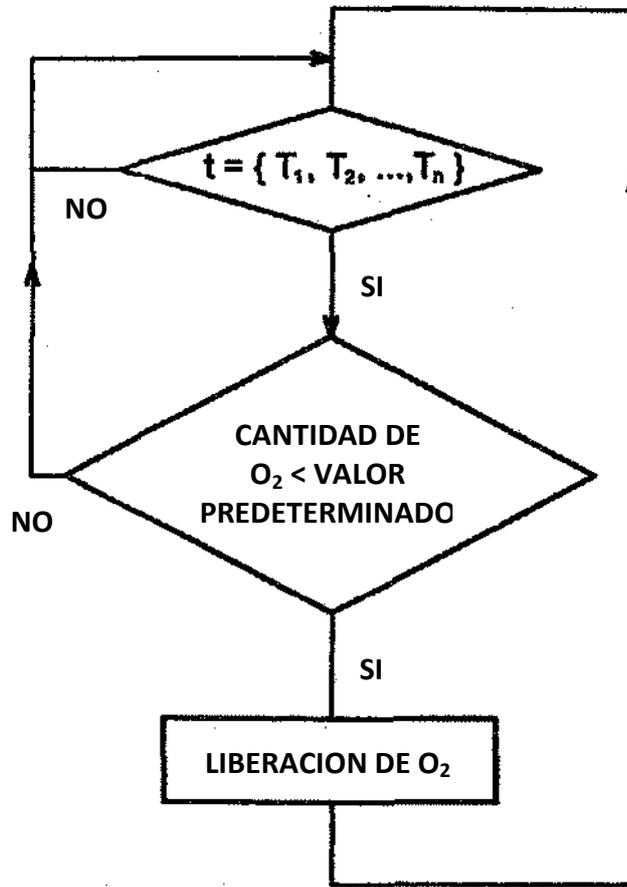


FIG. 5