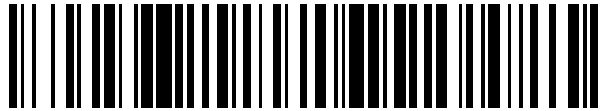


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 437 180**

51 Int. Cl.:

**A62C 99/00** (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.12.2010 E 10194584 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.09.2013 EP 2462994**

54 Título: **Procedimiento de inertización para la prevención de incendios y/o para la extinción de fuego, así como instalación de inertización para ejecutar el procedimiento**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**09.01.2014**

73 Titular/es:

**AMRONA AG (100.0%)  
Untermüli 7  
6302 Zug, CH**

72 Inventor/es:

**EBERLEIN, ANSELM y  
KERSTEN, PETER UWE**

74 Agente/Representante:

**BLANCO JIMÉNEZ, Araceli**

**ES 2 437 180 T3**

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

## DESCRIPCIÓN

Procedimiento de inertización para la prevención de incendios y/o para la extinción de fuego, así como instalación de inertización para ejecutar el procedimiento

5 [0001] La presente invención hace referencia a un procedimiento de inertización según el preámbulo de la reivindicación 1.

10 [0002] A este respecto, la presente invención hace referencia en particular a un procedimiento de inertización para la prevención de incendios y/o la extinción de fuego, en donde un contenido de oxígeno predeterminable, que es menor en comparación con el aire normal del ambiente, es regulado y mantenido en la atmósfera espacial de un espacio cerrado. Para ello, en una cámara de mezclado se prepara una mezcla inicial de gases que contiene oxígeno, nitrógeno y eventualmente otros componentes, donde en un sistema de separación de gases se separa al menos una parte del oxígeno de la mezcla inicial de gases preparada, proporcionándose de este modo una mezcla de gases enriquecida con nitrógeno en la salida del sistema de separación de gases, y donde esta mezcla de gases enriquecida con nitrógeno es conducida hacia la atmósfera espacial del espacio cerrado. El contenido residual de oxígeno de la mezcla de gases enriquecida con nitrógeno, de forma preferente, se modifica automáticamente en función del contenido de oxígeno reinante actualmente en la atmósfera espacial del espacio cerrado, donde para preparar la mezcla inicial de gases una parte del aire ambiente contenido en el espacio cerrado es extraída de forma controlada del espacio y es conducida hacia la cámara de mezclado, y donde a la parte extraída del aire ambiente, mediante mezcla y de forma controlada, se le agrega aire fresco.

20 [0003] La invención hace referencia también a una instalación de inertización conforme al preámbulo de la reivindicación 7.

25 [0004] Por consiguiente, la invención se refiere en concreto a una instalación de inertización para regular y/o mantener un contenido de oxígeno predeterminable y reducido en comparación con el aire ambiente normal, en la atmósfera espacial de un espacio cerrado, donde la instalación de inertización presenta un sistema de separación de gases, mediante el cual, de una mezcla inicial de gases que contiene nitrógeno y oxígeno se separa al menos una parte del oxígeno, de manera que en la salida del sistema de separación de gases se proporciona una mezcla de gases enriquecida con nitrógeno, y donde la instalación de inertización presenta un sistema de conductos de alimentación para suministrar la mezcla de gases enriquecida con nitrógeno hacia el espacio cerrado. Se proporciona además un dispositivo de control que se diseña para controlar de modo tal el sistema de separación de gases, que el contenido residual de oxígeno de la mezcla de gases enriquecida con nitrógeno se modifica en función del contenido de oxígeno actualmente reinante en la atmósfera espacial del espacio cerrado. Además se proporciona una cámara de mezclado para preparar la mezcla inicial de gases, donde un primer sistema de conductos desemboca en la cámara de mezclado, mediante el cual, de forma controlada por el dispositivo de control, una parte del aire ambiente contenido en el espacio cerrado es extraída del espacio y es suministrada a la cámara de mezclado, y donde en la cámara de mezclado desemboca un segundo sistema de conductos, mediante el cual, de forma controlada por el dispositivo de control, se suministra aire fresco hacia la cámara de mezclado.

40 [0005] Una instalación de inertización del tipo mencionado antes consiste, en particular, en una instalación para reducir riesgos y para extinguir incendios en un área de protección que debe ser vigilada, donde para la prevención de incendios o para combatir incendios el área de protección es inertizada de forma permanente. El funcionamiento de una instalación de inertización de esta clase se basa en el conocimiento de que en los espacios cerrados el peligro de incendios puede prevenirse reduciendo de forma permanente la concentración de oxígeno, en un caso normal a un valor de por ejemplo 12 a 15 % en volumen dentro de la respectiva área. La mayoría de los materiales inflamables no pueden arder con esta concentración de oxígeno. Los principales campos de aplicación son, en particular, los sectores de sistemas informáticos, salas de distribución y de conexiones, instalaciones cerradas, espacios cerrados, así como zonas de almacenamiento con bienes económicos de gran valor.

45 [0006] El efecto de prevención o de extinción resultante del procedimiento de inertización se basa en el principio de desplazamiento del oxígeno. Como es sabido, el aire normal del ambiente se compone aproximadamente de 21 % en volumen de oxígeno, de aproximadamente 78 % en volumen de nitrógeno y aproximadamente 1 % de otros gases. Para poder reducir de forma efectiva el riesgo de que se origine un incendio en un área de protección, se reduce la concentración de oxígeno en dicha área introduciendo gas inerte, como por ejemplo nitrógeno. Con relación a la extinción de incendios de la mayoría de materiales es conocido el hecho de que un efecto de extinción ya se aplica cuando la proporción de oxígeno desciende por debajo del 15 % en volumen. Dependiendo de los materiales inflamables que se encuentren dentro del área de protección puede requerirse una reducción adicional de la proporción de oxígeno, por ejemplo a 12 % en volumen. Por consiguiente, a través de una inertización permanente del área de protección puede reducirse de forma efectiva también el riesgo de que se ocasione un incendio dentro del área de protección.

[0007] En el procedimiento según la invención, así como en la instalación de inertización, se aplica el conocimiento de que la pureza del nitrógeno de la mezcla de gases enriquecida con nitrógeno y proporcionada en la salida del sistema de separación de gases, así como el contenido residual de oxígeno de la mezcla de gases enriquecida con

nitrógeno, proporcionada en la salida del sistema de separación de gases, tiene una influencia sobre el denominado "tiempo de descenso". El término "tiempo de descenso" se comprende como el tiempo que se necesita para regular un nivel predeterminado de inertización en la atmósfera espacial del espacio cerrado.

5 [0008] En la presente invención se aprovecha en particular el conocimiento de que al aumentar la pureza del nitrógeno el factor del aire del sistema de separación de gases aumenta de forma exponencial.

10 [0009] El término "factor del aire" se comprende como la relación de la cantidad de mezcla inicial de gases proporcionada por unidad de tiempo al sistema de separación de gases con respecto a la cantidad de gas enriquecido con nitrógeno proporcionada por unidad de tiempo en la salida del sistema de separación de gases. En un generador de nitrógeno, por lo general, la pureza del nitrógeno en la salida del sistema de separación de gases puede seleccionarse libremente y regularse en el generador de nitrógeno. El principio básico que se aplica es que los costes operativos del generador de nitrógeno son más favorables cuanto más decrece la pureza regulada del nitrógeno. De este modo, con un tiempo de funcionamiento del compresor comparativamente breve en la salida del sistema de separación de gases puede proporcionarse una mezcla de gases enriquecida con nitrógeno con la pureza de nitrógeno regulada.

15 [0010] Con relación a los costes operativos de la instalación de inertización que resultan de la inertización del espacio, sin embargo, deben considerarse otros factores. Entre éstos figuran en particular factores de expulsión para desplazar el oxígeno, con la ayuda de la mezcla de gases enriquecida con nitrógeno, proporcionada en la salida del sistema de separación de gases, hacia la atmósfera espacial del espacio cerrado, hasta que se alcance o pueda mantenerse el nivel predeterminado de inertización. Entre dichos factores de expulsión se encuentra, en particular, la cantidad de gas enriquecido con nitrógeno que puede proporcionarse por unidad de tiempo desde el sistema de separación de gases, el volumen espacial del espacio cerrado y la diferencia entre el contenido de oxígeno actualmente reinante en la atmósfera espacial del espacio cerrado y el contenido de oxígeno correspondiente al nivel de inertización predeterminado. Debe considerarse en este punto que, con relación al tiempo de descenso, la pureza del nitrógeno de la mezcla de gases proporcionada en la salida del sistema de separación de gases, así como el contenido residual de oxígeno de la mezcla de gases enriquecida con nitrógeno desempeñan igualmente un rol determinante, puesto que el proceso de expulsión se efectúa tanto más rápido cuanto más reducido es el contenido residual de oxígeno en la mezcla de gases enriquecida con nitrógeno.

20 [0011] El término "sistema de separación de gases" utilizado en esta memoria se comprende como un sistema mediante el cual, a partir de una mezcla inicial de gases que presenta al menos los componentes "oxígeno" y "nitrógeno" puede efectuarse una división entre gas enriquecido con oxígeno, así como gas enriquecido con nitrógeno. Por lo general, el modo de funcionamiento de un sistema de separación de gases de esta clase se basa en la acción de unas membranas de separación de gases. El sistema de separación de gases que se utiliza en la presente invención, en primer lugar, se encuentra diseñado para separar el oxígeno de la mezcla inicial de gases. Un sistema de separación de gases de esta clase se denomina comúnmente también "generador de nitrógeno".

30 [0012] En un sistema de separación de gases de esta clase se utiliza por ejemplo un módulo de membrana o un elemento similar en donde los diferentes componentes que se encuentran contenidos en la mezcla inicial de gases (como por ejemplo oxígeno, nitrógeno, gases nobles, etc.) se difunden con una rapidez diferente a través de la membrana en correspondencia con su estructura molecular. Como membrana puede emplearse una membrana de fibras huecas. El oxígeno, el dióxido de carbono y el hidrógeno tienen un grado de difusión elevado y, debido a esto, al fluir a través del módulo de la membrana abandonan de forma relativamente rápida la mezcla inicial de gases. El nitrógeno, con un grado de difusión bajo, penetra la membrana de fibras huecas del módulo de membrana muy lentamente, enriqueciéndose de este modo al fluir a través de las fibras huecas, así como a través del módulo de la membrana. La pureza del nitrógeno, así como el contenido residual de oxígeno en la mezcla de gases que sale del sistema de separación de gases, es determinada por la velocidad de flujo. A través de la variación de la presión y del flujo volumétrico, el sistema de separación de gases puede regularse conforme a la pureza de nitrógeno requerida y a la cantidad necesaria de nitrógeno. En particular, la pureza del nitrógeno se regula mediante la velocidad con la cual el gas fluye a través de la membrana (tiempo de espera).

40 [0013] La mezcla de gases separada, enriquecida con oxígeno, por lo general se acumula y se descarga en el ambiente bajo presión atmosférica. La mezcla de gases comprimida, enriquecida con nitrógeno, se proporciona en la salida del sistema de separación de gases. En el análisis de la composición del gas de productos, la medición se efectúa mediante el contenido residual de oxígeno en % en volumen. El contenido de nitrógeno se calcula restando el contenido residual de oxígeno del 100 %. Debe considerarse que este valor se denomina contenido de nitrógeno o pureza del nitrógeno, pero fácticamente consiste en el contenido inerte, puesto que este flujo parcial no sólo se compone de nitrógeno, sino también de otros componentes del gas, como por ejemplo de gases nobles.

55 [0014] Por lo general, el sistema de separación de gases, así como el generador de nitrógeno, se alimenta con aire comprimido que es purificado por unidades de filtro que se encuentran situadas aguas arriba. En principio es posible aplicar un procedimiento de cambio de presión (tecnología PSA) para proporcionar nitrógeno al gas enriquecido, donde se opera con dos lechos de tamiz molecular, donde ambos tamices pueden pasar de forma

alternativa de un modo de filtro a un modo de regeneración, debido a lo cual es posible el flujo del gas enriquecido con nitrógeno.

5 [0015] Por ejemplo, cuando en el generador de nitrógeno se aplica la técnica de membrana, se toma como punto de partida el hecho de que los diferentes gases se difunden con diferente rapidez a través de los materiales. En el generador de nitrógeno, en este caso, se aprovechan técnicamente las diferentes velocidades de difusión de los componentes principales del aire, a saber, nitrógeno, oxígeno y vapor de agua, para generar un flujo de nitrógeno o aire enriquecido con nitrógeno. En especial, para la realización técnica de un generador de nitrógeno que se basa en la técnica de membrana se coloca un material de separación sobre las superficies externas de las membranas de fibras huecas, a través del cual se difunden muy bien el vapor de agua y el oxígeno. Por el contrario, el nitrógeno posee sólo una velocidad de difusión baja para este material de separación. Si la fibra ahuecada preparada de ese modo es atravesada internamente por aire, el vapor de agua y el oxígeno se difunden rápidamente a través de la pared de la fibra hueca, mientras que el nitrógeno es ampliamente retenido en el interior de la fibra, de manera que durante el pasaje a través de la fibra hueca tiene lugar una concentración elevada de nitrógeno. La efectividad de este proceso de separación depende fundamentalmente de la velocidad de flujo en la fibra y de la diferencia de presión por encima de la pared de fibra hueca. Con una velocidad de flujo decreciente y/o con una mayor diferencia de presión entre el lado interno y externo de la membrana de fibra hueca aumenta la pureza del flujo del nitrógeno resultante. Expresado de modo general, de este modo, en caso de un generador de nitrógeno basado en la técnica de membrana, puede controlarse el grado de enriquecimiento del nitrógeno en el aire enriquecido con nitrógeno proporcionado por el generador de nitrógeno, en función del tiempo de espera del aire comprimido proporcionado por la fuente de aire comprimido en el sistema de separación de gases del generador de nitrógeno.

25 [0016] Por otra parte, en caso de emplearse por ejemplo en el generador de nitrógeno la tecnología PSA, se aprovechan las diferentes velocidades de enlace del oxígeno del aire y del nitrógeno del aire en carbonos activados especialmente tratados. De este modo, la estructura del carbono activado utilizado se modifica de manera tal, que se encuentra presente una superficie extremadamente grande con una gran cantidad de microporos y submicroporos ( $d < 1 \text{ nm}$ ). En el caso de poros de ese tamaño, las moléculas de oxígeno del aire se difunden esencialmente más rápido dentro de los poros que las moléculas de nitrógeno, de manera que el aire se enriquece con nitrógeno en las proximidades de los carbonos activados. En un generador de nitrógeno basado en la tecnología PSA, -como también en un generador basado en la técnica de membrana - por tanto, puede controlarse el grado de enriquecimiento de nitrógeno en el aire enriquecido con nitrógeno proporcionado por el generador de nitrógeno, en función del tiempo de espera del aire comprimido proporcionado por la fuente de aire comprimido en el generador de nitrógeno.

35 [0017] Tal como ya se ha indicado, en la solución según la invención se aprovecha el conocimiento de que, por una parte, con una pureza creciente del nitrógeno, el factor del aire del sistema de separación de gases aumenta de forma exponencial y, por otra parte, para regular un nivel de inertización predeterminado los compresores utilizados en la instalación deben funcionar más tiempo cuanto menor sea la diferencia entre el contenido de oxígeno actualmente reinante en la atmósfera espacial del espacio cerrado y el contenido residual de oxígeno en la mezcla de gases enriquecida con nitrógeno. Debe considerarse en este punto, que la duración del proceso de descenso de un espacio que debe ser inertizado, sea para el control de retención del espacio en caso de un contenido fijo de oxígeno residual o durante el descenso a un nuevo nivel de descenso, el consumo de energía de la instalación de inertización es casi directamente proporcional, puesto que el compresor que se encuentra dispuesto aguas arriba del sistema de separación de gases puede ser conducido de forma digital en su punto de trabajo con un grado de efectividad óptimo.

45 [0018] Según esto, resta por indicar que - cuando para la pureza de nitrógeno se selecciona un valor inferior, de por ejemplo solamente 90 % en volumen - la instalación de inertización, para poder regular un nivel de inertización, debe ser operada durante un tiempo relativamente prolongado. Si se incrementa el valor de la pureza del nitrógeno, por ejemplo a 95 % en volumen, aumenta igualmente la diferencia entre el contenido de oxígeno del nivel de inertización que debe regularse y el contenido de oxígeno de la mezcla de gases proporcionada en la salida del sistema de separación de gases, lo cual, considerado de forma individual, reduce el tiempo de funcionamiento necesario del compresor para la regulación de un nivel de inertización, reduciendo con ello el consumo de energía de la instalación de inertización. Sin embargo, aquí debe considerarse también el hecho de que al aumentar la pureza del nitrógeno en la salida del sistema de separación de gases se incrementa forzosamente también el factor del aire. Este hecho produce un efecto negativo en cuanto al tiempo de funcionamiento necesario del compresor o al consumo de energía de la instalación de inertización para regular un nivel de inertización. Esta influencia negativa predomina cuando el aumento del factor del aire condicionado por el incremento de la pureza del nitrógeno es considerable.

60 [0019] A diferencia de los sistemas convencionales conocidos por el estado de la técnica, en los cuales se selecciona un valor fijo para la pureza del nitrógeno del sistema de separación de gases, la presente invención toma como punto de partida una instalación de inertización en la cual, durante la inertización del espacio cerrado, el contenido residual de oxígeno en la mezcla de gases enriquecida con nitrógeno, proporcionada en la salida del sistema de separación de gases, se adapta de forma preferentemente automática u optativamente de forma

automática a la cantidad de nitrógeno actualmente reinante en la atmósfera espacial del espacio cerrado para, de este modo, regular la pureza del nitrógeno del sistema de separación de gases a un valor optimizado en cuanto al aspecto temporal.

5 [0020] El término "valor optimizado en cuanto al aspecto temporal de la pureza del nitrógeno" aquí utilizado debe comprenderse como la pureza del nitrógeno del sistema de separación de gases, así como del contenido residual de oxígeno en la mezcla de gases enriquecida con nitrógeno, proporcionada en la salida del sistema de separación de gases, en donde, en caso de una instalación de inertización definida, en la cual la cantidad de mezcla de gases enriquecida con nitrógeno que puede proporcionarse por unidad de tiempo es constante, la duración para el proceso de descenso desde un contenido de oxígeno actual a un contenido de oxígeno predeterminado y correspondiente a un nivel de inertización supone un valor mínimo.

15 [0021] Por la publicación EP 2 204 219 A1 se conocen un procedimiento y un dispositivo del tipo mencionado en la introducción. Aquí se utiliza un sistema de recirculación para extraer del espacio que debe protegerse una parte del aire ambiente contenido en un espacio cerrado y suministrarla a una cámara de mezclado. En esa cámara de mezclado a la parte de aire ambiente extraída se le agrega aire fresco mediante mezclado. La mezcla de gases así producida (mezcla inicial de gases) es conducida hacia un compresor, comprimida allí y finalmente guiada hacia un generador de nitrógeno. En este generador de nitrógeno se separa al menos una parte del oxígeno de la mezcla inicial de gases proporcionada y, de este modo, en la salida del generador de nitrógeno se proporciona una mezcla de gases enriquecida con nitrógeno. A continuación, esta mezcla de gases enriquecida con nitrógeno es guiada hacia el espacio cerrado para reducir allí la concentración de oxígeno de la atmósfera de aire ambiente a un nivel de inertización predeterminado o para mantenerla a un nivel de inertización ya regulado.

25 [0022] El procedimiento que se presenta en la publicación EP 2 204 219 A1, con un sistema de recirculación de la atmósfera reducida en oxígeno para la prevención de incendios, para lograr una generación más efectiva de nitrógeno, en la práctica presupone un procedimiento de recirculación adaptado de la forma más óptima posible al sistema de separación de gases empleado. En particular debe asegurarse que la mezcla inicial de gases proporcionada en la cámara de mezclado siempre se presente en un estado óptimo para el sistema de separación de gases que se empleará. Esta condición es particularmente importante cuando como sistema de separación de gases se emplean varios generadores de nitrógeno, respectivamente con un compresor asociado. En especial debe garantizarse que el respectivo comportamiento de aspiración de cada uno de los generadores de nitrógeno por separado no presente reacción alguna para con los otros generadores de nitrógeno. Debe considerarse aquí que un generador de nitrógeno que utiliza una técnica de membrana para la separación de gases muestra un comportamiento de aspiración constante. Si por el contrario se utiliza un generador de nitrógeno que emplea la denominada tecnología PSA o la denominada tecnología VSPA para la separación de gases, debe considerarse que el comportamiento de aspiración de un generador de nitrógeno de esa clase se produce a modo de impulsos.

35 [0023] En particular en el caso de espacios que presentan un gran volumen, como por ejemplo almacenes, con frecuencia se considera conveniente la utilización de varios generadores de nitrógeno paralelos para regular y mantener un nivel de inertización predeterminado, así como predeterminable, donde en estos generadores, eventualmente, se utilizan diferentes tecnologías para la separación de gases. En un caso semejante es imprescindible una línea de recirculación costosa, que sea autónoma para cada generador de nitrógeno, desde el espacio cerrado hacia cada generador de nitrógeno, para garantizar un funcionamiento óptimo del generador de nitrógeno. Este requerimiento implica una estructura relativamente compleja de la instalación de inertización.

45 [0024] Considerando como base esta problemática, el objeto de la presente invención es perfeccionar la instalación de inertización conocida por la publicación EP 2 204 219 A1, así como el procedimiento de inertización conocido por la publicación EP 2 204 219 A1, de tal manera que de un modo lo más sencillo posible, pero eficiente, pueda regularse y mantenerse en el espacio cerrado un nivel de inertización previamente definido. En particular debe indicarse una solución mediante la cual, incluso en caso de espacios de gran volumen, como por ejemplo almacenes, puedan reducirse los costes operativos que resultan de la inertización con un modo de realización sencillo pero efectivo.

50 [0025] Con respecto al procedimiento, el objeto de la invención se alcanzará a través de un procedimiento de inertización del tipo mencionado en la introducción, donde un dispositivo de ventilación proporcionado en el sistema de conductos de retorno y/o el dispositivo de ventilación proporcionado en el sistema de conductos de alimentación de aire fresco, son controlados de tal modo que la cantidad de aire ambiente extraída del espacio por unidad de tiempo y suministrada a la cámara de mezclado y/o la cantidad de aire fresco agregada mediante mezclado a la parte de aire ambiente extraída por unidad de tiempo, son reguladas para que la diferencia entre la presión reinante en la cámara de mezclado y la presión atmosférica externa no se encuentre por encima de un valor umbral superior predeterminado o predeterminable ni se encuentre por debajo de un valor umbral inferior predeterminado o predeterminable.

[0026] Con respecto al dispositivo, el objeto de la invención se alcanzará mediante una instalación de inertización del tipo mencionado en la introducción, de manera que la instalación de inertización en el primer sistema de conductos presenta un primer dispositivo de ventilación que puede controlarse con el dispositivo de control y en el

segundo sistema de conductos un segundo dispositivo de ventilación puede controlarse con el dispositivo de control, donde el dispositivo de control se encuentra diseñado para controlar el primer y/o el segundo dispositivo de ventilación de tal manera que la cantidad de aire ambiente extraída del espacio y conducida hacia la cámara de mezclado por unidad de tiempo, con la ayuda del primer dispositivo de ventilación y/o la cantidad de aire fresco agregada mediante mezclado a la parte de aire ambiente extraída por unidad de tiempo, con la ayuda del segundo dispositivo de ventilación, es regulada para que la diferencia entre la presión reinante en la cámara de mezclado y la presión atmosférica externa no se encuentre por encima de un valor umbral superior predeterminado o predeterminable ni se encuentre por debajo de un valor umbral inferior predeterminado o predeterminable.

[0027] Las ventajas que brinda la solución según la invención son evidentes. Se asegura que la mezcla inicial de gases proporcionada en la salida de la cámara de mezclado se presente siempre en un estado definido y adecuado óptimamente al sistema de separación de gases. La solución según la invención, en particular, permite que en el sistema de separación de gases se utilicen varios generadores de nitrógeno, donde estos generadores de nitrógeno adicionales pueden basarse además en diferentes tecnologías para la separación de los gases. En especial, a través de la solución según la invención se asegura que el respectivo comportamiento de aspiración de los generadores de nitrógeno eventualmente utilizados no presente reacción alguna para con los otros generadores de nitrógeno. Gracias a ello es posible utilizar la solución según la invención también como instalación para la extinción del fuego o como protección preventiva contra incendios para espacios que presentan un gran volumen, como por ejemplo en almacenes, utilizando allí varios generadores de nitrógeno, eventualmente diferentes, para la separación de gases, sin que para cada generador de nitrógeno se requiera una línea de recirculación costosa, autónoma y controlada, desde el espacio de protección hacia el respectivo generador de nitrógeno. Por consiguiente, el método de recirculación adecuado, propuesto en la solución según la invención, evita una inversión elevada para la realización de la instalación de inertización conforme a la invención.

[0028] En las reivindicaciones dependientes se indican perfeccionamientos ventajosos de la solución según la invención.

[0029] En una realización preferente de la solución según la invención se prevé que el valor umbral superior para la presión diferencial se ubique en 1,0 mbar y preferentemente en 0,5 mbar, donde el valor umbral inferior para la presión diferencial se ubica en 0 mbar. Al regularse la diferencia entre la presión reinante en la cámara de mezclado y la presión atmosférica externa en esta área se asegura siempre que el respectivo comportamiento de aspiración de los generadores de nitrógeno utilizados (comportamiento de aspiración constante en un generador de nitrógeno; en donde para la separación de gases se aplica la tecnología de membrana, así como el comportamiento de aspiración a modo de impulsos en un generador de nitrógeno que para la separación de gases aplica la tecnología PSA o VPSA) no presente reacción alguna para con los otros generadores de nitrógeno. Naturalmente, sin embargo, son posibles también otros valores para el valor umbral superior e inferior.

[0030] En una realización especialmente preferida de la solución según la invención se prevé que en un primer sistema de conductos mediante el cual, de forma controlada, una parte del aire ambiente contenido en el espacio cerrado es extraída del espacio y es conducida a la cámara de mezclado, se proporcione un primer dispositivo de ventilación que pueda controlarse con el dispositivo de control. Se considera además ventajoso que en un segundo sistema de conductos, mediante el cual, de forma controlada, se suministra aire fresco a la cámara de mezclado, se proporcione un segundo dispositivo de ventilación que pueda controlarse con el dispositivo de control. El dispositivo de control debe estar diseñado para controlar el primer y/o el segundo dispositivo de ventilación de tal manera que la cantidad del aire ambiente extraída del espacio por unidad de tiempo sea idéntica a la cantidad de la mezcla de gases enriquecida con nitrógeno que es suministrada por unidad de tiempo hacia la atmósfera espacial del espacio cerrado.

[0031] De forma preferida, la cantidad de aire fresco que se añade en la cámara de mezclado por unidad de tiempo al aire ambiente extraída del espacio se escoge de tal manera que la cantidad del aire ambiente extraída del espacio por unidad de tiempo sea idéntica a la cantidad de la mezcla de gases enriquecida con nitrógeno que es conducida por unidad de tiempo hacia la atmósfera espacial del espacio cerrado. De esta manera se asegura que a través de la introducción de la mezcla de gases enriquecida con nitrógeno en la atmósfera espacial del espacio cerrado, así como a través de la carga/descarga del aire ambiente del espacio cerrado, no se regule ninguna sobrepresión o presión negativa.

[0032] Para preparar la mezcla inicial de gases se prefiere proporcionar una sección de mezclado en donde, preferiblemente mediante una pieza en forma Y, desemboquen el primer sistema de conductos, mediante el cual, de forma controlada, una parte del aire ambiente contenido en el espacio cerrado es extraída del espacio, y el segundo sistema de conductos, mediante el cual, de forma controlada, se añade aire fresco. Esta sección de mezclado se encuentra integrada en la cámara de mezclado o situada aguas arriba de la cámara de mezclado. La sección de mezclado sirve para mezclar el aire ambiente extraído del espacio cerrado con el aire fresco suministrado y, para garantizar un mezclado óptimo, se encuentra configurada de tal modo que en la sección de mezclado se regule un flujo turbulento. Para ello es posible reducir de forma correspondiente la sección transversal de flujo de la sección de mezclado, de manera que se regule una velocidad de flujo para el aire fresco introducido en la sección de mezclado e igualmente para el aire ambiente reconducido, introducido en la sección de mezclado,

donde dicha velocidad es mayor que la velocidad límite característica que depende del número de Reynolds. De forma alternativa o adicional es posible también proporcionar elementos deflectores en la sección de mezclado para inducir un flujo turbulento hacia la cámara de mezclado.

5 [0033] En la última forma de realización mencionada, en donde para un mezclado turbulento del aire ambiente reconducido y del aire fresco suministrado se proporciona una sección de mezclado que se encuentra integrada en la cámara de mezclado o situada aguas arriba de la cámara de mezclado, se considera especialmente preferido que la sección de mezclado presente una longitud suficiente para poder producir un mezclado lo más completo y regular posible del aire ambiente reconducido y del aire fresco suministrado. Se considera como especialmente preferido que la sección de mezclado presente una longitud que sea al menos cinco veces el diámetro hidráulico de la sección de mezclado. El diámetro hidráulico consiste en una magnitud teórica para realizar cálculos en tubos o canales con una sección transversal no circular. Con este término puede calcularse del mismo modo que con un tubo circular. Éste es el cociente de la sección transversal de flujo cuádruple y del perímetro bañado por el fluido (eventualmente en el interior y en el exterior) de una sección transversal de medición.

15 [0034] En una forma de realización especialmente preferida de la solución según la invención se prevé que el sistema de separación de gases presente al menos uno y preferentemente una pluralidad de generadores de nitrógeno respectivamente con un compresor asociado, conectado a la cámara de mezclado. En cada generador de nitrógeno, con la ayuda del dispositivo de control, puede regularse el contenido residual de oxígeno de la mezcla de gases enriquecida con nitrógeno, proporcionada en la salida del generador de nitrógeno. Esta realización es particularmente apropiada como protección de locales con un espacio de gran volumen, como por ejemplo un almacén.

25 [0035] Con relación a la cámara de mezclado que se utiliza en la solución según la invención, se considera ventajoso que ésta presente un volumen dependiente de la cantidad de generadores de nitrógeno utilizados en la instalación de inertización y/o del principio sobre el cual se base el modo de funcionamiento de al menos un generador de nitrógeno. En particular, la cámara de mezclado debe seleccionarse de tal modo en cuanto a su volumen, que el respectivo comportamiento de aspiración de los generadores de nitrógeno que se utilicen no presente reacción alguna para con los otros generadores de nitrógeno.

[0036] La cámara de mezclado, asimismo, debe diseñarse de tal manera que la velocidad de flujo máxima que pueda presentarse en la cámara de mezclado sea como promedio menor a 0,1 m/s. Esto se logra seleccionando de forma adecuada la sección transversal hidráulica de la cámara de mezclado.

30 [0037] En una realización preferida del procedimiento de inertización según la invención se prevé que el contenido residual de oxígeno de la mezcla de gases enriquecida con nitrógeno, así como la pureza del nitrógeno del sistema de separación de gases, sea regulado, preferentemente de forma automática, según una curva característica predeterminada. Esta curva característica indica el desarrollo optimizado en cuanto al aspecto temporal del contenido residual de oxígeno en la mezcla de gases enriquecida con nitrógeno con respecto al contenido de oxígeno en la atmósfera espacial del espacio cerrado. La expresión "desarrollo optimizado en cuanto al aspecto temporal del contenido residual de oxígeno" hace referencia a los valores del contenido residual de oxígeno optimizados en cuanto al tiempo en función del contenido de oxígeno en la atmósfera espacial del espacio cerrado. Tal como ya se ha indicado, el valor optimizado en cuanto al aspecto temporal del contenido residual de oxígeno corresponde al valor del contenido residual de oxígeno que debe seleccionarse en el sistema de separación de gases para, con la ayuda del procedimiento de inertización, en la atmósfera espacial del espacio cerrado y en el menor tiempo posible, poder regular un contenido de oxígeno reducido en comparación con el aire ambiente normal.

45 [0038] La curva característica, según la cual, en la forma de realización preferida del procedimiento de inertización según la invención, se regula el contenido residual de oxígeno en función del contenido de oxígeno actualmente reinante en la atmósfera espacial del espacio cerrado, ha sido determinada previamente (medida o calculada) para el sistema de separación de gases, así como para la instalación de inertización.

50 [0039] Puesto que en la solución según la invención la pureza de nitrógeno del sistema de separación de gases, así como el contenido residual de oxígeno en la mezcla de gases enriquecida con nitrógeno, se regula preferentemente de forma automática en función del contenido de oxígeno actualmente reinante en la atmósfera espacial del espacio cerrado, para de este modo poder efectuar una inertización del espacio con los costes operativos más reducidos posibles, es preferible que se mida, de forma continua o en tiempos y/o eventos predeterminados, el contenido de oxígeno actual en la atmósfera espacial del espacio cerrado de forma directa o indirecta. Además es preferible que se regule, de forma continua o en tiempos y/o eventos predeterminados, el contenido residual de oxígeno en la mezcla de gases enriquecida con nitrógeno en un valor optimizado en cuanto al aspecto temporal, previamente determinado. Este valor optimizado en cuanto al aspecto temporal, previamente determinado, debe corresponder a un contenido residual de oxígeno, en el cual, mediante el procedimiento de inertización, el contenido de oxígeno en la atmósfera espacial del espacio cerrado pueda disminuir en el menor tiempo posible para lograr una reducción predeterminada con respecto al contenido de oxígeno actualmente reinante.

5 [0040] En un perfeccionamiento preferido de la solución según la invención, se prevé que la pureza del nitrógeno del sistema de separación de gases no sólo se modifique en función del contenido de oxígeno actualmente reinante en la atmósfera espacial del espacio cerrado, sino que también el contenido de oxígeno en la mezcla inicial de gases se modifique en función del contenido de oxígeno actualmente reinante en la atmósfera espacial del espacio cerrado. De este modo, se toma como base el conocimiento de que el factor del aire del sistema de separación de gases puede disminuir cuando la mezcla inicial de gases, con la cual se abastece al sistema de separación de gases, presenta un contenido de oxígeno reducido.

10 [0041] Por consiguiente, en una forma de realización preferida de la solución según la invención, se prevé que para preparar la mezcla inicial de gases, una parte del aire ambiente contenido en el espacio cerrado sea extraída del espacio de forma controlada y que, de forma controlada, se suministre aire fresco a la parte extraída del aire ambiente. Para impedir que la presión en el interior del espacio cerrado se modifique debido al suministro de gas enriquecido con nitrógeno, o debido a la descarga de una parte del aire ambiente, la cantidad de aire fresco que se añade al aire ambiente extraído del espacio se selecciona de tal modo que la cantidad del aire ambiente extraída del espacio por unidad de tiempo sea idéntica a la cantidad de la mezcla de gases enriquecida con nitrógeno que se proporciona en la salida del sistema de separación de gases y que es conducida por unidad de tiempo hacia la atmósfera espacial del espacio cerrado.

[0042] A continuación, mediante los dibujos anexos, se describen unas formas de realización ilustrativas de la instalación de inertización según la invención.

[0043] Muestran:

20 la figura 1: una vista esquemática de una instalación de inertización según una primera forma de realización de la presente invención;

la figura 2: una vista esquemática de una instalación de inertización según una segunda forma de realización de la presente invención;

25 la figura 3: una vista esquemática de una instalación de inertización según una tercera forma de realización de la presente invención;

la figura 4: una vista esquemática de una instalación de inertización según una cuarta forma de realización de la presente invención;

30 la figura 5: una representación gráfica del factor del aire con respecto a la pureza de nitrógeno en la instalación de inertización según las figuras 1, 2, 3 ó 4, así como una representación gráfica del tiempo de descenso con respecto a la pureza de nitrógeno, a saber, en caso de un descenso del contenido de oxígeno de originalmente 17,4 % en volumen a 17,0 % en volumen, así como en caso de un descenso del contenido de oxígeno de originalmente 13,4 % en volumen a 13,0 % en volumen;

35 la figura 6: una representación gráfica de la pureza del nitrógeno optimizada en cuanto al aspecto temporal con respecto al contenido actual de oxígeno en la atmósfera espacial del espacio cerrado en la instalación de inertización según las figuras 1, 2, 3 ó 4;

40 la figura 7: una representación gráfica del factor del aire del sistema de separación de gases en la instalación de inertización según las figuras 1, 2, 3 ó 4 con respecto al contenido de oxígeno de la mezcla inicial de gases que es suministrada al sistema de separación de gases para separar al menos una parte del oxígeno de la mezcla inicial de gases, preparando de este modo una mezcla de gases enriquecida con nitrógeno en la salida del sistema de separación de gases; y

la figura 8: una representación gráfica de los ahorros de energía que pueden lograrse al reducir el contenido de oxígeno en la atmósfera espacial del espacio cerrado mediante la solución según la invención.

45 [0044] La figura 1, en una representación esquemática, muestra una primera forma de realización ilustrativa de una instalación de inertización 1 según la presente invención. La instalación de inertización 1 sirve para regular y mantener un nivel de inertización predeterminado en la atmósfera espacial de un espacio cerrado 2. El espacio cerrado 2 puede ser, por ejemplo, un almacén, en donde como medida preventiva contra incendios el contenido de oxígeno en el aire ambiente se reduce y mantiene en un nivel de inertización determinado de por ejemplo 12 % en volumen o 12 % en volumen de contenido de oxígeno.

50 [0045] La inertización del espacio cerrado 2 se realiza de forma optativamente automática con la ayuda de un dispositivo de control 5. Para ello, la instalación de inertización 1, según la forma de realización representada en la figura 1, presenta un sistema de separación de gases compuesto por un compresor 3.1, así como por un generador de nitrógeno 4.1. El compresor 3.1 sirve para proporcionar de forma comprimida una mezcla inicial de gases al



5 generador de nitrógeno 4.1, donde dicha mezcla presenta al menos los componentes oxígeno y nitrógeno. Para ello, la salida del compresor 3.1, mediante un sistema de conductos 17.1, se encuentra conectada con la entrada del generador de nitrógeno 4.1 para abastecer al generador de nitrógeno 4.1 con la mezcla inicial de gases comprimida. Es posible que en la salida del compresor 3.1 la mezcla inicial de gases sea comprimida a una presión de por ejemplo 7,5 a 9,5 bar y preferentemente de 8,8 bar.

10 [0046] El generador de nitrógeno 4.1 presenta al menos un módulo de membrana 19, por ejemplo un módulo de membrana de fibra hueca, a través del cual es empujada la mezcla inicial de gases proporcionada por el compresor 3.1 - después de haber atravesado un filtro 18 adecuado. En el módulo de membrana 19 se difunden los diferentes componentes que se encuentran contenidos en la mezcla inicial de gases (en particular oxígeno y nitrógeno) con una rapidez diferente según su estructura molecular a través de la membrana de fibra hueca del módulo de membrana 19. La separación de gases se basa en un principio de acción conocido, según el cual el nitrógeno, con una grado de difusión bajo, atraviesa la membrana de fibra hueca muy lentamente, enriqueciendo de este modo durante este pasaje las fibras huecas del módulo de membrana 19. En la salida 4a.1 del generador de nitrógeno 4.1; de este modo, se proporciona una mezcla de gases enriquecida con nitrógeno. Esta mezcla de gases enriquecida con nitrógeno - así como también la mezcla inicial de gases suministrada en la entrada del generador de nitrógeno 4.1 - se presenta en forma comprimida, donde sin embargo el pasaje a través de al menos un módulo de membrana 19 del generador de nitrógeno 4.1 conduce a una pérdida de presión de por ejemplo 1,5 a 2,5 bar.

[0047] Si bien en la figura 1 no se representa de forma explícita, la mezcla de gases separada en el generador de nitrógeno 4.1 y enriquecida con oxígeno es recogida y descargada en el ambiente bajo presión atmosférica.

20 [0048] La mezcla de gases proporcionada en la salida 4a.1 del generador de nitrógeno 4.1 y enriquecida con nitrógeno es suministrada al espacio cerrado 2 mediante un conducto de alimentación 7.1 para reducir el contenido de oxígeno en la atmósfera espacial del espacio cerrado 2, así como para mantener un nivel de descenso ya regulado en el espacio 2 a través del seguimiento del gas enriquecido con nitrógeno.

25 [0049] Para que no se modifique la presión en el interior del espacio cerrado 2 al suministrar la mezcla de gases enriquecida con nitrógeno puede preverse una descarga de presión adecuada. Ésta puede realizarse por ejemplo en forma de válvulas de descarga de presión que se abren o cierran de forma autónoma (lo cual no se representa en la figura 1). Por otra parte, sin embargo, es posible también que el volumen de aire ambiente que debe descargarse para una descarga de presión durante la inertización del espacio 2, sea suministrado hacia una cámara de mezclado 6 mediante un sistema de conductos de retorno 9.

30 [0050] El aire ambiente descargado desde el espacio cerrado 2 es suministrado hacia la cámara de mezclado 6 mediante una primera entrada 9a del conducto de retorno 9. La cámara de mezclado 6 presenta además una segunda entrada 8a, donde desemboca un sistema de alimentación 8 para suministrar aire fresco a la cámara de mezclado 6. En la cámara de mezclado 6 se proporciona la mezcla inicial de gases que es comprimida con la ayuda del compresor 3.1, desde la cual, en el sistema de separación de gases (generador de nitrógeno 4.1), se separa al menos una parte del oxígeno. Por este motivo, la salida de la cámara de mezclado 6 se encuentra conectada a la entrada del compresor 3.1 mediante un sistema de conductos apropiado 15.1.

35 [0051] En particular, en el sistema de conductos de retorno 9 se proporciona un dispositivo de ventilación 11 que puede controlarse con el dispositivo de control 5 y en el sistema de alimentación de aire fresco 8 se proporciona igualmente un dispositivo de ventilación 10 que puede controlarse con el dispositivo de control 5. De este modo, a través de un control adecuado de los dispositivos de ventilación 10, 11 correspondientes puede asegurarse que la cantidad de aire fresco que se añade mediante mezclado al aire ambiente extraído del espacio 2 se seleccione de tal modo que la cantidad de aire ambiente extraída del espacio 2 por unidad de tiempo sea idéntica a la cantidad de la mezcla de gases enriquecida con nitrógeno, proporcionada en la salida 4a.1 del generador de nitrógeno 4.1 que es conducida por unidad de tiempo hacia la atmósfera espacial del espacio cerrado 2.

45 [0052] La instalación de inertización 1, según la forma de realización representada esquemáticamente en la figura 1, se caracteriza porque el dispositivo de control 5 antes mencionado se encuentra conectado a los componentes correspondientes controlables de la instalación de inertización 1 y está diseñado para controlar automáticamente el generador de nitrógeno 4.1, así como el sistema de separación de gases, para que la mezcla de gases enriquecida con nitrógeno, proporcionada en la salida 4a.1 del sistema de separación de gases, presente un contenido residual de oxígeno que depende del contenido de oxígeno actualmente reinante en la atmósfera espacial del espacio cerrado 2. En particular, en la forma de realización preferida representada de la instalación de inertización 1 según la invención, el generador de nitrógeno 4.1, con la ayuda del dispositivo de control 5, es controlado de tal modo que, en función del contenido de oxígeno medido con la ayuda de un sistema de medición de oxígeno 16 en la atmósfera espacial del espacio cerrado 2, la mezcla de gases enriquecida con nitrógeno presenta un contenido residual de oxígeno de entre 10,00 % en volumen a 0,01 % en volumen, donde el contenido residual de oxígeno de la mezcla de gases enriquecida con nitrógeno decrece al disminuir el contenido de oxígeno en la atmósfera espacial del espacio cerrado 2.

5 [0053] Para ello, la instalación de inertización 1 según la invención, junto con el sistema de medición de oxígeno 16 ya mencionado para medir o determinar el contenido de oxígeno actual en la atmósfera espacial del espacio cerrado 2, presenta además un sistema de medición del contenido residual de oxígeno 21 para medir el contenido residual de oxígeno en la mezcla de gases enriquecida con nitrógeno, proporcionada en la salida 4a.1 del generador de nitrógeno 4.1, así como para determinar la pureza del nitrógeno de la mezcla de gases proporcionada en la salida 4a.1 del generador de nitrógeno 4.1. Ambos sistemas de medición 16, 21 se encuentran conectados de forma correspondiente al dispositivo de control 5.

10 [0054] En la figura 2 se muestra una vista esquemática de una instalación de inertización 1 según una segunda forma de realización de la presente invención. La instalación de inertización 1 según la segunda forma de realización es particularmente apropiada para regular y mantener un nivel de inertización previamente determinado en un espacio climatizado, tal como en una cámara frigorífica o en un almacén refrigerado, de un modo lo más favorable posible en cuanto a los costes. La estructuración y el modo de funcionamiento de la instalación de inertización 1 según la forma de realización representada en la figura 2 corresponden esencialmente a la estructura y al modo de funcionamiento de la instalación de inertización descrita en la figura 1, de manera que para evitar las repeticiones a continuación se abordarán en particular las diferencias en comparación con la instalación anteriormente descrita.

20 [0055] Tal como se representa en la figura 2, para una inertización de un espacio climatizado 2, lo más favorable posible en cuanto a los costes, en el sistema de conductos de retorno 9 se proporciona un sistema de intercambiador de calor 13 entre el espacio 2 y la cámara de mezclado 6. Asimismo, se considera ventajoso se recubre - tal como se indica en la figura 2 - el sistema de conductos de retorno 9 al menos parcialmente con un aislamiento térmico 20 correspondiente, para poder evitar que el sistema de conductos de retorno 9 se cubra de hielo, cuando el aire ambiente enfriado, descargado desde el espacio cerrado 2, es suministrado al sistema de intercambiador de calor 13 mediante el sistema de conductos de retorno 9, antes de que el aire ambiente sea conducido hacia la cámara de mezclado 6. En caso necesario, el sistema de intercambiador de calor 13 puede presentar un ventilador adicional 14 para que el aire ambiente pueda ser descargado sin pérdidas de presión desde la atmósfera espacial del espacio cerrado 2.

30 [0056] El sistema de intercambiador de calor 13 sirve para aprovechar al menos una parte del calor de descarga producido durante el funcionamiento del compresor 3.1, para calentar de forma adecuada el aire ambiente descargado y enfriado. Para el sistema de intercambiador de calor 13 se utilizan diferentes sistemas, como por ejemplo un intercambiador de calor de láminas, mediante el cual se transmite al aire ambiente descargado al menos una parte de la energía térmica del aire de descarga del compresor 3.1 a través de un medio del intercambiador de calor, como por ejemplo agua, de manera que la temperatura del aire ambiente descargado sea llevada a una temperatura moderada de por ejemplo 20°C, lo cual se considera ventajoso para el modo de funcionamiento y el grado de efectividad del generador de nitrógeno 4.1.

35 [0057] Después de que el aire ambiente descargado desde el espacio cerrado 2 ha atravesado el sistema de intercambiador de calor 13, es suministrado hacia una primera entrada 9a del conducto de retorno 9 de la cámara de mezclado 6. La cámara de mezclado 6 presenta además una segunda entrada 8a, donde desemboca un sistema de alimentación 8 para suministrar aire fresco a la cámara de mezclado 6. En la cámara de mezclado 6 se proporciona la mezcla inicial de gases que es comprimida con la ayuda del compresor 3.1, desde la cual, en el sistema de separación de gases (generador de nitrógeno 4.1), se separa al menos una parte del oxígeno. Por este motivo, la salida de la cámara de mezclado 6 se encuentra conectada a la entrada del compresor 3.1 mediante un sistema de conductos apropiado 15.1.

45 [0058] En la figura 3 se muestra una vista esquemática de una instalación de inertización 1 según una tercera forma de realización de la presente invención. La estructuración y el modo de funcionamiento de la instalación de inertización 1 según la forma de realización representada en la figura 3 corresponden esencialmente a la estructura y al modo de funcionamiento de la instalación de inertización descrita en la figura 1, de manera que para evitar las repeticiones a continuación se abordarán en particular las diferencias en comparación con la instalación anteriormente descrita.

50 [0059] Tal como se representa en la figura 3, en la forma de realización allí representada la cámara de mezclado se encuentra realizada como un filtro 6'. La cámara de mezclado realizada en forma de filtro 6' cumple dos funciones: en primer lugar, sirve para proporcionar la mezcla inicial de gases, mientras el aire fresco suministrado mediante el sistema de alimentación de aire fresco es extraído del espacio 2 y es mezclado con el aire ambiente suministrado mediante el sistema de conductos de retorno 9 y, en segundo lugar, la cámara de mezclado realizada como filtro 6' sirve para filtrar la mezcla inicial de gases proporcionada, antes de que ésta sea comprimida con la ayuda del compresor 3.1. De esta manera puede prescindirse de un filtro adicional en la entrada del compresor 3.1.

[0060] A continuación, haciendo referencia a la representación de la figura 4, se describe una cuarta forma de realización de la instalación de inertización 1 según la invención.

[0061] La estructura y el modo de funcionamiento de la instalación de inertización 1 según la cuarta forma de realización son esencialmente idénticos a la forma de realización descrita en la figura 1, pero en la forma de realización según la figura 4 se utilizan varios generadores de nitrógeno 4.1, 4.2 y 4.3 que se encuentran conectados de forma paralela. Cada generador de nitrógeno 4.1, 4.2, 4.3 se encuentra asociado a un compresor 3.1, 3.2, 3.3, que mediante un sistema de conductos 15.1, 15.2, 15.3 correspondiente, se encuentra conectado a la cámara de mezclado 6, para aspirar la mezcla inicial de gases requerida por el generador de nitrógeno 4.1, 4.2, 4.3 desde la cámara de mezclado y comprimirla al valor de presión necesario para el modo de funcionamiento óptimo del generador de nitrógeno 4.1, 4.2, 4.3. Cada uno de los generadores de nitrógeno 4.1, 4.2, 4.3 que se utilizan en la instalación de inertización 1 según la forma de realización representada en la figura 4, se encuentra conectado con el espacio cerrado 2 mediante un conducto de alimentación 7.1, 7.2, 7.3 correspondiente. De acuerdo con esto, en la forma de realización representada en la figura 4, el sistema de separación de gases se encuentra formado por los componentes "generador de nitrógeno 4.1, 4.2, 4.3" y el "compresor 3.1, 3.2, 3.3" asociado.

[0062] Al igual que en las formas de realización de la solución según la invención descritas en las representaciones de las figura 1 a 3, en el ejemplo de realización según la figura 4 se utiliza un conducto de retorno 9. Tal como se ha representado, en el conducto de retorno 9 se proporciona un primer dispositivo de ventilación 11 que puede ser controlado de forma apropiada por el dispositivo de control 5 para, de forma controlada, aspirar una parte del aire ambiente del espacio 2 y suministrarla hacia la cámara de mezclado 6. Asimismo, en la forma de realización representada en la figura 4, se proporciona un conducto de alimentación de aire fresco 8 para suministrar de forma controlada aire fresco desde un área externa 25 hacia la cámara de mezclado 6. Con este fin se proporciona en el conducto de alimentación de aire fresco 8 un segundo dispositivo de ventilación 10 que puede ser controlado con el dispositivo de control 5.

[0063] Tal como se describió anteriormente en los ejemplos de realización de la instalación de inertización 1 según la invención, en la forma de realización representada en la figura 4 se proporciona también una cámara de mezclado 6 para preparar una mezcla inicial de gases que comprende oxígeno, nitrógeno y eventualmente otros componentes. La mezcla inicial de gases preparada en la cámara de mezclado 6 es suministrada a los respectivos compresores 3.1, 3.2, 3.3 del sistema de separación de gases mediante sistemas de conductos correspondientes 15.1, 15.2, 15.3.

[0064] Para que la mezcla inicial de gases preparada en la cámara de mezclado 6 se encuentre en un estado óptimo con relación a los respectivos generadores de nitrógeno 4.1, 4.2, 4.3 que se utilizan, en la forma de realización de la instalación de inertización 1 representada en la figura 4 se proporciona una sección de mezcla 12 que se encuentra integrada en la cámara de mezclado 6. No es obligatorio que esta sección de mezclado 12 se encuentre integrada en la cámara de mezclado 6, ya que también puede encontrarse situada aguas arriba de la cámara de mezclado 6.

[0065] En particular, en la forma de realización representada en la figura 4, el conducto de retorno 9, por una parte, y el conducto de alimentación de aire fresco 8, por otra parte, desembocan en esta sección de mezclado 12. Si bien en la figura 4 esto no se representa de forma explícita, es preferible que el extremo 9a del conducto de retorno 9 y el extremo 8a del conducto de alimentación de aire fresco 8 desemboquen en la sección de mezclado 12 mediante una pieza en forma de Y, preferentemente en el área del extremo de la sección de mezclado 12 que se encuentra situada aguas arriba.

[0066] La sección de mezclado 12 sirve para lograr un mezclado óptimo del aire fresco suministrado por el conducto de alimentación 8 con el aire ambiente suministrado por el conducto de retorno 9. Con este fin, es preferible que la sección de mezclado 12 se encuentre dimensionada de tal manera que en el interior de la sección de mezclado 12 se origine un flujo turbulento. A modo de ejemplo, esto puede lograrse reduciendo de tal modo la sección transversal de flujo efectiva de la sección de mezclado 12, que en la sección de mezclado 12 se regule una velocidad de flujo que sea mayor que la velocidad límite característica para la formación de un flujo turbulento, dependiendo del número de Reynolds correspondiente. De forma alternativa o adicional, también es posible proporcionar elementos deflectores adecuados dentro de la sección de mezclado 12 que induzcan un flujo turbulento.

[0067] Tal como puede observarse en la representación esquemática de la figura 4, la sección de mezclado 12 presenta una longitud suficiente como para poder lograr un mezclado óptimo del aire ambiente y del aire fresco suministrados en el área del extremo situada aguas arriba hasta el área del extremo de la sección de mezclado situada aguas abajo. En ensayos experimentales se ha demostrado como ventajoso el hecho de que la sección de mezclado 12 presente una longitud que como mínimo corresponda 5 veces a la sección transversal de flujo efectiva de la sección de mezclado 12.

[0068] En el área del extremo de la sección de mezclado 12 que se encuentra situada aguas abajo, el aire ambiente reconducido desde el espacio cerrado 2 mediante el conducto de retorno 9 y mezclado de forma óptima con el aire fresco suministrado en la sección de mezclado es conducido hacia la cámara de mezclado 6. A diferencia de la sección de mezclado 12, la cámara de mezclado 6 presenta una sección transversal de flujo efectiva ampliada de forma considerable como para poder originar perturbaciones en el flujo. En particular es

necesario que la mezcla inicial de gases proporcionada finalmente en la cámara de mezclado 6 siempre se presente en un estado óptimo para los generadores de nitrógeno 4.1, 4.2, 4.3 utilizados. Esto significa en particular que la diferencia entre la presión reinante en la cámara de mezclado 6 y la presión atmosférica externa no se encuentre por encima de un valor umbral superior predeterminado o predeterminable ni por debajo de un valor umbral inferior predeterminado o predeterminable. Asimismo, la velocidad de flujo máxima que puede presentarse en la cámara de mezclado 6 debería ser, como promedio, menor a 0,1 m/s.

[0069] Para poder cumplir con estas exigencias en cuanto a la mezcla inicial de gases, en la forma de realización de la instalación de inertización 1 representada en la figura 4, en el interior de la cámara de mezclado 6 se proporciona un sensor de presión 26. Con este sensor de presión 26, de forma continua o en tiempos o eventos predeterminados, se mide la presión reinante en el interior de la cámara de mezclado 6, donde esta información es transmitida al dispositivo de control 5. El dispositivo de control 5 compara el valor de presión medido en la cámara de mezclado 6 con el valor de presión de la atmósfera externa y, en función de la comparación de estos dos valores de presión, controla el primer y/o el segundo dispositivo de ventilación 10, 11 para lograr que la diferencia entre la presión reinante en la cámara de mezclado 6 y la presión atmosférica externa no se sitúe por encima de un valor umbral superior predeterminado o predeterminable ni por debajo de un valor umbral inferior predeterminado o predeterminable. Para describir esta forma de realización completamente debe indicarse que en el área externa 24 se proporciona un sensor de presión 27 correspondiente para detectar de forma continua o en tiempos o eventos predeterminados la presión en el área externa 25 y transmitir la información al dispositivo de control 5. De forma alternativa, el sensor de presión 26 podría ser también un sensor de presión diferencial.

[0070] En la forma de realización de la instalación de inertización 1 representada en la figura 4, el dispositivo de control 5 se encuentra diseñado para controlar el primer dispositivo de ventilación 11 y/o el segundo dispositivo de ventilación 10 para que la diferencia de presión entre la presión reinante en la cámara 6 y la presión atmosférica externa ascienda como máximo a 0,1 mbar y, preferentemente, como máximo a 0,5 mbar.

[0071] Tal como puede observarse en la representación de la figura 4, para separar los gases se emplean en total tres generadores de nitrógeno 4.1, 4.2, 4.3. Es posible que los tres generadores de nitrógeno 4.1, 4.2, 4.3 se basen parcialmente en diferentes tecnologías para la separación de gases o que cada uno se base en una tecnología diferente. De este modo, sería posible que en el primer generador de nitrógeno 4.1 se utilice una membrana divisora para la separación de gases. En ese caso, el compresor 3.1 que se encuentra asociado al primer generador de nitrógeno 4.1 debe adaptarse de forma correspondiente a la presión que deba aplicarse en la entrada del generador de nitrógeno 4.1 (por ejemplo 13 bar). En el segundo generador de nitrógeno 4.2, para la separación de gases, puede utilizarse por ejemplo la tecnología PSA. En ese caso, el compresor 3.2 asociado debe diseñarse de forma correspondiente, donde éste, a modo de ejemplo, debe suministrar una presión de salida de 8 bar. El otro generador de nitrógeno 4.3 que se emplea en el ejemplo de realización según la figura 4, a modo de ejemplo, puede consistir en un generador de nitrógeno basado en la tecnología VPSA. En ese caso, el compresor 3.3 asociado debe diseñarse de tal modo que éste suministre, en su salida, una presión baja.

[0072] Por consiguiente, en el ejemplo de realización representado en la figura 4, como sistema de separación de gases puede emplearse una combinación de diferentes generadores de nitrógeno 4.1, 4.2, 4.3; donde los respectivos compresores asociados a los generadores de nitrógeno 4.1, 4.2, 4.3 se encuentran adaptados al modo de funcionamiento correspondiente del generador de nitrógeno.

[0073] Para poder garantizar un modo de funcionamiento óptimo del sistema de separación de gases, la cámara de mezclado 6 debe diseñarse de un tamaño suficiente para que al encontrarse en funcionamiento los compresores individuales 3.1, 3.2, 3.3 no puedan producirse fluctuaciones de presión no admitidas y, en particular, no puedan producirse reacciones en los generadores de nitrógeno 4.1, 4.2, 4.3 utilizados. Tal como ya se ha indicado, el valor máximo admitido para las fluctuaciones de presión se ubica preferentemente en 1,0 mbar y, de forma aún más preferente, en 0,5 mbar.

[0074] Aún cuando en la figura 4 no se represente de forma explícita, es preferible que los respectivos sistemas de conductos 15.1, 15.2, 15.3 que conectan los compresores 3.1, 3.2, 3.3 correspondientes con la cámara de mezclado 6, desemboquen en la cámara de mezclado 6 a través de aberturas de aspiración dimensionadas de forma adecuada, impidiendo así una influencia dinámica directa de los flujos de aspiración. Igualmente, las aberturas de aspiración deben estar posicionadas distanciadas unas de otras de forma correspondiente.

[0075] La utilización de la cámara de mezclado 6 especial, así como de la sección de mezclado 12 anteriormente descritas no se limita a la forma de realización de la instalación de inertización 1 representada en la figura 4. Más bien debe considerarse el empleo de la cámara de mezclado 6, así como de la sección de mezclado 12 también en las formas de realización de las figuras 1 a 3, como una forma de optimización de los modos de funcionamiento de las instalaciones de inertización 1.

[0076] Del mismo modo que en las formas de realización descritas anteriormente de la instalación de inertización según la invención, en la instalación de inertización 1 según la representación de la figura 4 se prevé que el contenido de oxígeno de la mezcla inicial de gases proporcionada en la cámara de mezclado 6 sea medido de

forma continua o en tiempos o eventos predeterminados y que el valor de medición sea transmitido al dispositivo de control 5. Para ello, se considera ventajoso que en el área del extremo de la sección de mezclado 12 situada aguas abajo se encuentre dispuesto un sensor de oxígeno 22 adecuado.

5 [0077] Es ventajoso además proporcionar un sistema de medición de oxígeno en el conducto de retorno 9. En lugar de un sistema de medición de oxígeno en el conducto de retorno 9, no obstante, puede detectarse también el contenido de oxígeno en el aire ambiente en el espacio cerrado 2. Para ello, en la forma de realización representada en la figura 4 se emplea un sistema de medición de oxígeno 16 proporcionado en el espacio 2.

10 [0078] En la forma de realización representada en la figura 4, en donde para la separación de gases se emplean varios generadores de nitrógeno 4.1, 4.2, 4.3, es preferible detectar los flujos volumétricos correspondientes de los flujos de gas conducidos desde las respectivas salidas 4a.1, 4a.2, 4a.3 de los generadores de nitrógeno 4.1, 4.2, 4.3 hacia el espacio cerrado 2. Tal como se representa, en la realización ilustrada en la figura 4 se emplean para ello sensores 28.1, 28.2, 28.3 adecuados.

15 [0079] Asimismo, se considera ventajoso detectar el flujo volumétrico del conducto de retorno 9 con la ayuda de un sensor de flujo volumétrico 29, el flujo volumétrico del conducto de alimentación de aire fresco 8 con la ayuda de un sensor de flujo volumétrico 30 y, eventualmente, los flujos volumétricos de las mezclas iniciales de gases suministradas hacia los compresores individuales 3.1, 3.2, 3.3. Todos los valores de medición se transmiten al dispositivo de control 5. Éste controla adecuadamente los componentes correspondientes que pueden controlarse de la instalación de inertización 1 para mantener dentro de un rango de control admisible la presión diferencial entre la cámara de mezclado 6 y el área externa 25.

20 [0080] Asimismo, en la forma de realización mostrada en la figura 4, se prevé que el contenido residual de oxígeno en cada generador de nitrógeno 4.1, 4.2, 4.3 pueda ser regulado con la ayuda del dispositivo de control 5.

[0081] En una realización preferida de la instalación de inertización 1 representada esquemáticamente en la figura 4, se emplean de forma paralela de 10 a 11 generadores de nitrógeno VPSA y de 2 a 4 generadores de nitrógeno de membrana, donde la cámara de mezclado presenta una superficie de 10 m X 4,3 m.

25 [0082] Tal como se explica en detalle a continuación haciendo referencia a las representaciones gráficas según las figuras 5 a 7, a través de una regulación adecuada de la pureza del nitrógeno del generador o de los generadores de nitrógeno 4.1,4.2,4.3 empleados, así como a través de una regulación adecuada del contenido residual de oxígeno en la mezcla de gases enriquecida con nitrógeno, proporcionada en la respectiva salida 4a.1, 4a.2, 4a.3 del sistema de separación de gases, puede regularse, de forma optimizada en cuanto al aspecto temporal, un nivel de descenso predeterminado en la atmósfera espacial del espacio cerrado 2. Por consiguiente, en la solución según la invención puede preverse que la pureza del nitrógeno del generador o de los generadores de nitrógeno 4.1, 4.2, 4.3 empleados en la inertización del espacio cerrado 2 sea regulada y adaptada en función del contenido actual de oxígeno en la atmósfera espacial del espacio cerrado 2.

35 [0083] La pureza del nitrógeno puede modificarse variando el tiempo de espera de la mezcla inicial de gases en al menos un módulo de membrana 19 del generador o de los generadores de nitrógeno 4.1, 4.2, 4.3 utilizados. A modo de ejemplo, es posible también que en la salida del módulo de membrana 19, mediante una válvula de control 24 adecuada, se controle el flujo a través del módulo de membrana 19 y una contrapresión. Una presión elevada en la membrana y un tiempo de espera prolongado (flujo más reducido) conducen a una pureza de nitrógeno elevada en la salida 4a.1, 4a.2, 4a.3 correspondiente del respectivo generador de nitrógeno 4.1, 4.2, 4.3 utilizado.

40 [0084] De forma preferida, para la respectiva pureza del nitrógeno se selecciona un valor optimizado en cuanto al aspecto temporal, el cual posibilita que con la instalación de inertización, dentro de un tiempo breve, pueda regularse y mantenerse un nivel de inertización previamente determinado en el espacio cerrado 2. A través de la utilización de valores optimizados en cuanto al aspecto temporal para la pureza del nitrógeno, al regular y mantener un nivel de inertización previamente determinado en la atmósfera espacial del espacio cerrado 2, es posible reducir la duración del proceso de descenso (durante el control de retención en caso de un contenido fijo de oxígeno residual o durante el descenso a un nuevo nivel de descenso), disminuyendo así el consumo de energía de la instalación de inertización, puesto que el compresor 3.1, 3.2, así como 3.3, puede ser conducido de forma digital (encendido/apagado) en su punto de trabajo con un grado de efectividad óptimo.

45 [0085] Asimismo, la instalación de inertización 1 según la forma de realización representada en las figuras 1, 2, 3 ó 4 se caracteriza porque desde la cámara de mezclado 6 se proporciona una mezcla inicial de gases hacia el sistema de separación de gases compuesto por el compresor 3.1 y por el generador de nitrógeno 4.1; así como hacia el sistema de separación de gases compuesto por los compresores 3.1, 3.2, 3.3 y por los generadores de nitrógeno 4.1, 4.2, 4.3; donde dicha mezcla presenta un contenido de oxígeno que puede ser menor que el contenido de oxígeno del aire ambiente normal (es decir, aprox. 21 % en volumen). En particular, se proporciona para ello el conducto de retorno 9 antes mencionado, mediante el cual al menos una parte del aire ambiente del espacio cerrado 2 puede ser suministrada hacia la cámara de mezclado 6 de manera controlada por el dispositivo

de control 5, mediante la válvula 11. Cuando el contenido de oxígeno en el espacio cerrado 2 ya se ha reducido, una mezcla de gases, enriquecida con nitrógeno en comparación con el aire ambiente normal, es suministrada hacia la cámara de mezclado mediante el conducto de retorno 9. Esa parte del aire ambiente es mezclada con aire de entrada en la cámara de mezclado 6 para proporcionar al compresor 3.1 y al generador de nitrógeno 4.1; así como a los compresores 3.1, 3.2, 3.3 y a los generadores de nitrógeno 4.1, 4.2, 4.3, la cantidad necesaria de la mezcla inicial de gases. Puesto que el contenido de oxígeno de la mezcla inicial de gases ejerce una influencia sobre el factor del aire del sistema de separación de gases, así como de los generadores de nitrógeno 4.1, 4.2, 4.3; influyendo con ello también el valor optimizado en cuanto al aspecto temporal de la pureza del nitrógeno para los generadores de nitrógeno 4.1, 4.2, 4.3, en la forma de realización de la instalación de inertización 1 según la invención se proporciona un sistema de medición de oxígeno 22 en el sistema de conductos 15 entre la salida de la cámara de mezclado 6 y la entrada del compresor 3.1, para medir el contenido de oxígeno en la salida de la mezcla de gases. De forma opcional es también posible proporcionar sistemas de medición de oxígeno 23, 24 correspondientes en el conducto de retorno 9, o en el conducto de alimentación de aire fresco 8, para detectar de forma continua o en tiempos o eventos predeterminados el contenido de oxígeno en el aire de entrada y en el aire ambiente enriquecido con nitrógeno. Mediante los resultados de medición, a través de un control adecuado de los dispositivos de ventilación 10 y 11, la composición de la mezcla inicial de gases puede ser influenciada de forma apropiada (en especial con relación al contenido de oxígeno).

[0086] A continuación, haciendo referencia a las representaciones gráficas según las figuras 5 a 7 se describirá el modo de funcionamiento de la solución según la invención mediante la instalación de inertización 1 representada esquemáticamente en las figuras 1 a 4. Se parte aquí de la presuposición de que en la instalación de inertización 1 representada esquemáticamente en las figuras 1 a 4 el espacio cerrado 2 presenta un volumen espacial de 1.000 m<sup>3</sup>. Además, debe partirse del hecho de que la instalación de inertización 1 se encuentra diseñada para proporcionar gas enriquecido con nitrógeno en la salida del sistema de separación de gases por hora en total a como máximo 48 m<sup>3</sup>.

[0087] En la figura 5, en una representación gráfica, se representa el factor del aire del sistema de separación de gases utilizado en la instalación de inertización 1 representada esquemáticamente en las figuras 1 a 4, con diferentes purezas del nitrógeno. Según esto, resta por indicar que el factor del aire aumenta exponencialmente al decrecer el contenido residual de oxígeno en la mezcla de gases, enriquecida con nitrógeno, proporcionada en la salida del sistema de separación de gases. En particular, el factor del aire, en el caso de un contenido residual de oxígeno de 10 % en volumen (pureza del nitrógeno: 90 %) se sitúa aprox. en 1,5; donde esto significa que por m<sup>3</sup> de mezcla inicial de gases en la salida del sistema de separación de gases puede proporcionarse una cantidad de 0,67 m<sup>3</sup> de mezcla de gases enriquecida con nitrógeno. Esta relación disminuye al aumentar la pureza del nitrógeno, tal como puede observarse en la representación gráfica en la figura 5.

[0088] En la figura 5, de forma adicional, se representa la evolución del factor del aire, tal como se comporta el tiempo de descenso controlado en el caso de diferentes purezas del nitrógeno con una pureza del nitrógeno en aumento. En particular, por una parte, se representa cuánto tiempo debe/n funcionar el compresor o los compresores 3.1, 3.2, 3.3 para reducir el contenido de oxígeno en la atmósfera espacial del espacio cerrado, originalmente de 17,4 en volumen a 17,0 en volumen. Adicionalmente, por otra parte, se representa cuánto tiempo debe/n funcionar el compresor o los compresores 3.1, 3.2, 3.3 para reducir el contenido de oxígeno en la atmósfera ambiente espacial del espacio cerrado en la instalación de inertización 1 según las figuras 1 a 4, originalmente de 13,4 en volumen a 13,0 en volumen.

[0089] La comparación de los dos tiempos de descenso (tiempo de descenso en una regulación de 17,4 % en volumen → 17,0 % en volumen y tiempo de descenso en una regulación de 13,4 % en volumen → 13,0 % en volumen) muestra que para regular y mantener un nivel de inertización de 17,0 % en volumen debe minimizarse el tiempo de funcionamiento del compresor 3.1, así como de los compresores 3.1, 3.2, 3.3 cuando en el sistema de separación de gases se regula una pureza del nitrógeno de aprox. 93,3 % en volumen. Por el contrario, para regular y mantener un nivel de inertización a un 13 % en volumen de contenido de oxígeno, la pureza optimizada en cuanto al aspecto temporal se sitúa aprox. en 94,1 % en volumen de nitrógeno. Conforme a ello, el tiempo de descenso, así como el tiempo de funcionamiento del compresor 3.1 o de los compresores 3.1, 3.2, 3.3; para regular un nivel de inertización predeterminado en la atmósfera espacial del espacio cerrado 2, depende de la pureza del nitrógeno regulada en el sistema de separación de gases, así como depende del contenido residual de oxígeno regulado en los generadores de nitrógeno 4.1, 4.2, 4.3 utilizados en la mezcla de gases enriquecida con nitrógeno, proporcionada en la salida del sistema de separación de gases.

[0090] Los respectivos valores mínimos del tiempo de espera con respecto a la pureza del nitrógeno se denominan a continuación "pureza del nitrógeno optimizada en cuanto al aspecto temporal". En la representación según la figura 6 se representa la pureza del nitrógeno optimizada en cuanto al aspecto temporal en la instalación de inertización 1 según las figuras 1 a 4. En particular se indica la pureza optimizada en cuanto al aspecto temporal para diferentes concentraciones de oxígeno en la atmósfera espacial del espacio cerrado 2, donde dicha pureza es válida para el sistema de separación de gases de la instalación de inertización 1 según las figuras 1 a 4.

5 [0091] En la curva característica representada en la figura 6 puede observarse de forma directa que los generadores de nitrógeno 4.1, 4.2, 4.3 que se utilizan deben regularse de tal modo que al aumentar el contenido de oxígeno en la atmósfera espacial del espacio cerrado 2 disminuya el contenido de oxígeno en la mezcla de gases proporcionada en la salida del sistema de separación de gases. Cuando durante la inertización del espacio cerrado 2, según la curva característica representada en la figura 6, se opera con esa pureza del nitrógeno en los generadores de nitrógeno que se utilicen, con el menor tiempo de funcionamiento posible de los compresores 3.1, 3.2, 3.3 que deben utilizarse y, con ello, con el menor gasto posible de energía, es posible regular y mantener el nivel de inertización predeterminado en la atmósfera espacial del espacio cerrado 2.

10 [0092] En la figura 7 se muestra una representación gráfica de la influencia del contenido de oxígeno en la mezcla inicial de gases sobre el factor del aire del sistema de separación de gases. De acuerdo con ello, el factor del aire decrece en caso de una pureza del nitrógeno fija del sistema de separación de gases, al reducirse el contenido de oxígeno en la mezcla inicial de gases. Tal como ya se ha indicado, en la instalación de inertización 1, según la representación esquemática mostrada por ejemplo en la figura 1, se proporciona el conducto de retorno 9, mediante el cual una parte del aire ambiente (eventualmente ya enriquecido con nitrógeno) es suministrada de forma controlada hacia la cámara de mezclado 6 para reducir de este modo el contenido de oxígeno en la mezcla inicial de gases de originalmente 21 % en volumen (contenido de oxígeno del aire ambiente normal). A través de esta recirculación del aire ambiente ya enriquecido con nitrógeno puede reducirse aún más el factor del aire del sistema de separación de gases, de manera que se incrementa la eficiencia del sistema de separación de gases y puede reducirse aún más la energía que debe aplicarse para regular y mantener un nivel de inertización predeterminado.

[0093] De forma preferente, la curva característica representada en la figura 7 se combina de tal modo con el procedimiento mostrado en las figuras 5 y 6, haciendo referencia a las representaciones gráficas, que para concentración de oxígeno en la mezcla inicial de gases y en el espacio 2 se encuentra una unidad de suministro del nitrógeno optimizada.

25 [0094] En la figura 8 se representan posibles ahorros de energía (en %) - para una aplicación calculada - mediante el contenido de oxígeno regulado en la atmósfera espacial de un espacio cerrado, al disminuir la concentración de oxígeno en la atmósfera espacial de un espacio cerrado con la solución según la invención. Aquí se consideró un caso en el cual, por una parte, durante la inertización del espacio se seleccionó la pureza de nitrógeno optimizada en cuanto al aspecto temporal para la pureza del nitrógeno del generador de nitrógeno y en donde, por otra parte, tuvo lugar una recirculación del aire ambiente ya enriquecido con nitrógeno con el objetivo de reducir aún más el factor del aire del generador de nitrógeno y aumentar su eficiencia.

[0095] La presente invención no se limita a los ejemplos de realización mostrados con referencia a las representaciones de los dibujos adjuntos, sino que son más bien una vista general de todas las características descritas en la presente memoria.

35 Lista de referencias

[0096]

1	Instalación de inertización
2	Espacio cerrado
3.1, 3.2, 3.3	Compresor
40 4.1, 4.2, 4.3	Generador de nitrógeno
4a.1, 4a.2, 4a.3	Salida del generador de nitrógeno
5	Dispositivo de control
6	Cámara de mezclado
7.1, 7.2, 7.3	Conducto de alimentación
45 8	Conducto de alimentación (de aire fresco)
8a	Entrada del conducto de alimentación de aire fresco
9	Conducto de retorno

## ES 2 437 180 T3

	9a	Entrada del conducto de retorno
	10	Segundo dispositivo de ventilación
	11	Primer dispositivo de ventilación
	12	Sección de mezclado
5	13	Sistema de intercambiador de calor
	14	Ventilador adicional
	15.1, 15.2, 15.3	Sistema de conductos entre la cámara de mezclado y el compresor
	16	Sistema de medición de oxígeno
	17.1, 17.2, 17.3	Sistema de conductos entre el compresor y el generador de nitrógeno
10	18	Filtro
	19	Módulo de membrana
	20	Aislamiento térmico
	21	Sistema de medición del contenido residual de oxígeno
	23	Sistema de medición de oxígeno en el conducto de retorno 9
15	24	Sistema de medición de oxígeno en el conducto de alimentación 8
	25	Área externa
	26	Sensor de presión en la cámara de mezclado
	27	Sensor de presión en el área externa
	28.1, 28.2, 28.3	Sensor de flujo volumétrico en el conducto de alimentación 7.1, 7.2, 7.3
20	29	Sensor de flujo volumétrico en el conducto de retorno 9
	30	Sensor de flujo volumétrico en el conducto de alimentación de aire fresco 8



## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de inertización para la prevención y/o la extinción de incendios, en donde un contenido de oxígeno predeterminable, que es menor en comparación con el aire normal del ambiente, es regulado y mantenido en la atmósfera espacial de un espacio cerrado (2), donde el procedimiento comprende los siguientes pasos: - preparar, en una cámara de mezclado (6), una mezcla inicial de gases que contiene oxígeno, nitrógeno y eventualmente otros componentes – separar, en un sistema de separación de gases (3.1, 4.1; 3.2, 4.2; 3.3, 4.3), al menos una parte del oxígeno de la mezcla inicial de gases preparada, proporcionándose de este modo una mezcla de gases enriquecida con nitrógeno en la salida (4a.1; 4a.2; 4a.3) del sistema de separación de gases (3.1, 4.1; 3.2, 4.2; 3.3, 4.3); y – conducir la mezcla de gases enriquecida con nitrógeno hacia la atmósfera espacial del espacio cerrado (2), donde, en función del contenido de oxígeno reinante actualmente en la atmósfera espacial del espacio cerrado (10), se modifica el contenido residual de oxígeno de la mezcla de gases enriquecida con nitrógeno, donde para preparar la mezcla inicial de gases, con la ayuda de un dispositivo de ventilación (11) proporcionado en el sistema de conductos de retorno (9) que conecta el espacio cerrado (2) con la cámara de mezclado (6), una parte del aire ambiente contenido en el espacio cerrado (2) es extraída de forma controlada del espacio (2) y es conducida hacia la cámara de mezclado (6), donde a la parte extraída del aire ambiente, mediante mezcla y de forma controlada, se le añade aire fresco con la ayuda de un dispositivo de ventilación (10) que se proporciona en el sistema de conductos de alimentación de aire fresco (8) que se encuentra conectado con la cámara de mezclado (6), caracterizado por que el dispositivo de ventilación (11) proporcionado en el sistema de conductos de retorno (9) y/o el dispositivo de ventilación (10) proporcionado en el sistema de conductos de alimentación de aire fresco (8), son controlados de tal modo que la cantidad de aire ambiente extraída del espacio (2) por unidad de tiempo y suministrada a la cámara de mezclado (6) y/o la cantidad de aire fresco añadida mediante mezclado a la parte de aire ambiente extraída por unidad de tiempo, son reguladas de tal manera que la diferencia entre la presión reinante en la cámara de mezclado (6) y la presión atmosférica externa no se sitúa por encima de un valor umbral superior predeterminado o predeterminable ni se sitúa por debajo de un valor umbral inferior predeterminado o predeterminable.
2. Procedimiento de inertización según la reivindicación 1, donde el valor umbral superior para la presión diferencial se sitúa en 1,0 mbar y preferentemente en 0,5 mbar, y donde el valor umbral inferior para la presión diferencial se sitúa en 0 mbar.
3. Procedimiento de inertización según la reivindicación 1 o 2, donde el dispositivo de ventilación (10) que se encuentra proporcionado en el sistema de conductos de alimentación de aire fresco (8) es controlado de tal modo que la cantidad de aire ambiente extraída del espacio (2) por unidad de tiempo es idéntica a la cantidad de la mezcla de gases enriquecida con nitrógeno que es conducida por unidad de tiempo hacia la atmósfera espacial del espacio cerrado (2).
4. Procedimiento de inertización según una de las reivindicaciones 1 a 3, donde el contenido residual de oxígeno de la mezcla de gases enriquecida con nitrógeno disminuye al reducirse el contenido de oxígeno en la atmósfera espacial del espacio cerrado (2).
5. Procedimiento de inertización según una de las reivindicaciones 1 a 4, donde el contenido residual de oxígeno de la mezcla de gases enriquecida con nitrógeno es regulado según una curva característica predeterminada, donde la curva característica indica el valor optimizado en cuanto al aspecto temporal del contenido residual de oxígeno de la mezcla de gases enriquecida con nitrógeno con respecto al contenido de oxígeno en la atmósfera espacial del espacio cerrado (2), según lo cual, el procedimiento de inertización puede regular un contenido de oxígeno reducido predeterminable en la atmósfera espacial del espacio cerrado (2) en comparación con el ambiente normal en el menor tiempo posible; o donde el contenido de oxígeno reinante en la atmósfera espacial del espacio cerrado (2) en el respectivo momento es medido de forma directa o indirecta de forma continua o en tiempos predeterminados, y donde el contenido residual de oxígeno de la mezcla de gases enriquecida con nitrógeno es regulado en un valor predeterminado de forma continua o en tiempos y/o eventos predeterminados, donde el procedimiento de inertización puede disminuir el contenido de oxígeno en la atmósfera espacial del espacio cerrado a un valor de reducción predefinido basado en el respectivo contenido de oxígeno actual dentro del menor tiempo posible.
6. Procedimiento de inertización según una de las reivindicaciones 1 a 5, donde el contenido de oxígeno de la mezcla de gases inicial, de la cual se separa al menos una parte del oxígeno, es modificado en función del contenido de oxígeno actualmente reinante en la atmósfera espacial del espacio cerrado (2).
7. Instalación de inertización (1) para regular y/o mantener un contenido de oxígeno predeterminable y reducido en comparación con el aire ambiente normal, en la atmósfera espacial de un espacio cerrado (2), donde la instalación de inertización presenta un sistema de separación de gases (3.1, 4.1; 3.2, 4.2; 3.3, 4.3), mediante el cual, de una mezcla inicial de gases que contiene nitrógeno y oxígeno se separa al menos una parte del oxígeno, de manera

- que en la salida (4a.1; 4a.2; 4a.3) del sistema de separación de gases (3.1, 4.1; 3.2, 4.2; 3.3, 4.3) se proporciona una mezcla de gases enriquecida con nitrógeno, y donde la instalación de inertización (1) presenta un sistema de conductos de alimentación (7) para suministrar la mezcla de gases enriquecida con nitrógeno hacia el espacio cerrado (2), donde se proporciona además un dispositivo de control (5) que se encuentra diseñado para controlar de tal modo el sistema de separación de gases (3.1, 4.1; 3.2, 4.2; 3.3, 4.3), que el contenido residual de oxígeno de la mezcla de gases enriquecida con nitrógeno se modifica en función del contenido de oxígeno actualmente reinante en la atmósfera espacial del espacio cerrado (10) y donde además se proporciona una cámara de mezclado (6) para preparar la mezcla inicial de gases, donde un primer sistema de conductos (9) desemboca en la cámara de mezclado (6), mediante el cual, de forma controlada por el dispositivo de control (5), una parte del aire ambiente contenido en el espacio cerrado (2) es extraída del espacio (2) y es suministrada a la cámara de mezclado (6), y donde en la cámara de mezclado (6) desemboca un segundo sistema de conductos (8), mediante el cual, de forma controlada por el dispositivo de control (5), se suministra aire fresco hacia la cámara de mezclado (6),
- caracterizada por que la instalación de inertización (1) en el primer sistema de conductos (9) presenta además un primer dispositivo de ventilación (11) que puede controlarse con el dispositivo de control (5) y en el segundo sistema de conductos (8) un segundo dispositivo de ventilación (10) que puede controlarse con el dispositivo de control (5), donde el dispositivo de control (5) se encuentra diseñado para controlar de tal modo el primer y/o el segundo dispositivo de ventilación (10,11), que la cantidad de aire ambiente extraída del espacio (2) y conducida por unidad de tiempo hacia la cámara de mezclado (6), con la ayuda del primer dispositivo de ventilación (11) y/o la cantidad de aire fresco añadida mediante mezclado por unidad de tiempo a la parte de aire ambiente extraída, con la ayuda del segundo dispositivo de ventilación (10), es regulada para que la diferencia entre la presión reinante en la cámara de mezclado (6) y la presión atmosférica externa no se sitúe por encima de un valor umbral superior predeterminado o predeterminable ni se sitúe por debajo de un valor umbral inferior predeterminado o predeterminable.
8. Instalación de inertización (1) según la reivindicación (7), la cual en el primer sistema de conductos (9) presenta además un primer dispositivo de ventilación (11) que puede controlarse con el dispositivo de control (5), y en el segundo sistema de conductos (8) presenta un segundo dispositivo de ventilación (10) que puede controlarse con el dispositivo de control (5), donde el dispositivo de control (5) se encuentra diseñado para controlar de tal modo el primer y/o el segundo dispositivo de ventilación (10, 11) que la cantidad de aire ambiente extraída del espacio (2), por unidad de tiempo es idéntica a la cantidad de la mezcla de gases enriquecida con nitrógeno que es suministrada por unidad de tiempo hacia la atmósfera espacial del espacio cerrado (2).
9. Instalación de inertización (1) según la reivindicación 7 u 8, donde además una sección de mezclado (12) se encuentra integrada en la cámara de mezclado (6) o se encuentra aguas arriba de la cámara de mezclado (6), en donde el primer y el segundo sistema de conductos (9, 8) desembocan preferentemente mediante una pieza en forma de Y, donde la sección de mezclado (12) se encuentra configurada de tal modo con respecto a su sección transversal de flujo efectiva, que en la sección de mezclado (12) se regula un flujo turbulento.
10. Instalación de inertización (1) según la reivindicación 9, donde la sección de mezclado (12) presenta una longitud que es al menos cinco veces el diámetro hidráulico de la sección de mezclado (12).
11. Instalación de inertización (1) según una de las reivindicaciones 7 a 10, donde el sistema de separación de gases (3.1, 4.1; 3.2, 4.2; 3.3, 4.3) presenta al menos uno y preferentemente una pluralidad de generadores de nitrógeno (4.1, 4.2, 4.3) respectivamente con un compresor (3.1, 3.2, 3.3) asociado, conectado a la cámara de mezclado (6) mediante un sistema de conductos (14.1, 17.2, 17.3), donde en cada generador de nitrógeno (3.1, 3.2, 3.3) puede regularse el contenido residual de oxígeno de la mezcla de gases enriquecida con nitrógeno producida en la salida (4a.1, 4a.2, 4a.3) del generador de nitrógeno (3.1, 3.2, 3.3), con la ayuda del dispositivo de control (5).
12. Instalación de inertización (1) según la reivindicación 11, donde la cámara de mezclado (6) presenta un volumen que depende de la cantidad de generadores de nitrógeno (4.1, 4.2, 4.3) que se utilice en la instalación de inertización (1) y/o del principio en el que se basa el modo de funcionamiento de al menos un generador de nitrógeno (4.1, 4.2, 4.3).
13. Instalación de inertización (1) según una de las reivindicaciones 7 a 12, donde la sección transversal hidráulica de la cámara de mezclado (6) al menos presenta un tamaño tal, que la velocidad de flujo máxima que puede presentarse en la cámara de mezclado (6) es, como promedio, menor a 0,1 m/s.
14. Instalación de inertización (1) según una de las reivindicaciones 7 a 13, donde además el dispositivo de control (5) se encuentra diseñado para controlar el sistema de separación de gases (3.1, 4.1; 3.2, 4.2; 3.3, 4.3) en función del contenido de oxígeno actualmente reinante en la atmósfera espacial del espacio cerrado (2) para que el contenido residual de oxígeno de la mezcla de gases enriquecida con nitrógeno proporcionada en la salida (4a.1; 4a.2; 4a.3) del sistema de separación de gases (3.1, 4.1; 3.2, 4.2; 3.3, 4.3) se reduzca de forma automática cuando disminuya el contenido de oxígeno en la atmósfera espacial del espacio cerrado (2); y/o donde además el dispositivo de control (5) se encuentra diseñado para regular de tal modo la cantidad de aire ambiente extraída por

- 5 unidad de tiempo del espacio (2) y suministrada a la cámara de mezclado (6) y la cantidad de aire fresco añadida mediante mezclado a la parte extraída del aire ambiente por unidad de tiempo en función del contenido de oxígeno actualmente reinante en la atmósfera espacial del espacio cerrado (2), que la mezcla inicial de gases proporcionada por la cámara de mezclado (6) presenta un contenido de oxígeno predeterminable que depende del contenido de oxígeno actualmente reinante en la atmósfera espacial del espacio cerrado (2).

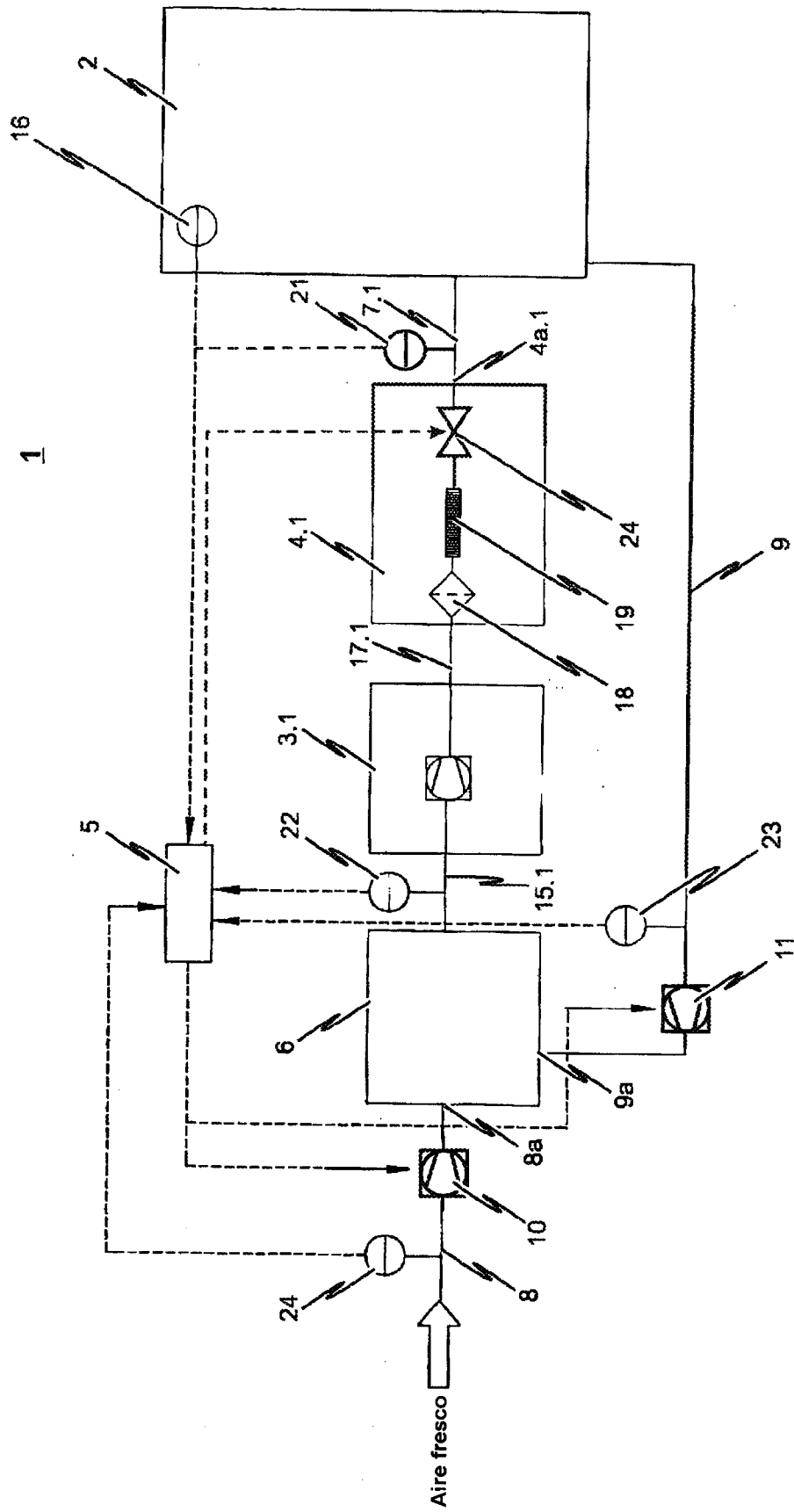


Fig. 1

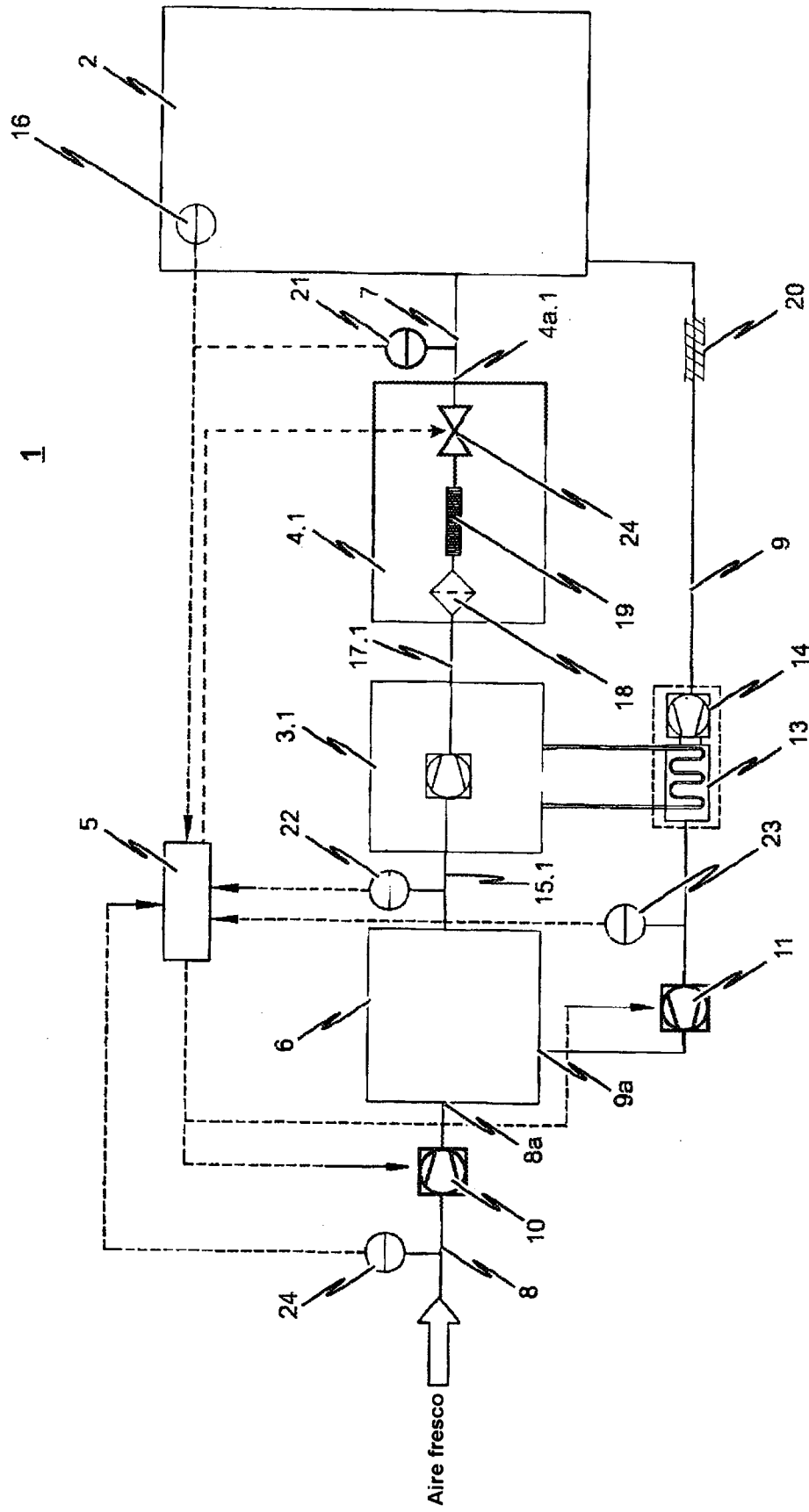


Fig. 2

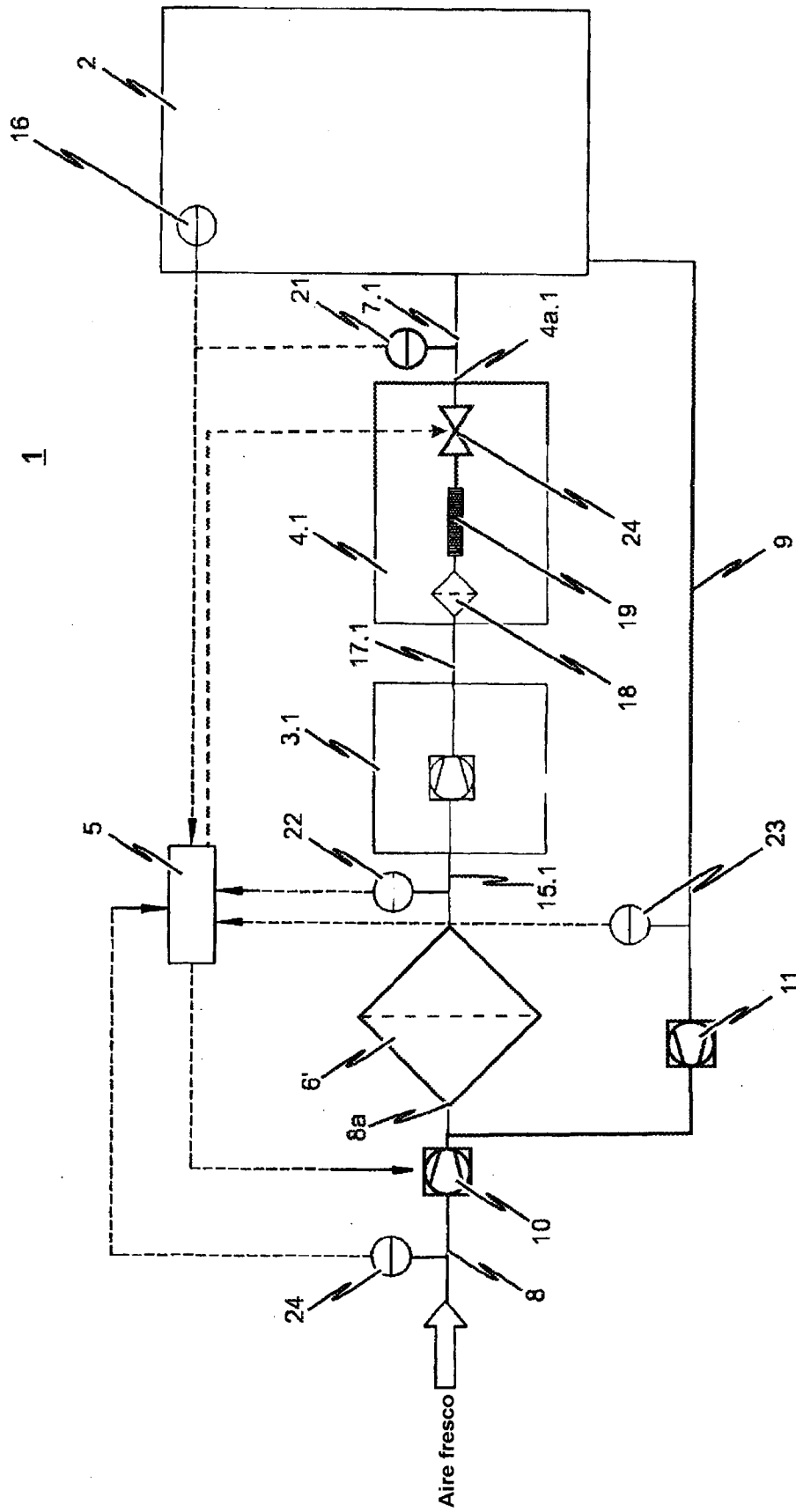
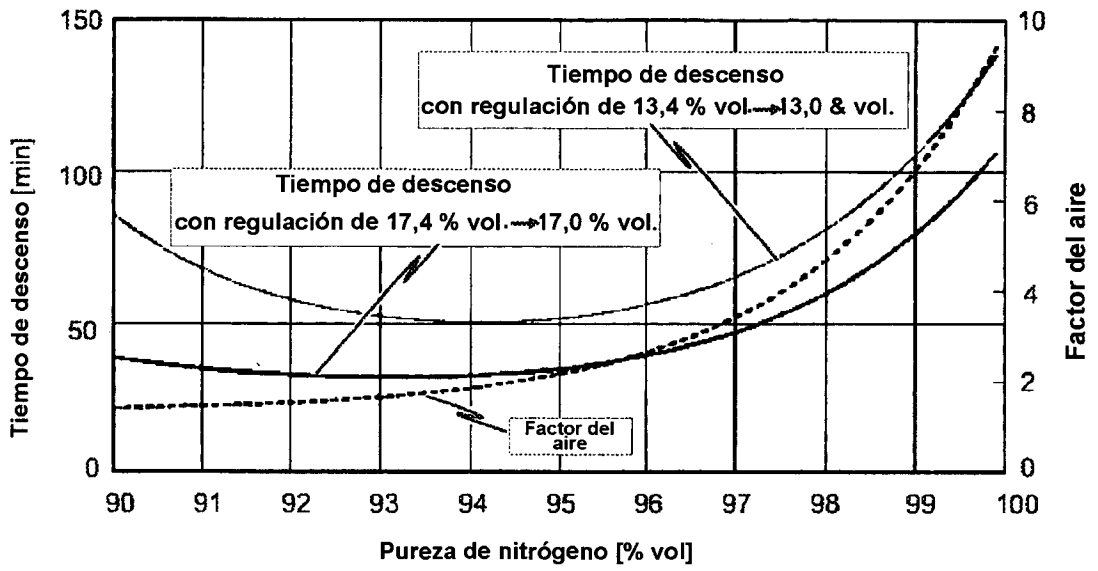
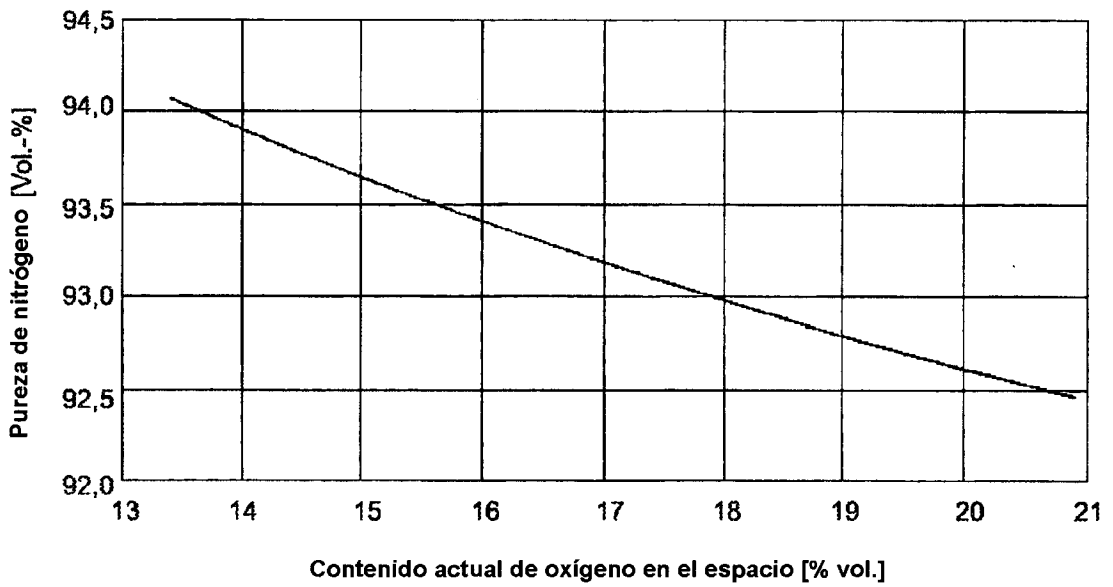


Fig. 3





*Fig. 5*



*Fig. 6*



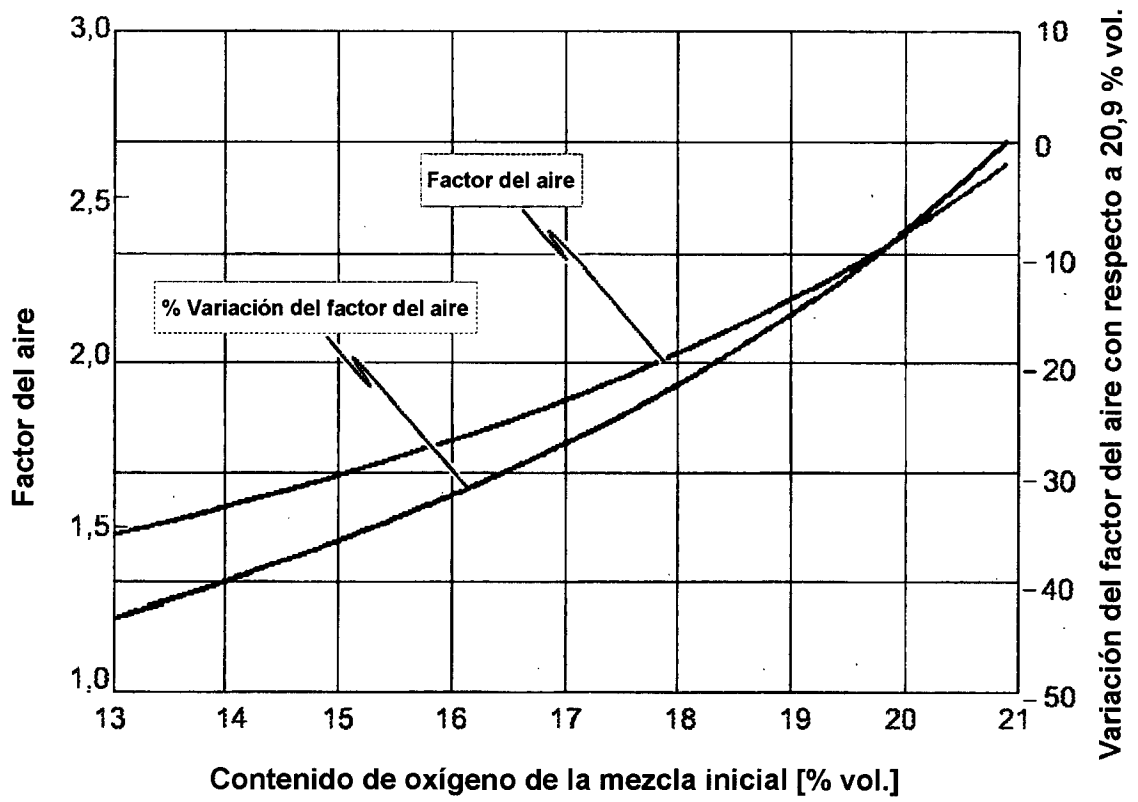


Fig. 7

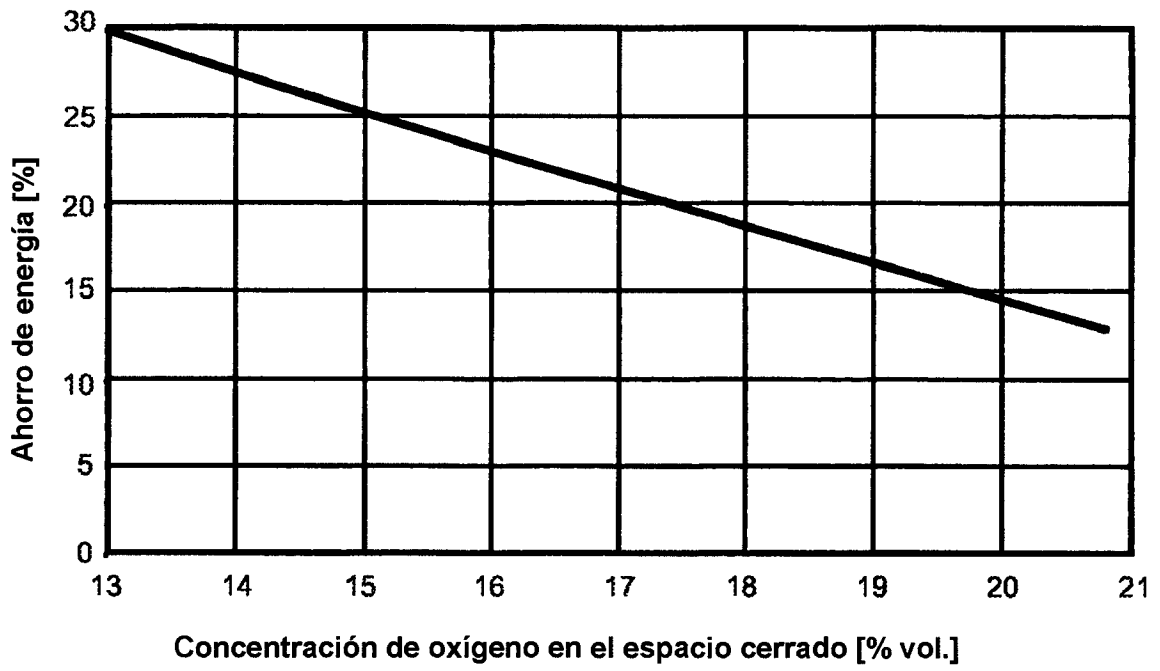


Fig. 8