



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 265 558**

51 Int. Cl.:
A62B 7/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **03290799 .0**

86 Fecha de presentación : **28.03.2003**

87 Número de publicación de la solicitud: **1358911**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **05.11.2003**

54 Título: **Sistema de a bordo de producción de oxígeno para aeronaves, en particular aeronaves de gran radio de acción.**

30 Prioridad: **03.05.2002 FR 02 05576**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.02.2007

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.02.2007

73 Titular/es: **L'Air Liquide S.A. à Directoire et Conseil de Surveillance pour l'Etude et l'Exploitation des Procédés Georges Claude**
75, quai d'Orsay
75321 Paris Cédex 07, FR

72 Inventor/es: **Cazenave, Jean-Michel;**
Dehayes, Jean;
Lessi, Stéphane y
Zapata, Richard

74 Agente: **Justo Vázquez, Jorge Miguel de**

ES 2 265 558 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).

ES 2 265 558 T3

DESCRIPCIÓN

Sistema de a bordo de producción de oxígeno para aeronaves, en particular aeronaves de gran radio de acción.

5 La presente invención se refiere a un sistema de concentración de oxígeno, particularmente de tipo OBOGS para aeronaves, en particular para aviones de línea de tipo de gran capacidad y gran radio de acción.

10 Actualmente, la utilización de oxígeno gaseoso por los pilotos y los pasajeros de pasajeros de un avión de línea comercial civil se hace en caso de descompresión de la cabina (pasajeros y pilotos), en caso de protección contra humos y gases tóxicos (pilotos) y en el caso de protección previa, cuando se cruzan altitudes elevadas (pilotos).

15 Además, los pilotos de aviones de armas militares, en cuanto a ellos, tienen necesidad de un abastecimiento permanente de oxígeno, durante sus misiones en vuelo. Durante ciertas misiones específicas, lo mismo puede ser verdad para las tripulaciones de aviones de transportes tácticos militares y helicópteros.

Las restricciones impuestas por el medio aeronáutico conducen a concebir instalaciones lo más ligeras posibles y capaces de abastecer la mayor cantidad posible de oxígeno con una autonomía importante y, como consecuencia, una logística lo más reducida posible.

20 En los aviones de combate modernos, el o los pilotos son abastecidos permanentemente mediante un sistema de generación de oxígeno de a bordo, comúnmente denominado OBOGS (por *On-Board Oxygen Generating System*), que utiliza la tecnología de separación de gases del aire mediante tamices moleculares de tipo zeolita.

25 El documento EP-A-391607 describe así un sistema de concentración de oxígeno de tipo OBOGS utilizable para abastecer a los miembros de tripulaciones de un avión mediante un adsorbente de tipo tamiz molecular.

Adicionalmente, el documento US-A-4.960.119 enseña igualmente un sistema de tipo OBOGS que utiliza adsorbentes que tienen una afinidad más elevada por el nitrógeno que por el oxígeno.

30 Además, otros sistemas de tipo OBOGS son también descritos en los documentos US-A-4.651.728 y EP-A-0364283.

35 Por el contrario, en aviones civiles, el aporte total de oxígeno gaseoso a las personas se asegura mediante cilindros de oxígeno bajo presión o mediante generadores de oxígeno químicos, por ejemplo en los AIRBUS A340 (reserva de oxígeno en forma gaseosa) y A320 (generador químico). Estos sistemas civiles de producción de oxígeno están actualmente concebidos y dimensionados para asegurar el aprovisionamiento de oxígeno a los pasajeros, durante un período que varía de 15 a 22 minutos, esencialmente a continuación de una pérdida de presurización en la cabina.

40 Igual que para los aviones militares, está actualmente previsto equipar también los nuevos aviones de línea, particularmente los de gran capacidad con gran radio de acción, por ejemplo los aviones de tipo A380 de AIRBUS, así como los aviones comerciales, con sistemas de a bordo de tipo OBOGS basados en un tamiz molecular adsorbente.

45 En efecto, los sistemas de tipo OBOGS con un tamiz molecular con respecto al almacenamiento de oxígeno presentan las siguientes ventajas:

- una ganancia de peso durante el tiempo de utilización que sobrepasa normalmente los 30 minutos, como es el caso de las diversificaciones de aviones que están previstos para nuevas rutas aéreas alargadas,
- una logística reducida,
- 50 - una seguridad y disponibilidad aumentadas, y
- auto-suficiencia ilimitada.

55 Estas mismas ventajas existen también cuando el sistema OBOGS está a bordo de un avión de transporte táctico militar o un helicóptero, cuando estos últimos deben realizar misiones que necesita una utilización de oxígeno.

60 No obstante, un problema que se plantea es que los sistemas de tipo OBOGS existentes son mucho más pesados que los sistemas clásicos de a bordo de almacenamiento de oxígeno, lo que constituye un impedimento grave para su utilización en aeronaves en las que la disminución del peso a bordo es una preocupación constante, ya que tiene un impacto no despreciable sobre el consumo de combustible.

65 En otras palabras, el problema que se plantea es poder tener a bordo sistemas de tipo OBOGS con tamiz molecular en aeronaves, sin que ello tenga un impacto negativo sobre el peso a bordo y esto con una producción sustancialmente igual de oxígeno, o incluso superior, con respecto a un sistema clásico.

Por tanto, la solución de la invención es un sistema de a bordo en una aeronave para la producción de un flujo gaseoso enriquecido en oxígeno a partir de una mezcla gaseosa de oxígeno y nitrógeno, en particular aire, que com-

ES 2 265 558 T3

prende al menos un adsorbente que contiene al menos un adsorbente que permite adsorber al menos una parte de las moléculas de nitrógeno contenidas en la mezcla de oxígeno y nitrógeno del abastecimiento, caracterizado porque dicho adsorbente comprende una zeolita de tipo faujasita, que tiene una relación de Si/Al de 1 a 1,50, intercambiado en al menos un 80% por cationes de litio.

5

Según el caso, el sistema de la invención puede comprender una o varias de las características siguientes:

- comprende al menos 2 adsorbedores que funcionan de forma alternada,

10

- el adsorbente es una zeolita de tipo X que tiene una relación de Si/Al de 1 a 1,25, preferentemente de aproximadamente 1,

- la zeolita está en forma de partículas, particularmente de bolas, que tienen un tamaño medio inferior a 0,7 mm, preferentemente del orden de 0,5 mm. Las partículas de zeolita pueden estar con o sin aglutinante,

15

- la zeolita está intercambiada de 85% a 97% con cationes de litio, preferentemente de 86% a 95%,

- comprende medios de compresión que permiten comprimir la mezcla gaseosa que contiene oxígeno y nitrógeno, por ejemplo un compresor de gases, y medios de distribución que permiten asegurar un abastecimiento alternado de cada adsorbedor con la mezcla gaseosa comprimida abastecida por los medios de compresión. Los medios de distribución pueden comprender canalizaciones de gas, válvulas, máscaras o cualesquiera otras interfaces o instalaciones de regulación adecuadas que permitan una administración fácil y eficaz del flujo de oxígeno a los usuarios.

20

25

El sistema de la invención puede equipar cualquier aeronave, como aviones o helicópteros, pero está particularmente adaptado para aviones de línea, particularmente los nuevos aviones de línea de gran capacidad y gran radio de acción.

30

La invención trata también sobre un procedimiento para abastecer las vías respiratorias superiores de al menos una persona que se encuentre en una aeronave con un flujo de gas enriquecido en oxígeno, en el que dicho flujo enriquecido en oxígeno es producido según las etapas de:

a) comprimir una mezcla de oxígeno y nitrógeno de abastecimiento a una presión comprendida entre 0,5 y 5 bares absolutos,

35

b) abastecer al menos un adsorbedor que contenga al menos un adsorbente que permita adsorber al menos una parte de las moléculas de nitrógeno contenidas en la mezcla de oxígeno y nitrógeno de abastecimiento,

c) producir un flujo de gas enriquecido en oxígeno,

40

d) transportar dicho flujo gaseoso enriquecido en oxígeno hasta las vías respiratorias superiores de al menos una persona,

caracterizado porque el adsorbente comprende una zeolita de tipo faujasita, que tiene una relación Si/Al de 1 a 1,50, intercambiada al menos un 80% con cationes de litio.

45

Según el caso, el sistema de la invención puede comprender una o varias de las características técnicas siguientes:

- el flujo enriquecido en oxígeno contiene una proporción de oxígeno superior a la proporción de oxígeno presente en la mezcla de oxígeno y nitrógeno del abastecimiento, preferentemente el flujo enriquecido en oxígeno contiene una proporción en volumen de oxígeno comprendida entre 30% y 95% en volumen,

50

- la mezcla de oxígeno y nitrógeno de abastecimiento contiene mayoritariamente nitrógeno, preferentemente la mezcla de oxígeno y nitrógeno de abastecimiento es aire,

55

- comprende, además, una etapa de regeneración del adsorbente por disminución de la presión que reina en el adsorbedor hasta una presión baja comprendida entre 0,09 y 1 bar; preferentemente entre 0,1 y 0,9 bar; siendo la presión baja de regeneración inferior a la presión elevada de adsorción,

- utiliza 2 ó 3 adsorbedores que funcionan mediante ciclo de producción,

60

- cada adsorbedor es sometido a ciclos de producción que tienen una duración de ciclo inferior a 15 segundos (por ejemplo un ciclo de 2 x 7 s para 2 adsorbedores), preferentemente inferior a 10 s (por ejemplo un ciclo de 2 x 5 s para 2 adsorbedores),

65

- el adsorbente es una zeolita de tipo X que tiene una relación de Si/Al de 1 a 1,25, preferentemente del orden de 1,

- la zeolita está en forma de partículas, particularmente de bolas, que tienen un tamaño medio inferior a 0,7 mm, preferentemente del orden de 0,5 mm,

ES 2 265 558 T3

- la zeolita está intercambiada de 85% a 97% con cationes de litio, preferentemente de 86% a 95%,

5 - el gas enriquecido en oxígeno así producido es distribuido en las vías respiratorias superiores de al menos un piloto o al menos un pasajero que se encuentra en la aeronave, preferentemente el gas enriquecido en oxígeno así producido es distribuido a las vías respiratorias superiores de al menos un pasajero cuando el avión es sometido a una despresurización de la cabina de pasajeros.

10 La idea de la presente invención es disminuir el peso de los sistemas de a bordo de tipo OBOGS para aviones civiles, aviones militares y otras aeronaves, comprendidos los helicópteros, que utilizan tamices moleculares adsorbentes de rendimiento superior.

En efecto, la utilización de adsorbentes según la invención permite obtener:

15 - una masa igual de adsorbente y un caudal igual de producción, un aumento de la concentración o la capacidad para enriquecer en oxígeno el gas producido, lo que lleva a una mejora de la protección fisiológica de los pasajeros o pilotos, y un alargamiento de la duración de la vida de la instalación, como consecuencia de la caída de la concentración de oxígeno en el gas producido por debajo de un cierto umbral, partiendo de una concentración de oxígeno inicial más elevada;

20 - una concentración igual de oxígeno en el gas producido y a un caudal igual de producción, y por tanto rendimientos iguales, una disminución del peso de adsorbente necesario y, por tanto, una disminución del peso de la instalación de a bordo, y por tanto una ganancia sustancial para el fabricante de aviones.

25 En el contexto de la invención, el adsorbente preferido utilizado es por tanto una zeolita de tipo X que tiene una relación de Si/Al comprendida entre 1 y 1,25 y un intercambio como máximo de 80% para cationes de litio, siendo el resto de los cationes (hasta 100%) esencialmente cationes residuales de tipo Na y K, incluso eventualmente Ca. Estos adsorbentes son habitualmente utilizados para producir oxígeno en sitios industriales y son particularmente descritos en los siguientes documentos, a los que se puede recurrir para más detalles: EP-A-885646, EP-A-940175, EP-A-908218, EP-A-297542 y US-A-5.268.023.

30 El sistema propuesto en el contexto de la presente invención, por tanto, según un modo de realización preferido, es un sistema OBOGS de tipo VPSA (Vacuum and Pressure Swing Adsorption) con dos adsorbedores que funcionan de manera alternada a un ritmo rápido, normalmente mediante ciclos de producción de oxígeno con un período inferior a 2 x 7 segundos (siendo 7 segundos el tiempo de medio ciclo) y que puede llegar hasta 2 x 2 segundos, lo que asegura una productividad máxima y óptima (cantidad de oxígeno producido/peso de adsorbente).

Este sistema puede funcionar igualmente con más adsorbedores, por ejemplo tres adsorbedores.

40 Cuando uno de los dos adsorbedores está en fase de producción de oxígeno a presión elevada, el otro está en fase de regeneración a presión baja (descompresión).

Más precisamente, cada adsorbedor es sometido, durante el ciclo de producción, a:

45 - una presión elevada normalmente entre 0,5 bares y 5 bares absolutos, preferentemente del orden de 3 bares para aviones civiles, y

- una presión baja, normalmente comprendida entre 1013 mbares (nivel de tierra) y 116 mbares (50000ft), preferentemente del orden de 466 mbares (20000ft).

50 Con el fin de poder responder a las expectativas, las características de caudal de producción de producción de oxígeno de cada concentrador son las siguientes:

55 - para un abastecimiento de oxígeno a los pilotos (por ejemplo, los de aviones militares o aviones de línea) o de una tripulación reducida (otras aeronaves), el caudal de gas enriquecido en oxígeno está comprendido preferentemente entre 20 y 100 l/minutos STPD ("Standard Temperature Pressure Dry" = Temperatura de 0°C, Presión de 1013 mbar, PH₂O igual a 0),

60 - para un abastecimiento de oxígeno a los pasajeros, el caudal es más elevado, a saber, generalmente entre 100 y 500 l/minutos STPD por sistema concentrador. A partir de este valor, cuando sea necesario tener un caudal total superior, será suficiente con prever el número adecuado de sistemas concentradores que permita alcanzar este caudal total, por ejemplo 4 sistemas concentradores de 500 l/minutos cada uno para un caudal total de 2000 l/minuto.

65 La concentración de oxígeno a la salida de los concentradores es variable con la altura en vuelo, y se sitúa normalmente entre 30% y 95% en todos los casos previstos, a saber el abastecimiento de oxígeno de los pilotos o los pasajeros, cualquiera se sea la aeronave considerada.

El tipo de adsorbente utilizado en el contexto de la invención es una zeolita de tipo faujasita, en particular una zeolita X que tiene una relación de Si/Al comprendida entre 1 y 1,50, preferentemente de aproximadamente 1, estando

ES 2 265 558 T3

dicha zeolita intercambiada al menos en 80% con cationes de litio, preferentemente entre 85% y 97%, y teniendo además una granulometría media inferior a 0,8 mm, preferentemente del orden de 0,5 mm.

Ejemplo 1

5

Sistema concentrador para pilotos

Los rendimientos de un sistema concentrador de oxígeno que tiene que abastecer a los pilotos de un avión han sido representados en la figura 1, que proporciona las curvas de concentración de oxígeno (pureza) obtenidas en función del caudal de producción para adsorbentes según la invención (ADS 2 y ADS 3) y, con carácter comparativo, para un adsorbente según la técnica anterior (ADS 1), es decir:

Concentración de O₂ = f(caudal de producción)

15 Las condiciones de funcionamiento a las que han sido hechas las mediciones son las siguientes:

- sistema de 2 adsorbedores que funcionan de forma alternada,
- presión de adsorción: 2 bares,
- 20 - presión de desorción: 0,43 bares,
- gas de abastecimiento: aire que tiene un contenido de oxígeno de 21% en volumen,
- 25 - temperatura del gas de abastecimiento: 20°C,
- tiempo del ciclo: 2 x 2,9 segundos,
- ADS 1: es una zeolita según la técnica anterior de tipo NaX que contiene esencialmente cationes de Na (y eventualmente cationes de K), que tiene una granulometría media del orden de 0,7 mm,
- 30 - ADS 2: es una zeolita de tipo LiLSX intercambiada en aproximadamente un 95% con cationes de Li (y cationes de Na y eventualmente K en lo que resta), que tiene una relación de Si/Al comprendida entre 1 y 1,2 y una granulometría del orden de 0,7 mm,
- 35 - ADS 3: es una zeolita LiLSx igual a la de ADS2 pero con una granulometría del orden de 1,5 mm.

El concentrador de oxígeno utilizado comprende 2 columnas de adsorción rellenas de partícula del adsorbente considerado. Se produce oxígeno de forma continua, regenerándose una columna (fase de desorción) mientras la otra está en producción (fase de adsorción). La desorción comprende igualmente una etapa que se denomina de elución y que corresponde al envío de un caudal bajo de gas enriquecido en O₂ en contracorriente en la columna en fase de regeneración, con el fin de completar dicha regeneración.

45 De esta forma, el concentrador funciona de manera cíclica (2 fases) y cada columna experimenta 4 etapas distintas, como se muestra en la figura 3, a saber:

- una fase de adsorción, caracterizada por el tiempo de medio ciclo T y que comprende:
 - una etapa de producción “pura” (referencia 1 en la figura 3),
 - 50 • una fase de producción y elución de la otra columna (referencia 2 en la figura 3), y
- una fase de regeneración, con:
 - 55 • una etapa de desorción (purga) (referencia 3 en la figura 3),
 - una etapa de elución (tiempo de elución te) (referencia 4 en la figura 3).

60 El caudal medio de gas en cada columna de adsorción evoluciona por tanto en función del tiempo, como se representa en la figura 3, que representa el caudal medio en el interior de cada columna en función del tiempo.

La etapa de elución se sitúa al final de ciclo, cuando la concentración de O₂ a la salida de la columna es máxima. El período de elución está comprendido normalmente entre 10 y 50% del tiempo de medio ciclo, como se puede apreciar en la figura 3.

65 La superioridad del tipo de adsorbente de la invención (ADS 2 y ADS 3) con respecto a un adsorbente estándar (ADS 1) es evidente en la figura 1, dado que se aprecia que, para una concentración dada de oxígeno de salida, el caudal producido de oxígeno es netamente mayor que para un adsorbente clásico (ADS 1) y que además, para un

ES 2 265 558 T3

caudal de producción dado, la concentración de oxígeno producido en el gas de salida es netamente mayor que la de un adsorbente clásico.

5 Además, se constata igualmente un interés en utilizar partículas de adsorbente según la invención de diámetro pequeño, ya que las bolas de 0,7 mm (ADS2) conducen a rendimientos mejores que las de 1,5 mm (ADS3), siendo iguales las demás condiciones.

10 La ganancia de peso esperada para este sistema OBOGS según la invención para pilotos es del orden de 1 kg (10%) con respecto a un adsorbente clásico, siendo iguales todas las demás condiciones.

Ejemplo 2

Sistema concentrador para pasajeros

15 Los rendimientos de un sistema concentrador de oxígeno destinado a abastecer a los pasajeros de un avión han sido esquematizados en la figura 2, que muestra las curvas de concentración de oxígeno (pureza en %) obtenidas en función del caudal de producción (en l/minuto) para un adsorbente según la invención (tamiz propuesto) y, con carácter comparativo, para un adsorbente según la técnica anterior (tamiz estándar), es decir:

20 Concentración de O₂ = f(caudal de producción)

Las condiciones operatorias en las que han sido hechas las medidas son las siguientes:

- 25 - sistema de dos adsorbedores que funcionan de forma alternada,
- presión de adsorción: 3 bares,
- presión de desorción: 0,46 bares,
- 30 - gas de abastecimiento: aire que tiene un contenido de oxígeno de 21%,
- temperatura del gas de abastecimiento: 20°C,
- 35 - tiempo del ciclo: 2 x 5 segundos,
- adsorbente según la invención: igual al ADS2 del ejemplo 1,
- adsorbente según la técnica anterior: igual al ADS1 del ejemplo 1,
- 40 - ciclo: igual al del ejemplo 1 y la figura 3.

45 En este caso, la ganancia de peso esperada para un sistema concentrador, en particular OBOGS, para pasajeros, es de 60 kg (30%) con el adsorbente según la invención, con respecto a un adsorbente clásico, siendo iguales todas las demás condiciones.

45

50

55

60

65

ES 2 265 558 T3

REIVINDICACIONES

1. Sistema de a bordo de un aeronave para la producción de un flujo gaseoso enriquecido en oxígeno a partir de una mezcla gaseosa de oxígeno y nitrógeno, en particular de aire, que comprende al menos un adsorbedor que contiene al menos un adsorbente que permite adsorber al menos una parte de las moléculas de nitrógeno contenidas en la mezcla de oxígeno y nitrógeno del abastecimiento, **caracterizado** porque dicho adsorbente comprende una zeolita de tipo faujasita, que tiene una relación de Si/Al de 1 a 1,50, intercambiada en al menos en 80% con cationes de litio.
2. Sistema según la reivindicación 1, **caracterizado** porque comprende al menos 2 adsorbedores que funcionan de manera alternada.
3. Sistema según una de las reivindicaciones 1 ó 2, **caracterizado** porque el adsorbente es una zeolita de tipo X que tiene una relación de Si/Al de 1 a 1,25, preferentemente del orden de 1.
4. Sistema según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado** porque la zeolita está en forma de partículas, particularmente de bolas, que tienen un tamaño medio inferior a 0,7 mm, preferentemente del orden de 0,5 mm.
5. Sistema según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado** porque la zeolita está intercambiada en 85% a 97% con cationes de litio, preferentemente de 86% a 95%.
6. Sistema según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado** porque comprende medios de compresión que permiten comprimir la mezcla gaseosa que contiene oxígeno y nitrógeno, y medios de distribución que permiten asegurar un abastecimiento alternado de cada adsorbedor con la mezcla gaseosa comprimida abastecida por los medios de compresión.
7. Aeronave equipada con un sistema según una de las reivindicaciones 1 a 6, en particular un avión de línea, particularmente un avión de línea de tipo de gran capacidad y gran radio de acción.
8. Procedimiento para abastecer las vías respiratorias superiores de al menos una persona que se encuentra en un aeronave con un flujo de gas enriquecido en oxígeno, en el que dicho flujo enriquecido en oxígeno es producido según las etapas de:
- a) comprimir una mezcla de oxígeno y nitrógeno de abastecimiento a una presión comprendida entre 1 y 5 bares absolutos,
 - b) abastecer al menos un adsorbedor que contenga al menos un adsorbente que permita adsorber al menos una parte de las moléculas de nitrógeno contenidas en la mezcla de oxígeno y nitrógeno de abastecimiento,
 - c) producir un flujo de gas enriquecido en oxígeno,
 - d) transportar y regular dicho flujo gaseoso enriquecido en oxígeno hasta las vías respiratorias superiores de al menos una persona;
- caracterizado** porque el adsorbente comprende una zeolita de tipo faujasita, que tiene una relación de Si/Al de 1 a 1,50, intercambiada al menos un 80% con cationes de litio.
9. Procedimiento según la reivindicación 8, **caracterizado** porque el flujo enriquecido en oxígeno contiene una proporción de oxígeno superior a la proporción de oxígeno presente en la mezcla de oxígeno y nitrógeno de abastecimiento, preferentemente el flujo enriquecido en oxígeno contiene una proporción en volumen de oxígeno comprendida entre 30% y 95% en volumen.
10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 8 ó 9, **caracterizado** porque la mezcla de oxígeno y nitrógeno de abastecimiento contiene mayoritariamente nitrógeno, preferentemente la mezcla de oxígeno y nitrógeno de abastecimiento es aire.
11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 8 a 10, **caracterizado** porque comprende, además, una etapa de regeneración del adsorbente por disminución de la presión que reina en el adsorbedor hasta una presión baja comprendida entre 0,09 y 1 bar, preferentemente entre 0,1 y 0,9 bares.
12. Procedimiento según una de las reivindicaciones 8 a 11, **caracterizado** porque utiliza 2 ó 3 adsorbedores que funcionan por ciclo de producción.
13. Procedimiento según una de las reivindicaciones 8 a 12, **caracterizado** porque cada adsorbedor es sometido a ciclos de producción que tienen una duración del ciclo inferior a 15 segundos, preferentemente inferior a 10 segundos.
14. Procedimiento según una de las reivindicaciones 8 a 13, **caracterizado** porque el adsorbente es una zeolita de tipo X que tiene una relación de Si/Al de 1 a 1,25, preferentemente del orden de 1.

ES 2 265 558 T3

15. Procedimiento según una de las reivindicaciones 8 a 14, **caracterizado** porque la zeolita está en forma de partículas, particularmente de bolas, que tienen un tamaño medio inferior a 0,7 mm, preferentemente del orden de 0,5 mm.

5 16. Procedimiento según una de las reivindicaciones 8 a 15, **caracterizado** porque la zeolita está intercambiada de 85% a 97% con cationes de litio, preferentemente de 86% a 95%.

10 17. Procedimiento según una de las reivindicaciones 8 a 16, **caracterizado** porque el gas enriquecido en oxígeno así producido es distribuido a las vías respiratorias superiores de al menos un piloto o al menos un pasajero que se encuentra en la aeronave, preferentemente el gas enriquecido en oxígeno así producido es distribuido a las vías respiratorias superiores de al menos un pasajero cuando el avión es sometido a una despresurización de la cabina de pasajeros.

15 18. Procedimiento según una de las reivindicaciones 8 a 17, **caracterizado** porque es utilizado a bordo de un avión de línea, particularmente un avión de línea de tipo de gran capacidad y gran radio de acción.

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

FIGURA 1

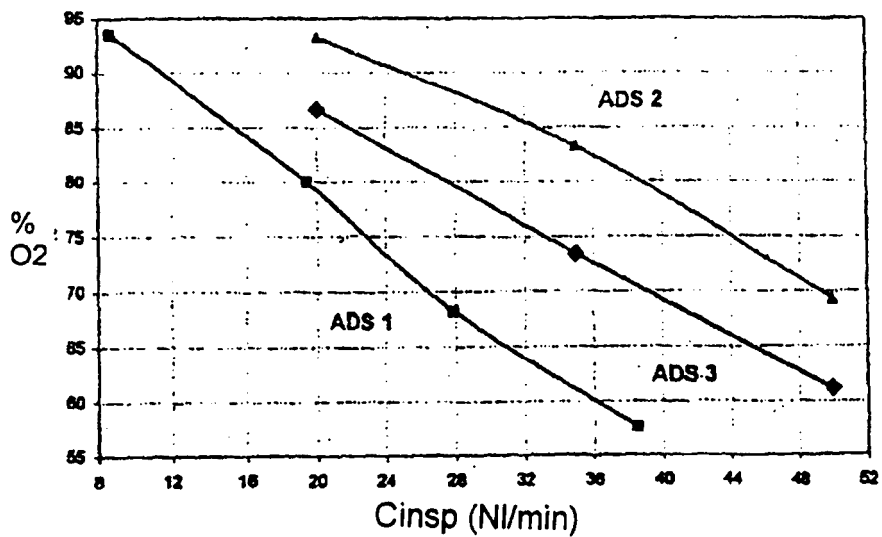


FIGURA 2

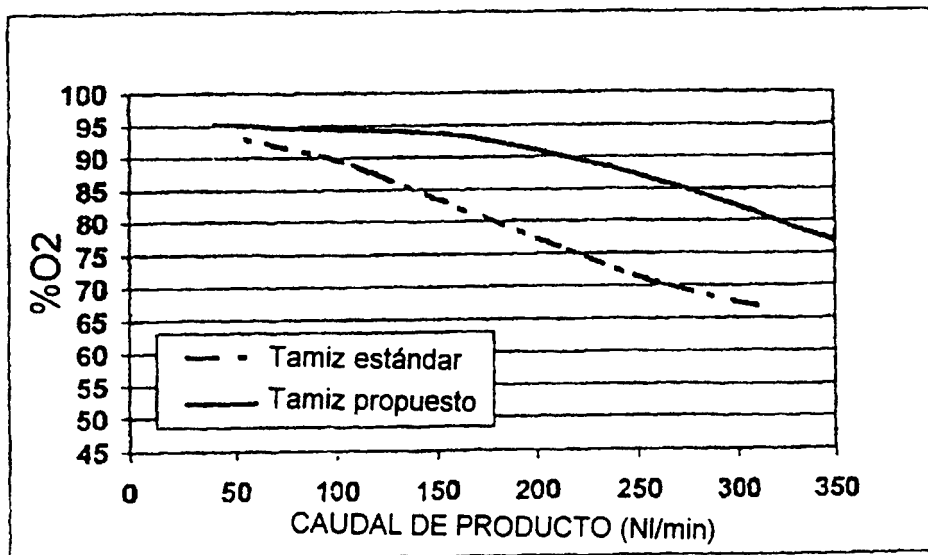


FIGURA 3

