



①9



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

①1 Número de publicación: **2 314 510**

⑤1 Int. Cl.:  
**B64D 13/06** (2006.01)  
**B64D 37/32** (2006.01)

①2

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑨6 Número de solicitud europea: **05007995 .3**  
⑨6 Fecha de presentación : **12.04.2005**  
⑨7 Número de publicación de la solicitud: **1586504**  
⑨7 Fecha de publicación de la solicitud: **19.10.2005**

⑤4 Título: **Sistema para el acondicionamiento de aire.**

③0 Prioridad: **13.04.2004 DE 10 2004 017 879**

④5 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**16.03.2009**

④5 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**16.03.2009**

⑦3 Titular/es: **Liebherr-Aerospace Lindenberg GmbH**  
**Pfanderstrasse 50-52**  
**88161 Lindenberg/Allgäu, DE**

⑦2 Inventor/es: **Haas, Joachim y**  
**Brutscher, Norbert**

⑦4 Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

ES 2 314 510 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 2 314 510 T3

## DESCRIPCIÓN

Sistema para el acondicionamiento de aire.

5 La presente invención se refiere a un sistema y a un procedimiento para el acondicionamiento de aire en un avión, de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 así como de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 13.

Para el funcionamiento de aparatos de generación de oxígeno y nitrógeno en aviones así como de aparatos en aviones con requerimientos similares de suministro de aire se necesita aire comprimido refrigerado.

10 A través del consumo de queroseno durante el vuelo, se llenan los depósitos del avión con una mezcla de vapor de queroseno y aire. En el caso de una composición desfavorable se puede producir una mezcla explosiva, que se enciende por sí misma o a través de la formación de chispas. Para excluir este riesgo, se propone reducir el contenido de oxígeno del aire en el depósito de queroseno. Las investigaciones han mostrado que a través de una reducción del  
15 contenido de oxígeno (normal) del aire en el depósito de queroseno del 20,9% al 12% al 14m5% aproximadamente, se puede evitar de una manera fiable un encendido propio de la mezcla. Además de un contenido reducido de oxígeno, es ventajoso un alto contenido de nitrógeno, para impedir un encendido propio de la mezcla.

Se conoce a partir del documento EP 1 375 349 A1 un aparato para la generación de nitrógeno, que se designa a  
20 continuación como OBIGGS (Sistema de Generación de Gas Inerte de a Bordo). Este sistema utiliza una tecnología de tamiz molecular, con lo que se elimina por filtración la mayor parte del oxígeno. En el lado de salida se obtiene un gas producto con un contenido de oxígeno muy reducido y con un contenido de nitrógeno claramente elevado. Este gas producto se puede introducir ahora en el depósito de queroseno, para excluir el riesgo de un encendido de la mezcla de queroseno y aire. Por lo demás, el gas productos del OBIGGS se puede conducir también, por ejemplo, a  
25 los compartimientos de carga, para reducir al mínimo allí el riesgo de incendio.

El sistema OBIGGS requiere una alimentación de aire comprimido refrigerado de aproximadamente 50°C a 90°C. De acuerdo con la tecnología de filtración utilizada y el tamaño de las instalaciones, la presión de alimentación mínima necesaria es aproximadamente 1,8 bares (rel) o bien 3,1 bares (rel). De acuerdo con el estado de la técnica, la  
30 alimentación del OBIGGS se realiza conduciendo aire comprimido pre-refrigerado (aproximadamente 200°C y aproximadamente 2 bares de presión relativa) desde el sistema de admisión de aire comprimido del avión a través de una válvula de entrada (OSOV) que se puede cerrar hasta un intercambiador de calor OBIGGS especial (OHX) y es refrigerado allí de acuerdo con los requerimientos. El intercambiador de calor OHX se encuentra en un canal de aire de remanso.

35 Un sistema de este tipo conocido anteriormente se deduce a partir de la figura 1. En el sistema OBIGGS se elimina por filtración entonces el oxígeno a través de la técnica de filtro correspondiente, con lo que se obtiene un gas producto con una porción de nitrógeno de > 90%. Éste es conducido entonces, como se ha descrito anteriormente, a los depósitos y/o a los compartimientos de carga. Como se deduce a partir de la figura 1, está previsto un convertidor de ozono, que  
40 está conectado delante del intercambiador de calor OHX. Con la altura de vuelo se incrementa el contenido de ozono del aire ambiental y, por lo tanto, del aire comprimido. El ozono puede perjudicar el modo de actuación de la separación de oxígeno en el sistema OBIGGS. Este efecto perjudicial se puede, aminorar o excluir a través del convertidor de ozono, que reduce el contenido de ozono.

45 Como se deduce, además, a partir de la figura 1, está prevista una válvula OBPV, que está dispuesta en un conducto de derivación, que conecta la entrada del lado de aire comprimido del intercambiador de calor OHX con su salida en el lado de aire comprimido. A través de la apertura de la válvula OBPV se conduce aire comprimido caliente alrededor del intercambiador de calor OHX. De esta manera se puede regular, también a baja temperatura ambiente (temperatura del aire de remanso), una temperatura mínima determinada del aire de alimentación refrigerado. De una  
50 manera alternativa, también es posible una regulación de la temperatura a través de una trampilla o una válvula (no representada) en el canal de aire de remanso, con lo que se reduce la cantidad de aire de remanso.

La mayoría de las veces es necesario que el sistema OBIGGS esté en funcionamiento durante todo el vuelo. Cuando el avión está en tierra, sin embargo, no está presente ninguna presión de remanso, es decir, que el aire de  
55 remanso para la refrigeración del intercambiador de calor OHX debe ser generado de otra manera o bien con medios correspondientes. Esto se puede conseguir, por ejemplo, por medio de un eyector. En este caso, está previsto que el aire de admisión sea conducido a través de la válvula abierta OESOV (ver a figura 1) y sea conducido a una tobera/eyector OEJ. La alta velocidad de salida del aire por la tobera provoca un arrastre del aire ambiental, con lo que se genera una corriente de aire de remanso que sirve para la refrigeración del intercambiador de calor OHX. La cantidad de aire  
60 necesaria para el eyector es aproximadamente 60% de la cantidad de aire de alimentación del sistema OBIGGS.

De una manera alternativa a ello, es posible que el aire de remanso sea generado en tierra por medio de un ventilador en el canal de aire de remanso. A tal fin, es necesaria una alimentación de corriente y una unidad de control, que no se representan en la figura 1.

65 Para un avión con 150 pasajeros aproximadamente son necesarios los siguientes caudales para la alimentación de una instalación OBIGGS:

## ES 2 314 510 T3

Aire comprimido refrigerado de alimentación OBIGGS	aprox. 100 g/s
Aire de remanso	aprox. 150 g/s a 200 g/s
5 Eyector (sólo en el funcionamiento en tierra)	aprox. 60/s

Por lo tanto, para el acondicionamiento de 100 g/s de aire comprimido refrigerado de alimentación OBIGGS son necesarios, en total, aproximadamente 160 g/s de aire comprimido y adicionalmente 200 g/s de aire de remanso aproximadamente.

Como se ha mencionado anteriormente, se conocen también instalaciones OBIGGS, que necesitan una presión de alimentación más elevada de al menos aproximadamente 3,1 bares (rel). Para la compensación de ello, sin embargo, la necesidad de aire comprimido refrigerado de alimentación es solamente 35% aproximadamente. En virtud de la presión elevada y del caudal reducido, esta instalación OBIGGS está constituida más pequeña y más ligera que aquella que trabaja con presiones más reducidas, pero con caudales más elevados.

Un problema en el funcionamiento de tales instalaciones OBIGGS, que necesitan una presión de alimentación más elevada de aproximadamente 3,1 bares (rel), consiste en que el nivel de la alimentación de aire comprimido de aviones es aproximadamente 2 bares (rel) y, por lo tanto, claramente por debajo de los 3,1 bares (rel) necesarios. Para acondicionar aire comprimido refrigerado para este tipo de instalación OBIGGS se necesita, por lo tanto, un compresor. La figura 2 muestra una arquitectura correspondiente, que se conoce de la misma manera a partir del estado de la técnica.

De una manera similar al sistema representado en la figura 1, se alimenta aire comprimido/aire de admisión a través de la válvula OSOV abierta hacia el sistema. El aire comprimido circula, después de pasar por la válvula OSOV, a través de un convertidor de ozono. Para que en la compresión siguiente en el compresor C no se produzcan temperaturas demasiado altas, delante del compresor está conectado un intercambiador de calor (OPHX). Después de pasar por el compresor, se refrigera el aire comprimido en el intercambiador de calor OMXH aproximadamente a 75°C y se conduce a la instalación OBIGGS. Los intercambiadores de calor OPHX y OMXH están refrigerados por medio de aire de remanso, como se representa en la figura 2. En tierra, el aire de remanso es generado por medio de eyector OEJ o soplante. El accionamiento del compresor se realiza por medio de una turbina, en la que se expande el aire comprimido, que se desvía aguas abajo del convertidor de ozono. Con esta finalidad, se abre la válvula OPRV y se conduce aire comprimido a la entrada de la turbina.

De una manera alternativa a ello, el accionamiento del compresor se puede realizar también por medio de un motor eléctrico, como se conoce, por ejemplo, a partir de la publicación de patente U. S. 4.681.602. De esta manera, se ahorra aire comprimido para la turbina. Sin embargo, el motor eléctrico está constituido relativamente pesado y requiere otros componentes como una alimentación de energía (convertidor) y una unidad de control.

Los sistemas conocidos a partir del estado de la técnica según las figuras 1 y 2 están implicados con los siguientes inconvenientes:

### *- Canal de aire de remanso*

Para el aire de remanso del intercambiador de calor OHX (figura 1) o bien OPHX/OMHX (figura 2) es necesario un canal de aire de remanso autónomo, que incluye los orificios correspondientes para entrada y salida en la estructura del avión. De esta manera, se reduce el espacio disponible para carga y se eleva el peso del avión, así como se generan costes adicionales. Este inconveniente se incrementa todavía en el caso de que la instalación OBIGGS deba reequiparse en aviones existentes. A este respecto, son necesarias modificaciones mayores, para integrar un canal de aire de remanso con orificios adicionales nuevos para la entrada y salida posteriormente en la estructura del avión.

### *- Caudal de aire de remanso*

Por razones de costes y de complejidad se prescinde, en general, de una trampilla en la entrada del canal de aire de remanso. De ello se deriva el inconveniente de que en vuelo está presente siempre el máximo caudal del canal de aire de remanso, aunque en determinadas fases del vuelo o a baja temperatura ambiente sería suficiente un caudal reducido de aire de remanso. El caudal de aire de remanso eleva el consumo de queroseno del avión y, por lo tanto, los costes de funcionamiento.

### *- Eyector/soplante*

El funcionamiento OBIGGS es necesario, en general, también en tierra. Puesto que en este estado de funcionamiento, en virtud de la falta de presión dinámica, no está disponible aire de remanso, éste debe ser transportado activamente. A tal fin, o bien debe incorporarse un soplante o, como se muestra en las figuras 1 y 2, un eyector (OEJ y OESOV). Ambas variantes van unidas con costes y con inconvenientes de peso. Por lo demás, con ello resulta una necesidad adicional de aire comprimido para el eyector o bien una necesidad de potencia eléctrica adicional, en el caso de que de forma alternativa se utilice un soplante de aire de remanso.

## - Convertidor de ozono

Los sistemas de acondicionamiento de aire comprimido conocidos anteriormente necesitan la mayoría de las veces un convertidor de ozono. Las pérdidas de presión generadas en este caso deben compensarse con pérdidas de presión menores en los intercambiadores de calor siguientes, para asegurar la misma presión de alimentación para la instalación OBIGGS. De este modo, los intercambiadores de calor están constituidos mayores y más pesados. A ello hay que añadir como otro inconveniente el peso del convertidor de ozono.

## - Disponibilidad de presión durante el descenso

De acuerdo con la potencia requerida del grupo propulsor, están disponibles diferentes presiones en el sistema de admisión de aire del avión. Durante el descenso/vuelo de aproximación de aterrizaje la potencia del grupo propulsor está muy reducida, de donde resultan presiones relativamente bajas. Los tanques de un avión están ventilados de tal forma que resulta en el tanque la misma presión que en el ambiente. Durante el descenso del avión, se incrementa la presión ambiental. Para adaptar la presión del interior de los tanques a la presión ambiental, debe alimentarse en esta fase, la mayoría de las veces, aire a los tanques. Por lo tanto, una instalación OBIGGS debe suministrar en esta fase la cantidad máxima de aire enriquecido con nitrógeno y de esta manera genera también en esta fase los requerimientos máximos planteados al aire comprimido de alimentación OBIGGS. Puesto que la capacidad de potencia de los sistemas descritos en las figuras 1 y 2 depende directamente de la presión del aire de admisión, precisamente en la fase de la demanda máxima está limitada la capacidad de potencia de la instalación de acondicionamiento de aire comprimido OBIGGS. Esto debe compensarse a través de componentes dimensionados correspondientemente mayores, de donde se deducen inconvenientes correspondientes en lo que se refiere al peso, espacio de construcción y costes.

Los inconvenientes descritos anteriormente se aplican de la misma manera para los sistemas del estado de la técnica representados en las figuras 1 y 2.

A partir del sistema representado en la figura 2 se deducen los siguientes inconvenientes adicionales:

Con el sistema descrito en la figura 2 se obtiene, frente al sistema, en primer lugar la ventaja de que se pueden conseguir presiones más elevadas para la alimentación OBIGGS. De esta manera, se reduce claramente la cantidad transportada de aire de alimentación refrigerado y se puede utilizar una instalación OBIGGS más eficiente. Sin embargo, esta ventaja es anulada de nuevo por los siguientes motivos:

- Con el compresor es necesario un componente adicional.
- Es necesario un accionamiento para el compresor, que necesita, en el caso de una turbina, aire comprimido adicional desde el sistema de aire de admisión. Por lo tanto, es necesario aire comprimido para la alimentación OBIGGS propiamente dicha, así como para el accionamiento de la turbina y para el eyector para la generación de aire de remanso, es decir, aire de refrigeración en el funcionamiento en tierra.
- Es necesario un intercambiador de calor adicional (POHX), con los inconvenientes correspondientes con respecto al espacio de construcción y al peso.
- En virtud de la cantidad de aire de alimentación OBIGGS necesaria reducida (a elevada presión de alimentación) se pueden reducir, en principio, los caudales de aire de remando necesarios. Sin embargo, esto se anula a través de la cantidad de aire de remanso, que necesita el OPHX adicional.

Se conoce a partir del documento US 2004/00255 07 A1 un sistema para el acondicionamiento de aire en un avión de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 así como un procedimiento para el acondicionamiento de aire en un avión de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 13.

La presente invención tiene el cometido de preparar un sistema compacto y eficiente para el acondicionamiento de aire en un avión.

Este cometido se soluciona por medio de las características de la reivindicación 1 de la patente.

Las configuraciones ventajosas de la invención son objeto de las reivindicaciones dependientes.

De acuerdo con la invención, está previsto un sistema para el acondicionamiento de aire en un avión con un compresor impulsado con aire en el lado de entrada, con un intercambiador de calor de aire de alimentación conectado a continuación del compresor, que es impulsado en el lado de aire comprimido en el lado de entrada con aire comprimido en el compresor y que está en comunicación en el lado del aire comprimido en el lado de salida con un sistema o aparato, que debe ser alimentado con aire comprimido, así como con una turbina, que es impulsada en el lado de entrada con aire comprimido desde una alimentación de aire comprimido separada de la alimentación de aire del compresor y que está en comunicación en el lado de salida con la entrada del lado de baja presión del intercambiador de calor de aire de alimentación y que está en comunicación con el compresor, de tal forma que el compresor puede ser accionado por medio de la turbina.

## ES 2 314 510 T3

Un sistema de este tipo para el acondicionamiento de aire presenta la ventaja de que para la refrigeración del aire de alimentación no se necesita aire de remanso, con lo que se puede suprimir un canal de aire de remanso, previsto propiamente de acuerdo con el estado de la técnica, con orificios correspondientes en la estructura del avión. Esto es especialmente ventajoso en el caso de que la instalación OBIGGS sea reequipada en tipos de aviones existentes. Se ahorra el peso y el espacio de construcción del canal de aire de remanso y se evita adicionalmente la elevación de la resistencia de vuelo en virtud del caudal de aire de remanso. A través de la independencia de un canal de aire de remanso se puede seleccionar de forma más flexible también el lugar de montaje para el sistema.

Otra ventaja del sistema de acuerdo con la invención consiste en que no se necesita ningún eyector o soplante de aire de remanso para la generación de aire de remanso en el funcionamiento en tierra. De esta manera se ahorran componentes (válvula del eyector, eyector y conductos o soplante y alimentación de corriente con activación) y se reduce la necesidad de aire comprimido o de potencia eléctrica. El ahorro de aire comprimido y de potencia eléctrica es especialmente ventajoso, puesto que en tierra, cuando los grupos propulsores están todavía desconectados, el aire de admisión y la potencia eléctrica son generados por un propulsor adicional, que solamente puede generar aproximadamente el 90% de la cantidad normal de aire de admisión. El aire de admisión y la potencia eléctrica solamente están disponibles en una medida limitada especialmente en el funcionamiento en tierra.

En oposición al sistema representado en la figura 1, conocido a partir del estado de la técnica, el sistema de acuerdo con la invención puede conseguir también presiones de alimentación altas de aproximadamente 3,1 bares (rel). Como se ha descrito anteriormente, a presiones elevadas son suficientes cantidades de aire de alimentación OBIGGS (corriente de masas) claramente reducidas (aproximadamente 35%). En virtud del caudal reducido y al mismo tiempo de la presión elevada, la corriente volumétrica que debe transportarse al OBIGGS es sólo del 20% en comparación con el sistema del estado de la técnica representado en la figura 1. El tamaño de construcción de los componentes como intercambiadores de calor y compresor es esencialmente una función de la corriente volumétrica. Estos componentes están constituidos, por lo tanto, esencialmente menores y más ligeros. El sistema de acuerdo con la invención se puede construir muy compacto con dimensiones exteriores mínimas.

En otra configuración de la invención, está previsto que el compresor sea impulsado en el lado de entrada con aire desde un espacio presurizado, con preferencia con aire de la cabina. En esta configuración de la invención se puede utilizar también aire de otros espacios presurizados de un avión. Habitualmente se alimenta aire fresco desde el sistema de aire de admisión a través de la instalación de climatización del avión a la cabinas. En este caso, delante de la instalación de climatización está conectado, en general, un convertidor de ozono. El aire de la cabina está ya, por lo tanto, filtrado de ozono. El sistema de acuerdo con la invención aspira, en esta forma de realización, aire de alimentación OBIGGS por medio del compresor desde la cabina. De esta manera, se puede suprimir el convertidor de ozono. Además de la reducción de peso y de costes, se reducen de este modo también las pérdidas de presión y, por lo tanto, la potencia necesaria del compresor/la elevación de la presión. De ello se deducen ventajas secundarias, como necesidad de presión reducida en la unidad de turbinas así como intercambiadores de calor más pequeños en virtud de la temperatura reducida de salida del compresor.

Como se ha indicado anteriormente, durante el descenso del avión desde la altura de vuelo de crucero o bien en el vuelo de aproximación de aterrizaje se reduce claramente la potencia de los grupos propulsores y, por lo tanto, la presión de alimentación en el sistema de aire de admisión. Sin embargo, al mismo tiempo esta fase de vuelo requiere caudales máximos desde la instalación OBIGGS y, por lo tanto, también desde la alimentación de aire comprimido OBIGGS. En virtud del hecho de que el sistema de acuerdo con la invención aspira aire desde la cabina, en esta configuración preferida de la invención, cuya presión está por encima de la presión ambiental, el sistema de acuerdo con la invención puede suministrar en vuelo también a presión reducida del aire de admisión, aire de alimentación suficientemente comprimido y refrigerado.

En otra configuración de la presente invención está previsto que la turbina sea impulsada en el lado de entrada con aire de admisión desde los grupos propulsores o desde un agregado auxiliar del avión.

Para la refrigeración del aire comprimido alimentado a la turbina, delante de la turbina de acuerdo con la presente invención está conectado, en el lado del aire comprimido, un intercambiador de calor de aire comprimido. Éste está conectado en el lado de baja presión a continuación del intercambiador de calor de aire de alimentación, de manera que el aire de salida de las turbinas circula en primer lugar a través del intercambiador de calor de aire de alimentación y a continuación a través del intercambiador de calor de aire comprimido. La refrigeración previa del aire comprimido alimentado a la turbina reduce la temperatura de salida de la turbina y, por lo tanto, la temperatura de salida del lado de aire comprimido del intercambiador de calor de aire de alimentación.

En otra configuración de la invención, está previsto que el intercambiador de calor de aire comprimido forma una unidad de construcción con el intercambiador de calor de alimentación y esté separado de éste en el lado de aire comprimido. De una manera alternativa a ello, está previsto que los intercambiadores de calor estén separados mecánicamente y en el lado de aire comprimido.

De acuerdo con la presente invención, está previsto un conducto de derivación que se puede cerrar por medio de una válvula, que conecta la entrada del lado de aire comprimido del intercambiador de calor de aire comprimido con su

## ES 2 314 510 T3

salida en el lado de aire comprimido. De esta manera se puede ajustar, a temperatura reducida del aire comprimido del sistema de aire de admisión, una temperatura mínima determinada del aire comprimido refrigerado de alimentación.

De una manera alternativa o adicional, está previsto un conducto de derivación que se puede cerrar por medio de una válvula, que conecta la entrada del lado de aire comprimido del intercambiador de calor de aire de alimentación con su salida en el lado de aire comprimido. Una forma de realización de este tipo sirve también para la regulación de la temperatura del aire de alimentación, que debe alimentarse al sistema o bien al aparato conectado en el lado de aire comprimido a continuación del intercambiador de calor de aire de alimentación.

Además, puede estar previsto que el compresor esté realizado de una o de varias fases y/o que estén previstos uno o varios compresores.

El aire de salida del lado de baja presión de o de los intercambiadores de calor se puede descargar por medio de un conducto al medio ambiente o se puede introducir en el canal de aire de remanso de una instalación de climatización del avión.

En otra configuración de la invención, está prevista una válvula, por medio de la cual se puede modificar o bloquear la corriente de aire comprimido alimentada a la turbina. En determinadas fases de vuelo, como el arranque, pueden aparecer presiones relativamente altas en el sistema de aire de admisión. Esto conduce a una potencia alta de las turbinas y, por lo tanto, también a una potencia alta de los compresores. Para impedir en este caso temperaturas extremas en la salida del compresor, se puede limitar la presión del aire comprimido alimentado a la turbina a través del cierre parcial de esta válvula.

En otra configuración de la invención, está prevista una válvula, por medio de la cual se puede modificar o bloquear la corriente de aire alimentada al compresor.

En una configuración preferida de la invención, los compresores y la turbina forman una instalación de árbol con árbol común. Esta máquina de dos ruedas puede estar equipada con un motor, que está conectado a través del árbol con el compresor y la turbina. En el caso de presiones especialmente reducidas del aire de admisión se puede compensar de esta manera la potencia demasiado reducida del árbol de la turbina.

Además, puede estar previsto que la instalación de árbol y el o los intercambiadores de calor formen una unidad mecánica común o de una manera alternativa a ello estén separados mecánicamente unos de otros.

La invención se refiere, además, a un procedimiento para el acondicionamiento de aire en un avión de acuerdo con la reivindicación 13 de la patente.

Las configuraciones ventajosas de la invención son objeto de las reivindicaciones dependientes.

Otros detalles y ventajas se explican en particular con la ayuda de un ejemplo de realización representado en el dibujo. En este caso:

La figura 1 muestra un sistema de acondicionamiento de aire comprimido de acuerdo con el estado de la técnica.

La figura 2 muestra un sistema de acondicionamiento de aire comprimido de acuerdo con el estado de la técnica en otra forma de realización.

La figura 3 muestra un sistema de acondicionamiento de aire comprimido de acuerdo con la invención sin canal de aire de remanso con regulación de la temperatura OBPV.

La figura 4 muestra un sistema de acondicionamiento de aire comprimido de acuerdo con la invención sin canal de aire de remanso con regulación de la temperatura TBPV.

La figura 5 muestra presiones como función de la altura de vuelo.

La figura 6 muestra un sistema de acondicionamiento de aire comprimido de acuerdo con la invención sin canal de aire de remanso con turbina de refrigeración de dos ruedas accionada con motor.

El sistema de acondicionamiento de aire comprimido de acuerdo con la figura 3 presenta los siguientes componentes:

Está prevista una turbina de refrigeración de dos ruedas con un compresor C y una turbina T. Además, está previsto un conducto, que conduce desde la cabina presurizada hacia la entrada del compresor y que se puede cerrar por medio de la válvula OSOV. El intercambiador de calor OHX de aire de alimentación está conectado en el lado de aire comprimido en el lado de entrada con el compresor y en el lado de aire comprimido en el lado de salida con la instalación OBIGGS a alimentar. Por lo demás, está previsto un conducto, que conduce desde el sistema de aire de admisión hacia la entrada del lado de aire comprimido del intercambiador de calor THX, pudiendo cerrarse este conducto por medio de la válvula TIV. Otro conducto conecta la salida del lado de aire comprimido del intercambiador

## ES 2 314 510 T3

de calor THX con la entrada de la turbina. Por lo demás, está previsto un conducto, que conecta la entrada del lado de aire comprimido del intercambiador de calor OHX con la salida del lado de aire comprimido del intercambiador de calor OHX y que se puede cerrar por medio de la válvula OBPV. Por último, está previsto un conducto, que conecta la salida de la turbina T con la entrada del lado de baja presión del intercambiador de calor OHX de aire de alimentación.

El intercambiador de calor de aire comprimido THX está conectado en el lado de baja presión a continuación del intercambiador de calor OHX de aire de alimentación y puede formar con el intercambiador de calor OHX de aire de alimentación una unidad común de intercambio de calor, pero separada en el lado de aire comprimido. Un conducto desde la salida del lado de baja presión del intercambiador de calor THX de aire comprimido conduce al medio ambiente o al canal de salida de aire de remanso de una instalación de climatización del avión.

El sistema de conducción, que comprende la turbina T, está separado del sistema de conducto que comprende el compresor C. El componente que está presente en ambos sistemas es el intercambiador de calor OHX de aire de alimentación, que es atravesado en el lado de la presión por aire comprimido en el compresor y en el lado de baja presión es atravesado por el aire de salida de la turbina.

El modo de funcionamiento del sistema representado en la figura 3 se configura de la siguiente manera:

Se aspira aire de la cabina a aproximadamente 25°C y 1 bar desde el compresor C y se comprime aproximadamente a 3,1 bares (rel) (funcionamiento en tierra). En el lado de salida del compresor se encuentra, por lo tanto, una presión de aproximadamente 4,1 bares (absolutos). A continuación se refrigera el aire en el intercambiador de calor OHX de aire de alimentación aproximadamente a 75°C y a continuación se alimenta a la instalación OBIGGS o a otra instalación con requerimientos similares de alimentación de aire. La extracción del aire de la cabina se puede realizar, por ejemplo, en la zona de entrada de las trampillas y válvulas de salida de la regulación de la presión de la cabina. La cantidad de aire necesaria es aproximadamente 3% de la cantidad de aire fresco alimentada continuamente a la cabina. De ello se deduce que la influencia sobre la regulación de la presión de la cabina y la fuga de la cabina es insignificamente pequeña.

Se conduce aire comprimido/aire de admisión de aproximadamente 200°C y 2 bares (rel) al intercambiador de calor de aire comprimido THX y se refrigera aproximadamente a 150°C. A continuación se expande este aire en la turbina T y se refrigera en este caso aproximadamente a 50°C. Este nivel de temperatura es suficiente para refrigerar en el intercambiador de calor OHX de aire de alimentación siguiente el aire de salida del compresor desde aproximadamente 210°C (CDS) hasta aproximadamente 75°C (TEMP). En la salida del lado de baja presión del intercambiador de calor OHX de aire de alimentación se obtiene una temperatura de aproximadamente 120°C, que es suficiente para refrigerar, en el intercambiador de calor THX de aire comprimido siguiente, el aire comprimido desde el sistema de aire de admisión de aproximadamente 200°C hasta aproximadamente 150°C. El aire de salida del lado de baja presión del intercambiador de calor THX de aire comprimido es conducido finalmente, por ejemplo, a través del canal de salida de aire de remanso presente de todos modos de la instalación de climatización del avión hacia el medio ambiente. La potencia descendente del árbol de la turbina T se utiliza para el accionamiento del compresor C.

El caudal de la turbina es aproximadamente el doble de la cantidad de aire de alimentación OBIGGS requerida.

Como se deduce a partir de la figura 3, está previsto un conducto de derivación, que conecta la entrada del lado de aire comprimido con la salida del lado de aire comprimido del intercambiador de calor OHX de aire de alimentación. En este conducto está prevista una válvula OBPV. A través de la apertura de esta válvula se conduce aire caliente comprimido en el compresor C alrededor del intercambiador de calor OHX. De esta manera se puede regular, también a baja temperatura de salida de la turbina (en virtud de la temperatura reducida del aire comprimido desde el sistema de aire de admisión), una temperatura mínima determinada TEMP del aire comprimido de alimentación OBIGGS refrigerado.

A partir de la figura 4 se deduce un método alternativo para la regulación de la temperatura del aire de alimentación OBIGGS. Por aire de alimentación OBIGGS se entiende el aire de salida del lado de aire comprimido del intercambiador de calor OHX de aire de alimentación. En este método alternativo para la regulación de la temperatura, se conecta la entrada del lado de aire comprimido del intercambiador de calor THX de aire comprimido con la salida del lado de aire comprimido de este intercambiador de calor, como se deduce a partir de la figura 4. Este conducto de derivación se puede cerrar por medio de la válvula TBPV. A través de la apertura de esta válvula se conduce aire comprimido caliente alrededor del intercambiador de calor THX de aire comprimido. De esta manera, se obtiene una temperatura elevada de entrada de la turbina o bien una temperatura elevada de salida de la turbina y en último término una temperatura elevada TEMP del aire de alimentación OBIGGS.

El método explicado con relación a la figura 4 por medio de la válvula TBPV tiene, frente al método de regulación de la temperatura según la figura 3 con la válvula OBPV, la ventaja de que, a temperatura reducida del aire de admisión, es decir, a temperatura reducida de entrada en el lado de aire comprimido del intercambiador de calor THX, se precalienta menos fuertemente el aire de admisión alimentado a la turbina T en el intercambiador de calor THX de aire comprimido. De esta manera, la potencia de presión existente en la entrada de la turbina es más alta, con lo que se obtiene una necesidad de presión más reducida para la turbina T. Cuanto más alta es la temperatura en la entrada de la turbina, tanto más reducida es la presión requerida en la entrada de la turbina para la consecución de la misma potencia del árbol. Esto es especialmente ventajoso durante la fase de descenso del avión, puesto que aquí pueden

## ES 2 314 510 T3

aparecer temperaturas y presiones reducidas del aire de admisión, lo que es atribuible a la potencia reducida del grupo propulsor.

En determinadas fases de vuelo, como en el arranque, pueden aparecer presiones relativamente altas en el sistema de aire de admisión. Esto conduce a la potencia elevada de la turbina y, por lo tanto, del compresor. Para evitar aquí temperaturas extremas (CDS) en la salida del compresor, se puede limitar la presión del aire comprimido alimentado a la turbina T a través del cierre parcial de la válvula TIV.

Para la supervisión de la regulación, el sistema de acuerdo con la invención está conectado con una unidad de control.

A medida que aumenta la altura de vuelo, se reduce claramente la presión ambiental, como se deduce a partir de la figura 5. Sin embargo, la presión de la cabina se reduce claramente menos. A una presión ambiental de aproximadamente 200 hPa a una altura de vuelo de 38.000 pies, la presión de la cabina debe ser siempre todavía 800 hPa. Los requerimientos de presión para el aire de alimentación OBIGGS son relativos a la presión ambiental. Puesto que el compresor C aspira aire desde la cabina, en un ejemplo de realización ventajoso de la invención, se reduce la potencia requerida del compresor de una manera correspondiente a medida que aumenta la altura de vuelo, puesto que se reduce la diferencia de presión entre el aire de alimentación OBIGGS y el aire de la cabina. En paralelo con ello, se reduce también la demanda de aire comprimido de la turbina para el accionamiento del compresor.

Mientras que en tierra el compresor proporciona una elevación de la presión en torno a 3,1 bares, a una altura de vuelo de 40.000 pies solamente es necesaria una elevación de la presión en torno a 2,5 bares, como se deduce a modo de ejemplo a partir de la figura 5. Con la potencia necesaria reducida del compresor se reduce también la temperatura de salida del compresor y, por lo tanto, la temperatura de salida en el lado de aire comprimido del intercambiador de calor OHX de aire de alimentación desde aproximadamente 75°C hasta aproximadamente 50°C. De esta manera, resulta que en vuelo está presente una cierta reserva de potencia con relación a la temperatura de alimentación.

En otra configuración de la invención, la máquina de dos ruedas con compresor C y turbina T puede presentar adicionalmente un motor M, que está conectado por medio de un árbol con el compresor C y la turbina T, como se deduce a partir de la figura 6. En el caso de presión del aire de admisión especialmente reducida, se puede compensar, por lo tanto, la potencia demasiado reducida del árbol de la turbina, es decir, que se puede complementar la potencia de la turbina a través de la potencia correspondiente del motor.

En resumen, resulta que la necesidad de aire se puede reducir en torno al 60% - 65% a través del sistema de acuerdo con la invención.



## REIVINDICACIONES

1. Sistema para el acondicionamiento de aire en un avión con un compresor (C) impulsado con aire en el lado de entrada, con un intercambiador de calor (OHX) de aire de alimentación conectado a continuación del compresor (C), que es impulsado en el lado de aire comprimido en el lado de entrada con aire comprimido en el compresor (C) y que está en comunicación en el lado del aire comprimido en el lado de salida con un Sistema de Generación de Gas Inerte de a Bordo (OBIGGS), que debe ser alimentado con aire comprimido, así como con una turbina (T), que es impulsada en el lado de entrada con aire comprimido desde una alimentación de aire comprimido separada de la alimentación de aire del compresor (C) y que está en comunicación en el lado de salida con la entrada del lado de baja presión del intercambiador de calor (OHX) de aire de alimentación y que está en comunicación con el compresor (C) de tal forma que el compresor (C) puede ser accionado por medio de la turbina (T), **caracterizado** porque delante de la turbina (T) está conectado un intercambiador de calor (THX) de aire comprimido, en el que el intercambiador de calor (THX) de aire comprimido esté conectado en el lado de baja presión detrás del intercambiador de calor (OHX) de aire de alimentación y a continuación el intercambiador de calor (THX) de aire comprimido es atravesado por la corriente, y porque esté previsto un conducto de derivación que se puede cerrar por medio de una válvula (TBPV), que conecta la entrada del lado de aire comprimido del intercambiador de calor (THX) de aire comprimido con su salida en el lado de aire comprimido y/o porque está previsto un conducto de derivación que se puede cerrar por medio de una válvula (OBPV), que conecta la entrada del lado de aire comprimido del intercambiador de calor (OHX) de aire de alimentación con su salida en el lado de aire comprimido.

2. Sistema de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque el compresor (C) es impulsado en el lado de entrada con aire desde un espacio presurizado de un avión, con preferencia con aire de salida de la cabina.

3. Sistema de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque el aire comprimido alimentado a la turbina (T) es aire tomado de los grupos propulsores o de un agregado auxiliar del avión.

4. Sistema de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el intercambiador de calor (THX) de aire comprimido forma con el intercambiador de calor (OHX) de aire de alimentación una unidad mecánica y está separado de aquél en el lado de aire comprimido.

5. Sistema de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado** porque el intercambiador de calor (OHX) de aire de alimentación (OHX) y el intercambiador de calor (THX) de aire comprimido están separados mecánicamente y en el lado de aire comprimido.

6. Sistema de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el compresor está realizado de una o varias fases y/o porque están previstos uno o varios compresores.

7. Sistema de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque está previsto un conducto, por medio del cual se puede descargar el aire de salida del lado de baja presión del o de los intercambiadores de calor (OHX, THX) al medio ambiente o se puede introducir en un canal de aire de remanso de una instalación de climatización del avión.

8. Sistema de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque está prevista una válvula (TIV), por medio de la cual se puede modificar o bloquear la corriente de aire comprimido alimentada a la turbina (T).

9. Sistema de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque está prevista una válvula (OSOV), por medio de la cual se pueden modificar o bloquear la corriente de aire alimentada al compresor (C).

10. Sistema de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el compresor (C) y la turbina (T) forman una instalación de árbol con árbol común.

11. Sistema de acuerdo con la reivindicación 10, **caracterizado** porque la instalación de árbol presenta un motor de accionamiento (M) para el accionamiento del compresor (C).

12. Sistema de acuerdo con la reivindicación 10 u 11, **caracterizado** porque la instalación de árbol y el o los intercambiadores de calor (OHX; THX) forman una unidad mecánica común o están separados mecánicamente.

13. Procedimiento para el acondicionamiento de aire en un avión, en el que se comprime aire en un compresor (C), el aire comprimido es refrigerado en el lado de aire comprimido de un intercambiador de calor (OHX) de aire de alimentación y a continuación es alimentado a un Sistema de Generación de Gas Inerte de a Bordo (OBIGGS), que debe ser alimentado con aire comprimido, en el que la refrigeración del aire comprimido en el compresor (C) se realiza por medio de aire que es alimentado a una turbina (T) por medio de una alimentación de aire comprimido, separada de la alimentación de aire del compresor (C), es expandido en esta turbina y es alimentado al lado de baja presión del intercambiador de calor (OHX) de aire de alimentación, en el que la potencia de la turbina que cae durante la expansión del aire comprimido es utilizada, al menos en parte, para el accionamiento del compresor (C), **caracterizado** porque el aire comprimido alimentado a la turbina (T) es refrigerado antes de la entrada en la turbina (T) en un intercambiador de calor (THX) de aire comprimido, en el que el aire de salida de la turbina para la refrigeración del

## ES 2 314 510 T3

aire comprimido en el compresor (C) es conducido en primer lugar a través del intercambiador de calor (OHX) de aire de alimentación y a continuación es conducido para la refrigeración del aire comprimido, alimentado a la turbina (T), a través del intercambiador de calor (TXH) de aire comprimido, y porque está previsto un modo de funcionamiento para garantizar una temperatura mínima del aire comprimido alimentado al Sistema (OBIGGS) o aparato, en el que el  
5 aire comprimido en un compresor (C) es conducido, eludiendo al menos en parte el intercambiador de calor (OHX) de aire de alimentación, desde el lado de entrada del lado de aire comprimido hacia el lado de salida del lado de aire comprimido del intercambiador de calor (OHX) de aire de alimentación y/o porque está previsto un modo de funcionamiento para la elevación de la temperatura de entrada de la turbina, en el que el aire comprimido, eludiendo  
10 al menos en parte el intercambiador de calor (THX) de aire comprimido, es conducido desde el lado de entrada del lado de aire comprimido hacia el lado de salida del lado de aire comprimido del intercambiador de calor (THX) de aire comprimido.

14. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 13, **caracterizado** porque en el compresor (C) se comprime  
15 aire de salida de la cabina.

15. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 13 ó 14, **caracterizado** porque se conduce a la turbina (T) aire comprimido refrigerado o no refrigerado desde un grupo propulsor o agregado auxiliar.

16. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el aire de salida  
20 del lado de baja presión del o de los intercambiadores de calor es cedido al medio ambiente o es introducido en el canal de aire de remanso de una instalación de climatización del avión.

17. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el compresor (C)  
25 es accionado adicionalmente con motor a la presión reducida del aire comprimido alimentado a la turbina (T).

18. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque está previsto un  
modo de funcionamiento para la limitación de la presión de entrada de la turbina, en el que es relimita la corriente de  
aire comprimido alimentada a la turbina (T).

30

35

40

45

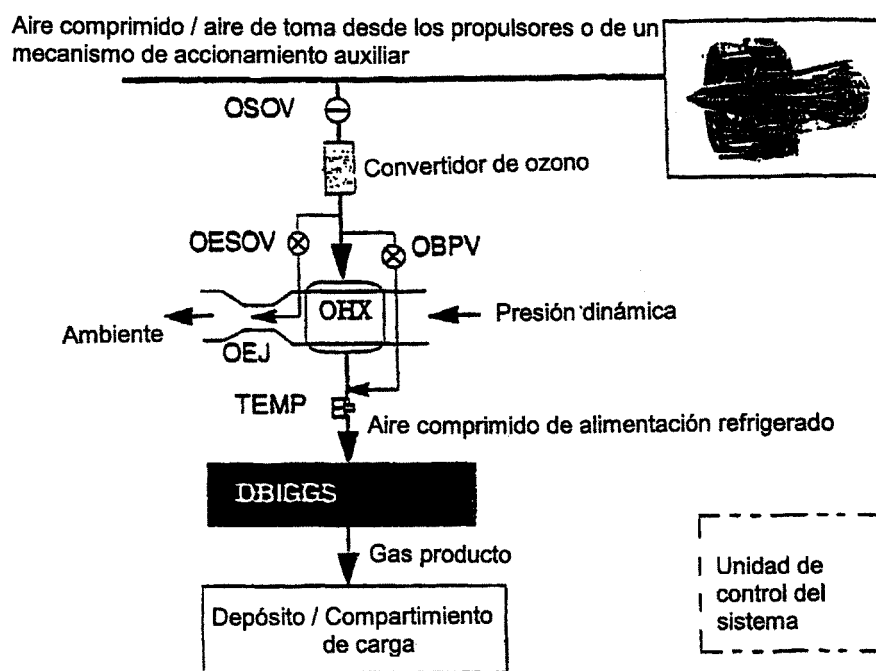
50

55

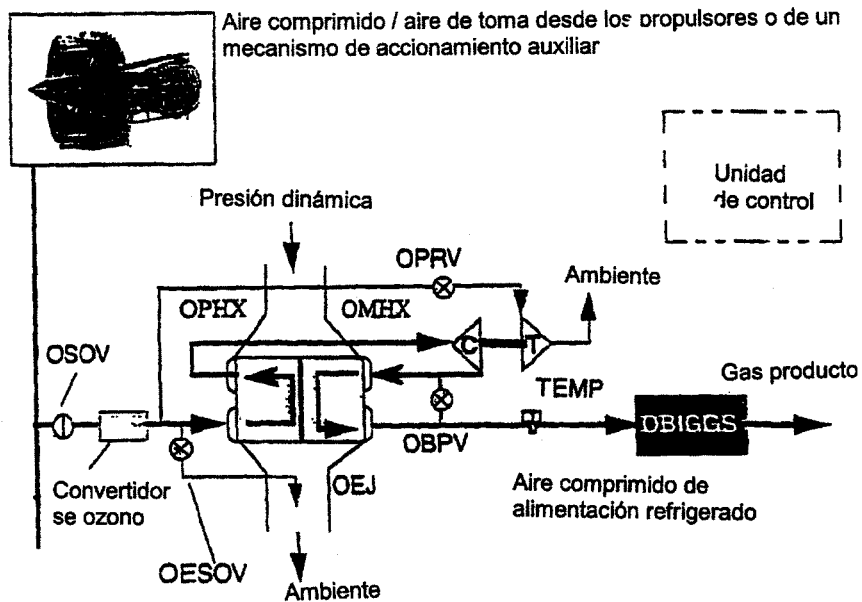
60

65

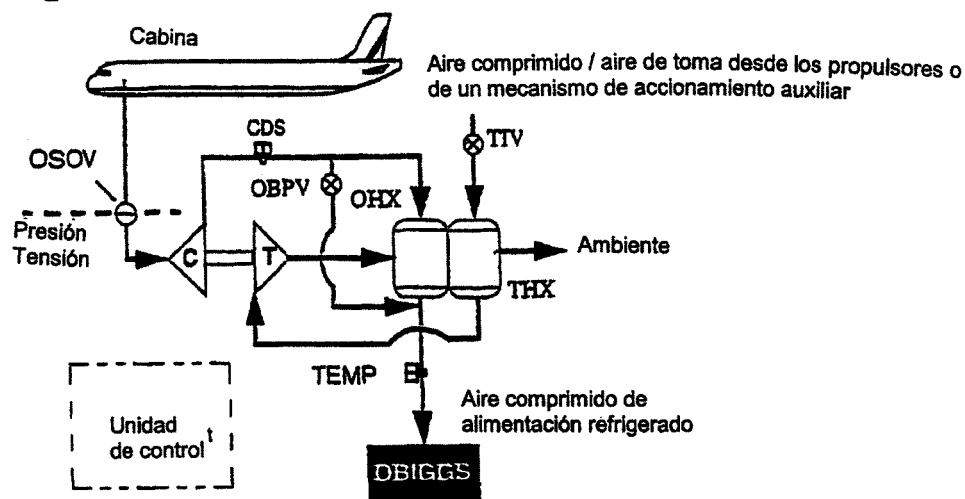
Fig. 1



**Fig. 2**



**Fig. 3**



**Fig. 4**

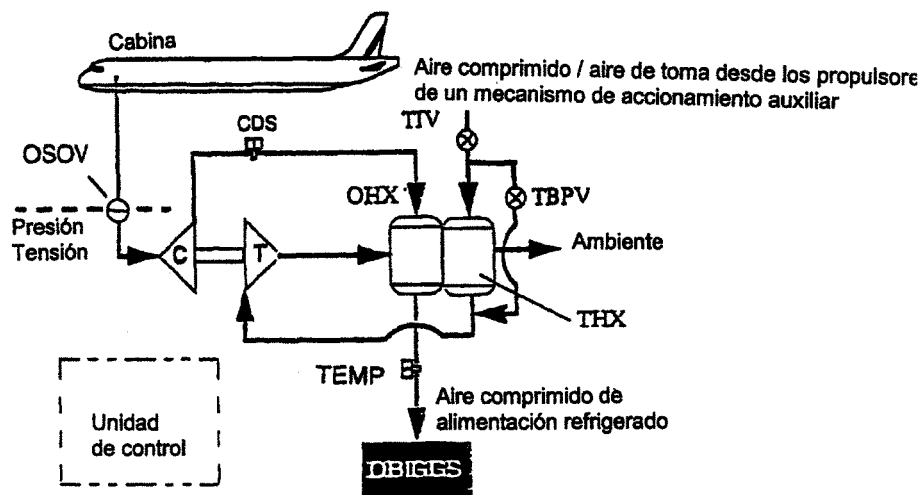


Fig. 5

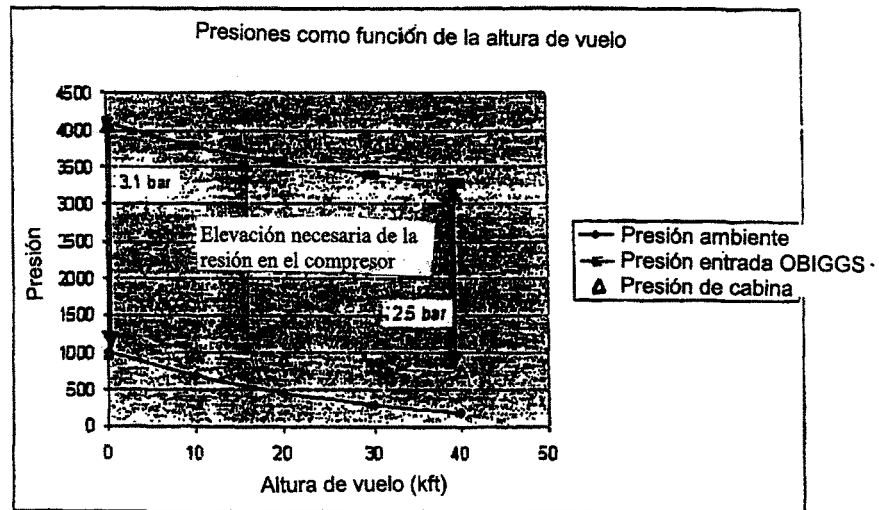


Fig. 6

