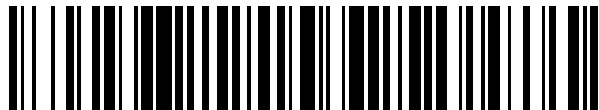


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 728 974**

51 Int. Cl.:

**A62B 7/14** (2006.01)

**A61M 16/10** (2006.01)

**A61K 33/00** (2006.01)

**B64D 25/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.12.2015 PCT/EP2015/080770**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.06.2016 WO16102450**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.12.2015 E 15817829 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.02.2019 EP 3237076**

54 Título: **Mezcla de gases, así como su uso para la respiración temporal de personas en caso de caídas de presión en aviones y procedimientos para este fin**

30 Prioridad:

**24.12.2014 CH 20282014**

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

**29.10.2019**

73 Titular/es:

**CAELI NOVA AG (100.0%)  
Schindellegistrasse 3  
8808 Pfäffikon SZ, CH**

72 Inventor/es:

**STUDER, MARC**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

**Observaciones:**

**Véase nota informativa (Remarks, Remarques o Bemerkungen) en el folleto original publicado por la Oficina Europea de Patentes**

ES 2 728 974 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

Mezcla de gases, así como su uso para la respiración temporal de personas en caso de caídas de presión en aviones y procedimientos para este fin

5 La invención se refiere a una mezcla de gases como producto, así como al uso de esta mezcla de gases para la respiración temporal de personas a altitudes de alta densidad. Además, la invención se refiere a un procedimiento para poner a disposición la mezcla de gases para la respiración. En particular, se trata del uso de una mezcla de gases determinada como producto para la respiración en caso de caídas de presión en aviones para garantizar una saturación de oxígeno suficiente de los pasajeros, así como para proporcionar soporte en el caso de respiración espontánea insuficiente o ausente o hiperventilación.

10 Es característico del cuerpo humano, dependiendo de la edad, situación y cuadro clínico, un valor de saturación de oxígeno típico. Este indica la proporción de hemoglobina cargada con O<sub>2</sub> en la sangre, que proporciona información sobre la eficiencia de la respiración y del transporte de O<sub>2</sub> en el cuerpo. La saturación insuficiente de oxígeno resulta o es debida a una presión parcial del oxígeno demasiado baja para las personas en el entorno (aproximadamente a una altitud superior a 10.000 pies o 3048 m) y/o como consecuencia de trastornos de la salud. Por tanto, también varían las medidas de tratamiento. En principio, se diferencia en la respiración entre una respiración asistida y una respiración (obligatoria) controlada. A este respecto, en el caso de la respiración asistida actúa un aparato de respiración simplemente como soporte debido a la insuficiente respiración espontánea. El paciente respira por sí mismo y controla la frecuencia respiratoria. Por el contrario, en el caso de la respiración controlada, el aparato de respiración sustituye completamente la función respiratoria endógena. Se puede ajustar la concentración de O<sub>2</sub> del aire artificialmente suministrado dependiendo de la necesidad entre una concentración normal de 21 % hasta 100 % en la mezcla de gases. Con FiO<sub>2</sub> (fracción de oxígeno inspirado) se designa la proporción de oxígeno inspiratoria. Se sabe que administrar una FiO<sub>2</sub> de más de 0,5 (corresponde a la proporción de oxígeno de 50 % en el aire respiratorio) durante más tiempo repercute perjudicialmente. El oxígeno es concretamente un oxidante fuerte que, además de la hemoglobina, también oxida otras sustancias que se encuentran en la sangre. Sin embargo, las enzimas en el cuerpo invierten este proceso de oxidación. Por el contrario, si un cuerpo se suministra más allá de durante una determinada duración con oxígeno puro, la denominada metahemoglobina reductasa puede ya no reparar estos daños dada la elevada oxidación de hemoglobina y otras proteínas. Los radicales de oxígeno liberados conducen, después del agotamiento del sistema anti-oxidación endógeno, a un envenenamiento por oxígeno con sintomatología en el sistema nervioso central, en los pulmones y en los ojos. No obstante, los pacientes en estado potencialmente mortal se ventilan, cuando todavía es solo temporal, con oxígeno puro, es decir con FiO<sub>2</sub>=1. También en la preoxigenación, el enriquecimiento preventivo de depósito de oxígeno de los pulmones, por ejemplo antes de la inducción de anestesia, el paciente se suministra con 100 % de oxígeno, para lavar el nitrógeno que se encuentra en el aire respiratorio de las vías respiratorias. También se ventilan con oxígeno puro la tripulación y los pasajeros en caso de una caída de presión en la cabina. Aquí predomina el argumento de que en el tejido corporal eventualmente ya suministrado insuficientemente debe ser introducida una gran cantidad oxígeno tan rápidamente como sea posible. Los eventuales efectos secundarios son, por tanto, suprimidos o aceptados.

40 No obstante, los riesgos de la respiración no se atribuyen únicamente a las propiedades del oxígeno. También desempeña una función esencial la concentración de CO<sub>2</sub> en la sangre (arterial). El control y la regulación de la respiración se realizan predominantemente mediante quimiorreceptores o quimiosensores que son sensibles a la presión parcial del CO<sub>2</sub> (los receptores sensibles al oxígeno u otros receptores desempeñan una función menos importante). El nivel de CO<sub>2</sub> en sangre es, por tanto, un estímulo vegetativo para la regulación de la respiración. Si el contenido de CO<sub>2</sub> en sangre supera un valor umbral característico, comienza el estímulo respiratorio. Por el contrario, en caso de hiperventilación y la reducción concomitante de la presión parcial del CO<sub>2</sub> en sangre (hipocapnia), se limita de forma refleja la respiración. Para suprimir el reflejo respiratorio, por tanto, los buceadores inexpertos hiperventilan frecuentemente sin pensar para exhalar el CO<sub>2</sub> y así permanecer más tiempo bajo el agua. Esto implica, sin embargo, riesgos considerables que pueden conducir hasta la pérdida de conocimiento y, en este caso, al ahogamiento (el denominado síncope de las aguas superficiales). Al disminuir el contenido de dióxido de carbono endógeno, pueden aparecer síntomas de deficiencia, como síntomas desagradables hasta potencialmente mortales, como se describe en particular en el párrafo **[0025]**. El efecto reductor del nivel de CO<sub>2</sub> de una hiperventilación se refuerza todavía más en caso de movilidad limitada, ya que en esta situación los músculos generan menos dióxido de carbono endógeno. Los síntomas de una deficiencia de dióxido de carbono aparecen más rápidamente y aumentan. Esta problemática aparece especialmente en caso de caídas de presión en una cabina de avión, debido a que los pasajeros necesariamente tienen movilidad limitada. La presión parcial del CO<sub>2</sub> necesita forzosamente una comprobación durante el proceso de respiración en dicha situación, por ejemplo, mediante la medición de la presión parcial del CO<sub>2</sub> espiratorio final.

55 Si cae la presión en una cabina de avión por debajo de un valor de presión crítico, se abren los compartimentos por encima de los asientos y las mascarillas de oxígeno que se encuentran en el techo de la cabina caen de sus soportes y delante del campo de visión de los pasajeros del avión. A través del tubo de entrada circula oxígeno puro en la mascarilla y llega mediante inhalación finalmente a la nariz y la boca de la persona que respira. Para el suministro de los pasajeros, se genera oxígeno o en generadores químicos de oxígeno o se lleva en botellas a

presión, mientras que los pilotos en la cabina son suministrados mediante un sistema separado con oxígeno con gas a presión. Cómo de grande es la provisión de oxígeno en un avión depende de su certificación y su fin de utilización, así como de las rutas a volar. A este respecto, se considera si el avión sobrevuela mayoritariamente tierra o mar, o si vuela largas distancias sobre terrenos de alta altitud y áreas montañosas.

5 Los periodos en los cuales se sigue siendo capaz de actuar con sentido durante una caída de presión en la cabina de un avión se denominan tiempo útil de conciencia (TUC) o tiempo de rendimiento efectivo (EPT). Después aparece un claro suministro insuficiente de oxígeno del tejido corporal y de los órganos y el cuerpo se vuelve hipóxico. Bajo una determinada saturación de oxígeno del cerebro se pierde la capacidad de actuar y después el conocimiento. TUC se especifica para un nivel de vuelo (el nivel es igual a la presión atmosférica en la atmósfera, correspondientemente a una determinada altitud de vuelo en hectopies) y disminuye al aumentar la altitud de vuelo. 10 La tabla a continuación muestra datos de TUC para los distintos niveles de vuelo.

Nivel de vuelo	TUC	Altitud en metros	Altitud en pies
FL 150	≥ 30 min	4.572	15.000
FL 180	20 - 30 min	5.486	18.000
FL 220	5 - 10 min	6.705	22.000
FL 250	3 - 6 min	7.620	25.000
FL 280	2,5 - 3 min	8.534	28.000
FL 300	1 - 3 min	9.144	30.000
FL 350	30 - 60 s	10.668	35.000
FL 400	15 - 20 s	12.192	40.000
FL 430	9 - 15 s	13.106	43.000
≥ FL 500	6 - 9 s	15.240	50.000

15 La velocidad de aparición de descompresión también tiene una influencia sobre el TUC. Cuanto más rápidamente tenga lugar la caída de presión, más pequeño es el TUC. Por este motivo, en vista del suministro insuficiente de oxígeno del cuerpo que se produce rápidamente, es vital un suministro lo más rápidamente posible con oxígeno, por esto los pilotos militares, que también vuelan por encima del tráfico aéreo de pasajeros, llevan sus mascarillas de oxígeno durante todo el vuelo. Para la aviación civil no existe esta necesidad, ya que la altitud de vuelo de los aviones comerciales se encuentra más baja, concretamente entre FL 250 y FL 450, que se corresponden a una altitud de vuelo de aproximadamente 25.000 pies a 40.000 pies (7.620 a 12.192 m).

20 Por motivos comerciales, las rutas aéreas deben volar idealmente el recorrido más corto entre dos aeropuertos. Hoy en día, los alcances de los modernos aviones comerciales permiten vuelos directos (inter)continentales hasta destinos que hasta hace algunos años solo era posible llegar mediante escalas. Pero por motivos de seguridad, no todas las rutas directas están abiertas al tráfico aéreo. El vuelo de altas montañas como el Himalaya entre la India y el Tíbet, la montaña de Asia Central Hindú Kush y los Andes sudamericanos es solo posible con restricciones y bajo 25 ciertas condiciones. Es decisivo para esto diferenciar los dos escenarios de emergencia: primero fallo del motor y segundo caída de presión en la cabina. En el primer caso existe el riesgo de pérdida de propulsión debido al fallo de uno o varios motores, que obliga a una reducción de la altitud de vuelo, ya que el avión no puede mantener la altitud de vuelo con propulsión reducida. Remedian la situación las rutas aéreas en las que se puede comenzar un descenso en crucero a la pista de aterrizaje más cercana posible. La ICAO (Organización de Aviación Civil Internacional), la EASA (Agencia Europea de Seguridad Aérea), la JAA (Autoridades Conjuntas de Aviación), así como la FAA (Administración Federal de Aviación de Estados Unidos), prescriben como norma para dichas rutas de escape que dentro de una anchura de banda horizontal específica con respecto al corredor aéreo debe existir una distancia vertical de por lo menos 2.000 pies (609,6 m) hasta el suelo durante una maniobra de fallo de motor en 30 crucero hasta el techo de servicio con un motor inoperativo (OEI) y en el caso de una altitud de vuelo estabilizado una distancia vertical de 1.000 pies (304,8 m) hasta el suelo o 2000 pies (609,6 m) por encima de terreno montañoso. En lo que se refiere a la anchura de dichos límites de altura de obstáculos, se diferencian los reglamentos de los organismos reguladores.

40 Mediante el sofisticado sistema de rutas de escape, solo serían realizables rutas directas discrecionales con desviaciones eventualmente insignificantes debido a los aterrizajes de emergencia causados por el motor. Pero el segundo caso de un posible escenario de emergencia, concretamente un evento de descompresión en la cabina,

representa un problema esencialmente más restrictivo. Además de las condiciones anteriormente mencionadas, el factor tiempo es a este respecto mucho más limitante que en el caso de un fallo del motor. Se reduce el número de rutas de escape fundamentalmente posibles, debido a que en muchas de ellas la diferencia de altitud requerida no se puede alcanzar dentro de un periodo suficientemente pequeño. El procedimiento estándar en caso de pérdida de presión en la cabina del avión está reglamentado por la ICAO. Prevé que los pilotos, después de respirar por su propia mascarilla de oxígeno, inicien un descenso en crucero tan rápido como sea posible y lleven el avión a una altitud más segura, es decir, a una altitud en la que una persona puede respirar sin aporte de oxígeno adicional. Esto se debe realizar en el transcurso del periodo que predefine el depósito de oxígeno como tiempo puente. Debido a la capacidad limitada de espacio y peso de los aviones, el depósito de oxígeno se debe aumentar solo a costa de la carga transportada o el máximo número de pasajeros. Una respiración mejorada de los pasajeros del avión en caso de eventos de descompresión también podría conducir a que se debiera transportar menos oxígeno y de esta manera se reduciría el peso del avión.

Si el problema de la respiración fuera inexistente, entonces los vuelos comerciales podrían volar en muchos casos por una ruta directa hacia su destino. Si solo el fallo del motor fuera decisivo, con aviones de varios motores de reacción correspondientes se podrían sobrevolar regiones discretionales con pasajeros, ya que el sistema de rutas de escape permite un descenso en crucero hasta el techo de servicio con un motor inoperativo en cualquier sección de ruta. Sin embargo, el sistema de las rutas de escape está configurado en la práctica de tal forma que las distintas rutas de escape satisfacen los escenarios más exigentes de los dos escenarios de emergencia anteriormente mencionados, aquellos de una descompresión espontánea. Una respiración mejorada de los pasajes del avión en los eventos de descompresión en la cabina, que se arreglaría con una necesidad de oxígeno más baja, prolongaría el intervalo de tiempo fijado por el depósito de oxígeno habitual. Por tanto, en ciertas circunstancias tampoco se deben cumplir las medidas de seguridad técnicas en ruta que excedan un fallo del motor. Sin estas limitaciones adicionales, se podrían volar itinerarios sobre terrenos altos sin desviaciones y como consecuencia ahorrar miles de toneladas de queroseno. Debido al ahorro de peso en combustible se podría o aumentar la capacidad de carga o bien reducir en conjunto el consumo de combustible, ya que el avión es más ligero por el peso propio del combustible en exceso. En último lugar, también se contribuiría a la conservación del medioambiente. Además, se podría ahorrar un tiempo de vuelo considerable, que finalmente ofrece muchas ventajas operacionales y además hace posible el vuelo a destinos más alejados.

Las rutas aéreas activamente voladas hoy en día sobre amplios terrenos montañosos se deben planear y realizar con un considerable gasto. En caso de grandes problemas técnicos y perturbaciones, la efectiva realización de las medidas de emergencia se encuentra sobre todo en manos de los pilotos, que toman decisiones inmediatas y deben implementar la reacción inmediatamente. Debido a que las decisiones en dichas situaciones son en la mayoría de los casos irreversibles, el rumbo de las cosas es determinado en gran parte por personas, que deben reaccionar en estas situaciones de estrés. Pero a priori se da un riesgo esencial de errores con consecuencias eventualmente fatales. Un factor de tiempo menos dominante o un periodo de decisión más largo en situaciones de emergencia aumentaría significativamente la calidad de las decisiones y, por tanto, contribuiría esencialmente a la seguridad.

El documento de patente WO 2007/121 773 A1 describe un sistema de suministro de oxígeno para aviones en el que la concentración de oxígeno en una mezcla de gases preparada aumenta al aumentar la altitud de vuelo en caso de emergencia para lograr una saturación previa de oxígeno.

Por el documento de patente US 5 647 345 A se conoce un aparato de estimulación de la respiración en el que para evitar la acapnia el aire exhalado se mezcla con aire fresco recién introducido para así mantener una concentración de CO<sub>2</sub> en sangre suficiente y así el reflejo respiratorio.

El objetivo de la presente invención consiste en consecuencia en especificar un producto y generalmente un procedimiento, así como un uso de este producto, para la respiración temporal a altitudes de alta densidad o en caso de hiperventilación, para garantizar la respiración y para mejorar la función corporal y el rendimiento mediante una respiración eficiente cuando se necesite. Además, el objetivo de la invención consiste en especificar un producto, un procedimiento y un uso de este producto que prolonga el periodo de tiempo que queda entre el instante en el que el oxígeno se pone a disposición de los pasajeros del avión y el instante cuando el avión se encuentra a una altitud de vuelo segura correspondientemente a una altitud de densidad viable para las personas, hasta tal punto que durante un inicio de descompresión los pilotos disponen de más tiempo para tomar medidas o decisiones, para minimizar los riesgos y aumentar la seguridad general del vuelo. Además, es el objetivo de la invención especificar un producto, procedimiento, así como un uso del producto, para que una ruta aérea no deba cumplir en ciertas circunstancias los elevados requisitos técnicos de la ruta en comparación con el escenario de fallo del motor, de manera que un avión deba descender menos rápidamente en caso de inicio de descompresión, que es ventajoso por motivos técnicos de ruta, ya que hace posible rutas de vuelo más directas sobre terreno elevado. Además, es un objetivo de la invención especificar un producto, un procedimiento, así como un uso de este producto, para que en caso de una pérdida de presión en la cabina se garantice que se mantiene la funcionalidad corporal de los pasajeros del avión con menos oxígeno que antes y de esta manera se limitan o evitan los riesgos perjudiciales para la salud asociados a un suministro de oxígeno puro. La invención deberá ayudar especialmente a personas en una situación como se da en un avión, con poca posibilidad de actividad corporal y, por tanto, elevada predisposición a problemas en caso de una

respiración con oxígeno puro, a evitar eficazmente la aparición de síntomas normalmente inminentes.

5 El objetivo se resuelve en primer lugar por una mezcla de gases para garantizar la respiración de personas en aviones en caso de necesidad o generalmente en caso de hiperventilación, que se caracteriza por que dependiendo de la presión y la altitud de densidad comprende  $7 \pm 5 \%$  de  $\text{CO}_2$  a 15.000 pies (4.572 m) de altitud de vuelo con aumento hasta  $17 \pm 5 \%$  de  $\text{CO}_2$  a 30.000 pies (9.144 m) de altitud de vuelo, para actuar como biopotenciador y así para mejorar la biodisponibilidad de oxígeno en el cuerpo, o después de la adición a  $\text{O}_2$  puro o después de la adición a una mezcla de gases compuesta por una proporción de  $\text{N}_2$  y una proporción de  $\text{O}_2$  para la respiración.

10 El objetivo se resuelve en segundo lugar por un procedimiento para garantizar la respiración de personas con movilidad limitada en caso de necesidad o generalmente en caso de hiperventilación, que se caracteriza por que se ponen a disposición mascarillas para la nariz y la boca, y después de colocarse estas mascarillas se pone a disposición una mezcla de gases introducida continuamente a la mascarilla según la reivindicación 1.

En tercer lugar, este objetivo se resuelve por el uso de una mezcla de gases según una de las reivindicaciones 1 a 2 para garantizar la respiración de personas en aviones en caso de necesidad, es decir, entre otras cosas, en caso de caídas de presión en el avión.

15 Mediante las siguientes explicaciones se dan a conocer y explican el producto, el procedimiento, así como el uso de este producto. Se demostró mediante numerosos experimentos y mediciones la eficiencia del procedimiento. A continuación se trata el contenido.

Muestra:

- Figura 1: Una ruta de avión modificada debido a la altura del terreno de los Andes boliviano-argentinos;
- 20 Figura 2: el perfil de altitud correspondiente de la ruta de avión con la distancia a tierra mínima requerida, que se indica superpuesta al perfil de altitud;
- Figura 3: un perfil de descenso de emergencia típico de un avión hasta una altitud de vuelo reducida;
- Figura 4: una ruta de avión con sistema de rutas de escape entre La Paz y San Salvador de Jujuy como ejemplo;
- 25 Figura 5: manera de proceder con las Opciones A, B, C en caso de un descenso en un escenario de fallo del motor;
- Figura 6: un perfil de descenso de emergencia de 737-700 CFM56-7 en caso de caída de presión en la cabina según Boeing, para un descenso estándar en 15 minutos o un descenso opcional en 22 minutos, de acuerdo con las regulaciones de ICAO;
- 30 Figura 7: posibilidades de descenso según un perfil de descenso de 12 minutos para un avión en el área de montañas altas alrededor de La Paz;
- Figura 8: posibilidades de descenso según un perfil de descenso de 22 minutos para un avión en el área de montañas altas alrededor de La Paz.

35 La Figura 1 muestra las implicaciones de la problemática del suministro de oxígeno para la planificación de rutas mediante una ruta de avión entre Ciudad de Panamá y Buenos Aires. En caso de la ruta directa, después de aproximadamente la mitad de la ruta, se deberían sobrevolar los Andes bolivianos y luego los argentinos. Este extenso terreno y altamente montañoso constituye un requisito correspondiente a las posibilidades de descenso en los escenarios de necesidad, ya que en caso de caída de presión sobre la extensa y alta meseta sería imposible un descenso lo suficientemente rápido hasta una altitud segura en la que los pasajeros del avión pudieran respirar de nuevo autónomamente. Por este motivo, en la práctica, se cambia a una ruta 1 de desvío esencialmente más larga por Santa Cruz, que va principalmente por tierras bajas evitando los críticos Andes. Por tanto, se debe renunciar a la económica y eficiente variante de un vuelo directo 2. El perfil de altitud correspondiente en el caso de una ruta directa 2 entre Ciudad de Panamá y Buenos Aires se representa en la Figura 2. En el diagrama son evidentes a este respecto dos curvas 3 y 4, en el que la 4 inferior especifica el perfil geográfico de altitud. Superpuesta a ella está la distancia a tierra 3 requerida mínima que debe poder mantener un vuelo en cada punto de la trayectoria de vuelo. Los perfiles de descenso respectivamente prescritos deben, por tanto, transcurrir forzosamente por encima de la línea de distancias requerida a tierra.

50 En la Figura 3 se representa un perfil de descenso típico para un descenso en caso de emergencia debido a un fallo del motor. Es evidente tanto la trayectoria de vuelo real 6 (trayectoria neta de vuelo) como también la trayectoria de vuelo idealizada 7 (trayectoria bruta de vuelo) desarrollada en la planificación de rutas de vuelos. En caso de fallo del motor en un vuelo, se debe obtener un gradiente de ascenso positivo después de un descenso en crucero 5, cuando el avión se encuentra como mínimo 1.500 pies (457,2 m) por encima del sitio de aterrizaje (de emergencia).

El gradiente de ascenso positivo se muestra en la Figura 3 en el punto 8 más bajo de la trayectoria de vuelo (al menos 2000 pies (609,6 m) de distancia vertical con respecto al terreno volado o 1000 pies (304,8 m) de distancia vertical en el segmento de nivelación de las rutas de vuelo más bajas). Si un avión comercial completamente cargado no puede cumplir los estándares representados en cada sección de su trayectoria de vuelo, no se debe volar la ruta específica.

Correspondientemente a las normas de seguridad, se desarrolló un sistema de rutas de escape para todas las rutas aéreas sobre territorios elevados. Un sistema tal se muestra en la Figura 4 en el ejemplo de los Andes para la ruta de avión entre La Paz y San Salvador de Jujuy. La zona 15 llena de línea en zig-zag de puntos caracteriza terreno muy alto y la zona 16 a la derecha de la línea continua terreno muy bajo, mientras que las restantes áreas blancas caracterizan altura media. La franja territorial 15 a lo largo de la trayectoria de vuelo representa el macizo montañoso especialmente alto de la cadena bolívio-argentina de los Andes. En la planificación de la ruta es decisiva la cantidad de oxígeno limitada mencionada al principio en la cabina para suministrar a la tripulación y los pasajeros. Por tanto, no sería permitida una ruta que condujera a lo largo de este macizo montañoso y, por tanto, constantemente sobre el mismo. Esto se muestra en la Figura 4 por la línea 9 de puntos en negrita. En lugar de eso, puede volarse, por ejemplo, la ruta directa discontinua de La Paz hacia San Salvador de Jujuy. Los factores locales o dependientes del vuelo como el viento, temperatura, presión local, peso, etc., pueden además en la práctica permitir algunas desviaciones de esta ruta y, por tanto, se determinan específicamente. Se debe observar en este punto que los aviones que vuelan una ruta así específica como esta recta dibujada discontinua están equipados con sistemas de emergencia de oxígeno de alta capacidad correspondientes, como se explica en la siguiente sección. En la ruta directa entre La Paz y San Salvador de Jujuy se especifican de forma apreciable dos puntos de giro 11 y 13, que conducen a la ruta más corta hacia los aeropuertos de Sucre o Tarija. Las posibles rutas de escape se indican aquí una vez perpendiculares a la ruta directa (rutas de escape más cortas) y una vez como lados iguales de un triángulo equilátero (rutas de escape más largas). Esto sirve de orientación para identificar los puntos para el descenso más rápido posible (puntos de giro ideales). Entre estos puntos de giro ideales mencionados se encuentran exactamente los puntos 10, 12 y 14 respectivamente críticos, que se pueden considerar tanto la una como las otras posibilidades de aterrizaje. Qué ruta se elige en último lugar en un aterrizaje de emergencia, queda a libre albedrío del piloto del avión.

Algunos aviones de pasajeros y aviones privados poseen sistemas de emergencia de oxígeno de alta capacidad, también conocidos como sistemas de combustión (debido a la generación de calor debido a la reacción química, mediante la cual se puede generar oxígeno a bordo). Correspondientemente, algunos pocos vuelos regulares, que recorren amplios trayectos sobre montañas altas, están equipados con dichos aparatos de oxígeno de alta capacidad. No obstante, los tanques de oxígeno y las instalaciones necesarias asociados a ellos dan como resultado peso adicional, que es a costa del rendimiento del avión, especialmente en el caso de un fallo del motor, cuando el empuje solo procede de una parte del motor. En dicho escenario, el techo de servicio con OEI (un motor inoperativo) resultante efectivo depende de una serie de factores, entre otros del número de motores que quedan operativos y especialmente también del peso del avión. En caso de un descenso en crucero de emergencia, la tripulación tiene que adaptar estrictamente el procedimiento a estas condiciones. En la Figura 5 se especifican las posibles Opciones A, B y C. En cada caso, después de la interrupción de un motor en el punto 18, como primera medida se ajusta inmediatamente el empuje máximo continuamente sostenible (empuje continuo máximo), como segunda medida se reduce la velocidad y como tercera medida se comienza con una velocidad definida de descenso en crucero del descenso en crucero de emergencia. Dependiendo de la situación se decide realizar como cuarta medida una de las tres Opciones A, B o C. Según la Opción A, se mantiene la velocidad de vuelo después del descenso en crucero y con consumo de combustible continuo sube a un nivel de vuelo continuamente más alto. Según la Opción B, se mantiene la altitud de vuelo durante el tiempo de vuelo restante y se acelera paulatinamente hasta la velocidad de crucero en caso de fallo del motor (velocidad de crucero de largo alcance con un motor inoperativo), o bien según la Opción C se baja e inmediatamente se acelera hasta la velocidad de crucero en caso de fallo del motor (velocidad de crucero de largo alcance con un motor inoperativo). Si, después de un descenso en crucero, no se puede obtener la altitud requerida, es decir, al menos la altitud de C, en la posterior trayectoria de vuelo debido al terreno elevado, se debe reducir el peso de carga del avión, por ejemplo mediante el vaciado parcial o combustión del combustible, por lo que se puede adoptar una altitud de vuelo más alta (Opción A). Esto supone, sin embargo, que un sitio de aterrizaje de emergencia esté disponible a una distancia previsible. El peso de un avión repercute siempre negativamente en el fallo del motor. Existe un conflicto entre la solución de los problemas de respiración en el caso de caída de presión y los escenarios de descenso requeridos en caso de fallo del motor. Si, debido a una trayectoria de vuelo determinada, es prioritario el suministro de oxígeno de los pasajeros del avión, se considera la desventaja del peso mediante un dispositivo de oxígeno más eficiente. El tiempo adicional por metro de altura así ganado en el escenario de caída de presión permite distancias mayores para rutas de escape, por lo que se pueden explorar más rutas de escape. Si, por el contrario, la desventaja del peso ya no puede ser compensada, la ruta no puede ser volada, como es generalmente el caso para rutas extensas sobre montañas altas.

En el caso de un evento de descompresión en la cabina del piloto, son válidas las regulaciones específicas de ICAO. A partir de ellas derivan los perfiles de descenso en crucero específicos de los distintos fabricantes de aviones o aerolíneas. En principio, la ICAO prescribe dos perfiles de descenso en crucero distintos, un perfil de descenso estándar, así como un perfil de descenso opcional para rutas excepcionales. Dichos dos perfiles se muestran en la

Figura 6 con valores específicos para Boeing, concretamente un perfil estándar de 12 minutos 20, así como un perfil opcional de 22 minutos 19. El orden de magnitud de estos valores es el mismo para todos los fabricantes de aviones o aerolíneas. Después de un evento de descompresión, un avión del fabricante Boeing (The Boeing Company) debe descender correspondientemente a su certificación en 12, respectivamente en 22 minutos, hasta 14.000 pies (4267,2 m). A este respecto, se deben considerar las altitudes intermedias y los tiempos intermedios especificados en los perfiles 19, 20 respectivos. Se debe elegir una ruta de vuelo de forma que estas altitudes y tiempos se puedan mantener siempre. En el caso de sobrevolar extensas cordilleras, a este respecto se deben tener en cuenta desviaciones para, en el caso de un evento de descompresión, aplicar siempre el perfil de descenso en crucero prescrito y así poder descender lo suficientemente rápido. Las rutas de vuelo más directas sobre extensas cordilleras pueden actualmente ser voladas casi exclusivamente por aviones de carga, ya que estos llevan más oxígeno de emergencia para la tripulación que lo que es posible para los aviones comerciales. La ruta de vuelo planeada también se determina, como se ha descrito previamente, por un posible fallo del motor, en el que es determinante el perfil de descenso 7 en la Figura 3. Los aviones comerciales modernos son capaces de volar a altitudes de vuelo claramente más altas después de un fallo del motor que lo prefijado mediante el perfil en caso de eventos de descompresión. En consecuencia, las limitaciones en la elección de la ruta de avión son determinadas principalmente por una posible pérdida de presión en la cabina, con los perfiles de descenso en crucero de emergencia 19, 20 correspondientemente a la Figura 6. En principio, también se consideran todas las posibles rutas de escape en caso de pérdida de presión en caso de un fallo del motor, sin embargo, inversamente, una ruta de escape que se considera en el fallo del motor debe cumplir las condiciones temporales de la provisión de oxígeno de emergencia a bordo. De esta manera se reduce considerablemente el número de posibles rutas de escape. Por lo tanto, las regiones elevadas como la zona de montañas de Asia Central o los Andes solo están abiertas de forma limitada para el tráfico de aviones con máquinas para pasajeros. A este respecto, la Figura 7 muestra como un avión con una certificación correspondientemente a su suministro de oxígeno para un descenso en crucero dentro de 12 minutos puede descender en un escenario de emergencia sobre los Andes bolivianos. El perfil de 12 minutos prescrito en su caso hace imposible un aterrizaje del avión en La Paz debido a las altitudes intermedias y los tiempos intermedios requeridos de este perfil. Finalmente, por la línea discontinua 23 se ilustra el perfil de descenso que transcurre para el este de la ciudad de La Paz, transcurriendo esta línea 23 por debajo de la distancia a tierra 21 requerida mínima e incluso por debajo del perfil geográfico de altitud 22. Por tanto, solo es posible un descenso en dirección oeste, siempre y cuando el avión adopte una posición como se especifica en la línea de descenso en crucero correspondiente o bien más al oeste de la misma. Por este motivo, no es posible que los aviones con una certificación para un descenso de emergencia en 12 minutos vuelen una ruta sobre La Paz, como se muestra por el avión posicionado al oeste en la Figura 7. Por el contrario, un avión que deba poder volar esta región, debe estar equipado con un sistema de suministro de oxígeno de alta capacidad para poder descender según su certificación en 22 minutos en caso de caída de presión. En dicho caso también se deben mantener las altitudes intermedias y los tiempos intermedios. En la Figura 8 se marca un punto crítico 24, en el que estos requisitos ya no se pueden cumplir en caso de un aterrizaje de emergencia en La Paz. Si se encuentra un avión con certificación para un perfil de 22 minutos a la altitud o incluso por debajo del punto crítico 24, solo puede seguir una ruta de escape hacia el oeste, ya que en caso contrario el macizo montañoso se encuentra en la ruta al este de La Paz o el perfil de descenso 23 transcurre por debajo de la distancia a tierra 21 requerida mínima e incluso por debajo del perfil de altitud geográfica 22. Se puede decir en resumen que por la problemática de la caída de presión resultan muchas limitaciones en el transporte aéreo.

En el escenario de caída de presión convencional se parte concretamente de motores completamente operativos, por lo que en principio son posibles velocidades más altas que en el caso de fallo del motor. Cabría esperar en consecuencia que los obstáculos en forma de terreno elevado pudieran ser sobrevolados dentro de los intervalos de tiempo prescritos, que como resultado significaría menos limitaciones en la planificación de rutas. Sin embargo, en realidad, en el caso de una pérdida de presión se debe partir inicialmente de un fallo estructural, por lo que la velocidad del avión se adapta inmediatamente, es decir, se reduce. Por tanto, no se pueden volar terrenos altos extensos sin restricciones con mantenimiento simultáneo de los perfiles de descenso anteriormente mencionados.

En el caso de personas sanas, una saturación insuficiente de oxígeno del tejido se puede atribuir sobre todo a un entorno pobre en O<sub>2</sub>. Probablemente el mayor riesgo de ausencia aguda de oxígeno para una persona sana media consiste en el caso de una caída de presión en un avión. Si la presión de la cabina cae inesperadamente en el avión a grandes altitudes de vuelo, debido a la baja presión parcial se produce un suministro insuficiente de oxígeno del tejido (hipoxia). Una hipoxia puede conducir a graves lesiones de los órganos con, en ciertas circunstancias, desenlace mortal. Un riesgo imprevisible de la hipoxia consiste en que no siempre se reconoce o se reconoce demasiado tarde por el propio afectado y el afectado está limitado en su capacidad de actuar antes de que pueda tomar contramedidas. Como síntomas de una hipoxia valen falsas apreciaciones, euforia, cansancio, pérdida de la orientación hasta pérdida del conocimiento. En la aviación, la hipoxia es un estado físico extremadamente grave a tener en cuenta que puede tener consecuencias fatales, especialmente para la tripulación de un avión.

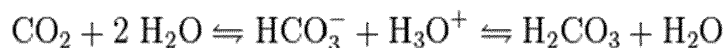
En el caso de suministro de un ser humano con 100 % de oxígeno, aumenta la presión parcial del O<sub>2</sub> hasta un valor de cinco veces. Según la ley de los gases de Henry, la presión parcial de un gas sobre un líquido es proporcional a la concentración del gas (físicamente) disuelto en ese líquido. En el caso de un suministro con oxígeno puro, por tanto, la proporción de oxígeno disuelto en la sangre aumenta cinco veces. Para el oxígeno unido químicamente a la

hemoglobina de los glóbulos rojos, la ley de los gases no encuentra, por el contrario, ninguna aplicación. En el caso del aire respiratorio normal, la saturación del oxígeno de la sangre asciende a entre 95-100 %. Por tanto, en la respiración se enriquece predominantemente la proporción del oxígeno disuelto en forma física, que es correspondientemente a la dependencia de presión. Si una persona respira oxígeno puro a una presión atmosférica de 2,5 bares, se disuelve 20 veces la cantidad de oxígeno en sangre, en comparación con las condiciones normales. Se aplica la denominada terapia de oxigenación hiperbárica sistemática (terapia con sobrepresión de oxígeno) cuando la insuficiencia de oxígeno en el tejido del paciente impide el proceso de recuperación o bien cuando se deba aportar oxígeno en situaciones de emergencia como medida salvadora. Pero hasta la fecha la oxigenación hiperbárica no ha encontrado una amplia aplicación clínica, que se atribuye sobre todo a los efectos secundarios debido al alto contenido de oxígeno, así como la sobrepresión. La respiración a sobrepresión en la medicina de cuidados intensivos se encuentra entre las principales causas de los daños por toxicidad de oxígeno

La presión del aire respiratorio es un parámetro fuertemente regulador. También puede desempeñar una moderada influencia en el enriquecimiento del oxígeno en sangre. Cuando se usa en el caso de una respiración controlada continua de oxígeno puro como, por ejemplo, en la navegación espacial, se reduce considerablemente la presión atmosférica a aproximadamente 0,3 bares. Por tanto, se puede reducir la presión del aire y, por tanto, la presión parcial del oxígeno del aire respiratorio introducido (compárese con la presión parcial del oxígeno de 0,21 bares a presión normal). En caso de una respiración continua con oxígeno puro, por encima de dicho valor de 0,3 bares ya empieza el riesgo de una intoxicación por oxígeno.

Concretamente, la respiración con oxígeno puro se puede hacer posible para distintos escenarios mediante la variación de la presión atmosférica, pero debido a las propiedades de competencia el oxígeno no se puede suministrar solo sin efectos secundarios a las dosis que se necesitan debido a la insuficiencia de oxígeno. En experimentos y series de ensayos solo se descubrió sorprendentemente que mediante la respiración de una mezcla de gases de  $7 \pm 5 \%$  de  $\text{CO}_2$  a 15.000 pies (4.572 m) de altitud de vuelo aumentando hasta  $17 \pm 5 \%$  de  $\text{CO}_2$  a 30.000 pies (9.144m) de altitud de vuelo, se logran mejoras sin precedentes de la funcionalidad corporal y mental en caso de saturación insuficiente de oxígeno aguda del cuerpo, en comparación con el suministro de oxígeno puro.

Si se produce un suministro insuficiente de oxígeno del cuerpo, este reacciona con una aceleración de la frecuencia respiratoria. Debido a la elevación de la frecuencia respiratoria, ahora se respira más oxígeno por unidad de tiempo, sin embargo al mismo tiempo también se exhala más dióxido de carbono. El dióxido de carbono está unido en el cuerpo como ácido carbónico ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ). A partir de la fórmula química de equilibrio



es evidente que al reducir el  $\text{CO}_2$  en el cuerpo se reducen correspondientemente el número de iones  $\text{H}_3\text{O}^+$  en la sangre. De esta manera se produce un desplazamiento del equilibrio ácido-base, luego la sangre es cada vez más básica. En el caso extremo, esto conduce a una alcalosis respiratoria con síntomas como calambres musculares, limitaciones del conocimiento hasta pérdida del conocimiento. Mediante el aumento del valor de pH en la sangre también se reduce la concentración de calcio ionizado libre disuelto (hipocalcemia), que conduce a hiperexcitabilidad de la musculatura y del sistema nervioso con síntomas espásmicos. Una elevada concentración de  $\text{CO}_2$  en la sangre conduce, por el contrario, a que el valor de pH de la sangre se desplace al intervalo ácido. En los vasos de muchos órganos se encuentran receptores de  $\text{CO}_2$ . Dependiendo del órgano, los vasos sanguíneos se contraen o dilatan bajo la acción del  $\text{CO}_2$ . En el cerebro se dilatan los vasos a una elevada concentración de  $\text{CO}_2$ . De esta manera aumenta el caudal de sangre y con ello también la cantidad de oxígeno que llega a las células por unidad de tiempo. El cuerpo intenta de esta manera compensar el suministro insuficiente de oxígeno y suministrar el cerebro mientras que sea posible con suficiente oxígeno. El efecto contrario se observa cuando el cuerpo se suministra con alta dosis de  $\text{O}_2$ , con reducción simultánea de  $\text{CO}_2$ . Una hipocapnia, es decir, una presión parcial del  $\text{CO}_2$  reducida en la sangre arterial, conduce en el cerebro a una contracción de los vasos sanguíneos y, por tanto, a una reducción del aporte de sangre y oxígeno. En la situación de una descompresión en el avión se produce un suministro insuficiente del cuerpo con oxígeno. El cuerpo empieza a hiperventilar. Incluso cuando los pasajeros del avión cogen relativamente rápido las mascarillas de oxígeno de emergencia, debido a las circunstancias causantes de estrés, todavía sigue fomentándose la tendencia a la hiperventilación. Debido a la hiperventilación se acelera la exhalación de dióxido de carbono. De esta manera se reduce la proporción de dióxido de carbono en el cuerpo. Como en la situación descrita la persona que respira se mueve corporalmente menos, se forma menos dióxido de carbono en las células musculares y se acelera correspondientemente el efecto de la insuficiencia de dióxido de carbono. En los pasajeros del avión que están restringidos a sus asientos la mayoría de las veces y precisamente en situaciones de emergencia, esta limitación del movimiento puede tener graves consecuencias, ya que el cuerpo produce entonces menos dióxido de carbono. Sin olvidar que el descenso rápido a una altitud de vuelo segura no es sino vital.

Si al gas respiratorio como se ha mencionado antes se añade una cantidad dosificada dependiente de la presión de  $\text{CO}_2$ , se pueden limitar las repercusiones, como se ha descrito en la sección precedente. Debido a que se suministra activamente al cuerpo dióxido de carbono para relajar los vasos sanguíneos en el cerebro, tiene lugar eficientemente el suministro de oxígeno del tejido corporal al mismo tiempo que se reduce la cantidad de oxígeno. Así se resorbe el



5 oxígeno más rápidamente y a un mayor grado y se pone a disposición del tejido o las células. La mezcla de gases según la invención para garantizar la respiración en caso de emergencia aumenta la biodisponibilidad del oxígeno, concretamente la biodisponibilidad oral, debido a que el dióxido de carbono repercute como biopotenciador debido a su modo de acción a ciertas dosis. Finalmente, gracias a la mezcla de gases según la invención, el cuerpo se mantiene a un contenido de dióxido de carbono fisiológico con una cantidad parcial de dosis de oxígeno convencional y durante periodos esencialmente más largos, que logra grandes ventajas, especialmente en caso de una caída de presión en la cabina del avión.

10 Los experimentos aeromédicos han demostrado sorprendentemente que mediante la respiración de un aire enriquecido con CO<sub>2</sub> es posible alcanzar los valores fijados según las normas de navegación aérea: se prescribe 84 % de saturación de oxígeno en sangre para un tiempo puente corto de como máximo un minuto, y 90 % para un tiempo puente más largo de más de un minuto. Se administraron probandos con tanto CO<sub>2</sub> a distintas altitudes de densidad respectivamente de manera que se ajustara en su sangre una presión parcial de CO<sub>2</sub> fisiológica de 40 mmHg. A este respecto, el aire respiratorio a la altitud de densidad 15.000 pies (4.572 m) se enriqueció con 8 % de CO<sub>2</sub>, a 20.000 pies (6096 m) con 11 % de CO<sub>2</sub> y a 30.000 pies (9.144 m) con 16,5 % de CO<sub>2</sub>. Este enriquecimiento se produjo a costa del nitrógeno. En consecuencia, las mezclas de gases para el aire respiratorio artificial estuvieron compuestas en total del siguiente modo:

A 15.000 pies (4.572 m) de altitud de densidad: 21 % de O<sub>2</sub>, 8 % de CO<sub>2</sub>, 71 % de N<sub>2</sub>

A 30.000 pies (9.144 m) de altitud de densidad: 21 % de O<sub>2</sub>, 16,5 % de CO<sub>2</sub>, 62,5 % de N<sub>2</sub>

20 Cada probando experimentó dos veces un descenso de emergencia simulado de 37.000 pies (11277,6 m) de altitud a 10.000 pies (3048 m) con los perfiles fijados por la ICAO. Una vez respiró el 100 % de O<sub>2</sub> habitual hasta el momento, la segunda vez la mezcla de gases especificada con enriquecimiento de CO<sub>2</sub>. El experimento se realizó con un protocolo aleatorizado de doble ciego. Ni el investigador ni el probando sabían qué gas respiraban los probandos en cada descenso. Los resultados dejan ver que se pueden realizar las siguientes ventajas decisivas:

1. Se puede reducir la cantidad de oxígeno transportada en la cabina.

25 2. Debido a los procedimientos de descenso en crucero adaptados, se pueden volar rutas de vuelo más directas y así se ahorra muy esencialmente costes y tiempo.

3. Debido a que ahora se puede transportar una menor cantidad de combustible en el avión, aumenta la capacidad de carga del avión.

4. Se conserva el medioambiente debido al menor consumo de combustible.

30 Un componente especialmente elegante en el concepto global del procedimiento según la invención de la dosificación de CO<sub>2</sub> consiste en que un pasajero produce él mismo en parte el CO<sub>2</sub> u O<sub>2</sub> necesario. En la respiración normal a presión normal, el gas respiratorio está compuesto por aproximadamente 78 % de nitrógeno (N<sub>2</sub>), aproximadamente 21 % de oxígeno (O<sub>2</sub>) y aproximadamente 1 % de gases residuales. Al exhalar se pierden aproximadamente 78 % de nitrógeno (N<sub>2</sub>), 16 % de oxígeno (O<sub>2</sub>), 4 % de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y aproximadamente 2 % de gases residuales. Se puede recuperar este dióxido de carbono, como también el oxígeno. Por tanto, en la dosificación de la mezcla de gases según la invención se puede proporcionar una proporción de dióxido de carbono y de oxígeno directamente de la persona que respira y luego es respirado por ella misma, y el resto se dosifica artificialmente, y concretamente cuanto mayor sea la altitud de densidad, más CO<sub>2</sub> se debe dosificar a costa del nitrógeno.

40 Lista de referencia de números

1 Ruta de vuelo efectiva

2 Ruta directa que no se puede volar

3 Distancia a tierra requerida mínima

4 Perfil geográfico de altitud

45 5 Descenso en crucero

6 Trayectoria bruta de vuelo

7 Trayectoria neta de vuelo

8 Alcanzar el gradiente de vuelo ascendente positivo (comienzo del gradiente de ascenso positivo)

9 Ruta que no se puede volar

## ES 2 728 974 T3

- 10 Punto crítico 1
- 11 Punto de giro ideal 1
- 12 Punto crítico 2
- 13 Punto de giro ideal 2
- 5 14 Punto crítico 3
- 15 Altiplano
- 16 Tierra baja
- 17 Costa occidental sudamericana
- 18 Fallo del motor
- 10 19 Sistema opcional de 22 minutos
- 20 Sistema estándar de 12 minutos
- 21 Distancia a tierra requerida mínima
- 22 Perfil geográfico de altitud
- 23 Transcurso del perfil de descenso por debajo del perfil geográfico de altitud 22
- 15 24 Punto crítico

Puntos de la lista de comprobación (Figura 5)

1. Ajustar el empuje continuo máximo (MTC)
2. Mantener la altitud, decelerar hasta que se haya alcanzado la velocidad de descenso en crucero
3. Mantener la velocidad de descenso en crucero
- 20 4. Seleccionar entre las tres opciones de descenso (opciones de descenso en crucero):
  - A: Mantener la velocidad de vuelo y ascender hasta que se consuma el combustible
  - B: Mantener la altitud y acelerar hasta la velocidad de crucero en caso de fallo del motor (*EOLRC* = velocidad de crucero de largo alcance con un motor inoperativo)
  - 25 C: Bajar y acelerar inmediatamente hasta la velocidad de crucero en caso de fallo del motor (*EOLRC* = velocidad de crucero de largo alcance con un motor inoperativo)

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Mezcla de gases para garantizar la respiración de personas en aviones en caso de necesidad o generalmente en caso de hiperventilación, caracterizada por que dependiendo de la presión y la altitud de densidad comprende  $7 \pm 5 \%$  de  $\text{CO}_2$  a 15.000 pies (4.572 m) de altitud de vuelo aumentando hasta  $17 \pm 5 \%$  de  $\text{CO}_2$  a 30.000 pies (9.144 m) de altitud de vuelo, para actuar de biopotenciador y así para mejorar la biodisponibilidad de oxígeno en el cuerpo, o después de la adición a  $\text{O}_2$  puro o después de la adición a una mezcla de gases compuesta por una proporción de  $\text{N}_2$  y una proporción de  $\text{O}_2$  para la respiración.
- 10 2. Mezcla de gases según la reivindicación 1, caracterizada por que dependiendo de la presión y la altitud de densidad comprende  $7 \pm 5 \%$  de  $\text{CO}_2$  a 15.000 pies (4.572 m) de altitud de vuelo aumentando linealmente hasta  $17 \pm 5 \%$  de  $\text{CO}_2$  a 30.000 pies (9.144 m) de altitud de vuelo.
- 15 3. Procedimiento para garantizar la respiración de personas con movilidad limitada en caso de necesidad o generalmente en caso de hiperventilación, caracterizado por que se ponen a disposición mascarillas para la nariz y la boca, y después de colocarse estas mascarillas se pone a disposición una mezcla de gases introducida continuamente a la mascarilla según una de las reivindicaciones 1 a 2.
- 20 4. Procedimiento según la reivindicación 3, caracterizado por que en caso de una caída de presión en un avión se ponen a disposición mascarillas para la nariz y la boca, y después de colocarse estas mascarillas los pasajeros del avión respiran con la mezcla de gases según una de las reivindicaciones 1 a 2.
- 5 5. Procedimiento según la reivindicación 3, caracterizado por que en caso de una caída de presión en un avión se ponen a disposición mascarillas para la nariz y la boca, y después de colocarse estas mascarillas los pasajeros del avión respiran con la mezcla de gases según una de las reivindicaciones 1 a 2 y al mismo tiempo se extrae del gas exhalado una proporción de  $\text{CO}_2$  y una proporción de  $\text{O}_2$  y se procesa con mezcla de gases externos dando una mezcla de gases según una de las reivindicaciones 1 a 2 y se administra a los pasajeros del avión.
- 25 6. Uso de una mezcla de gases según una de las reivindicaciones 1 a 2 para garantizar la respiración de personas en aviones en caso de necesidad, es decir, entre otros, en caso de caídas de presión en una cabina presurizada del avión.

Fig. 1

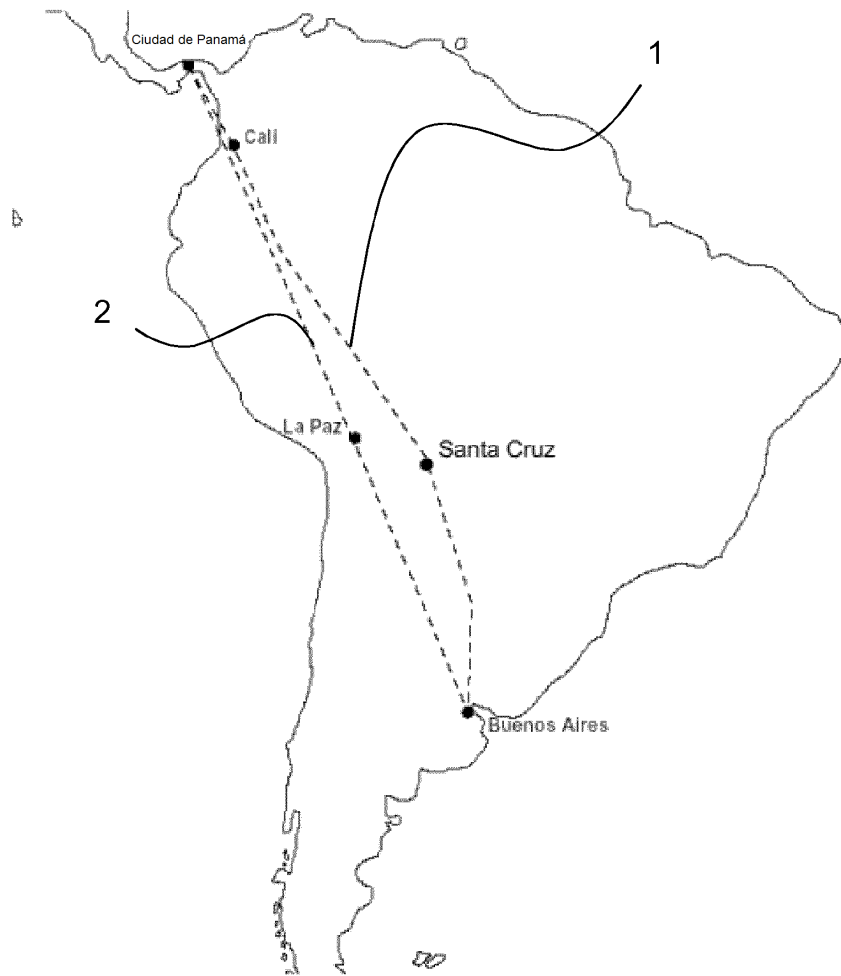


Fig. 2

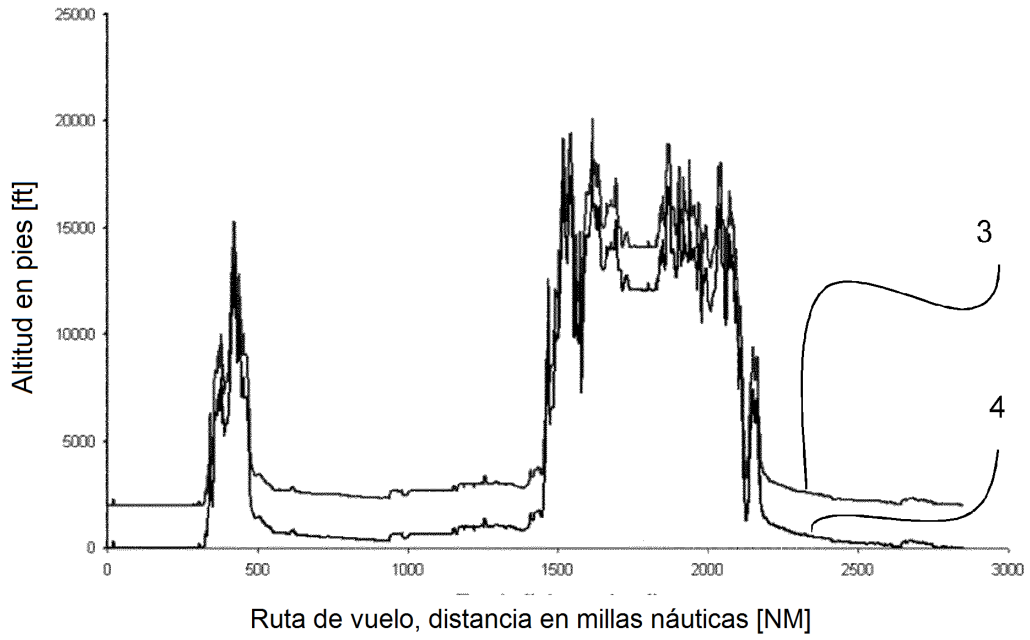


Fig. 3

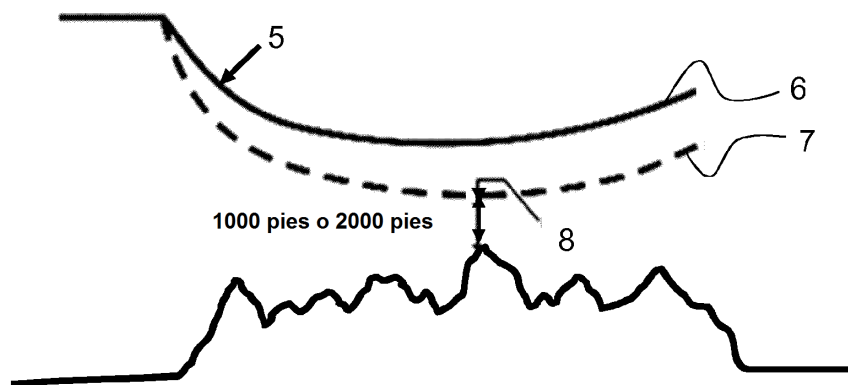


Fig. 4

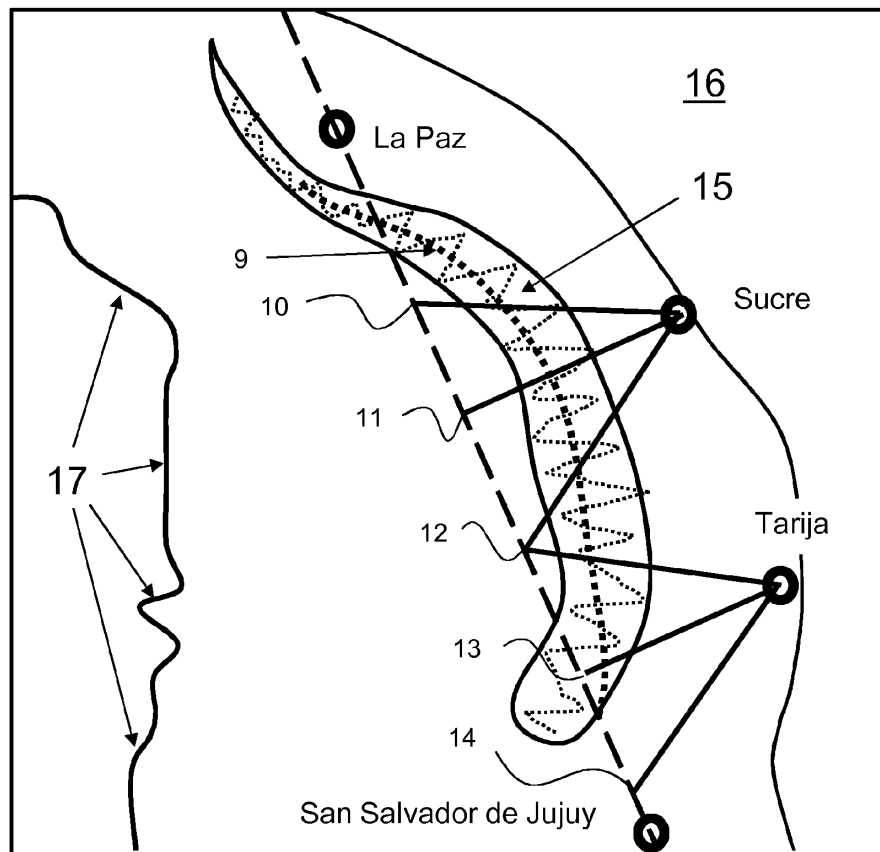
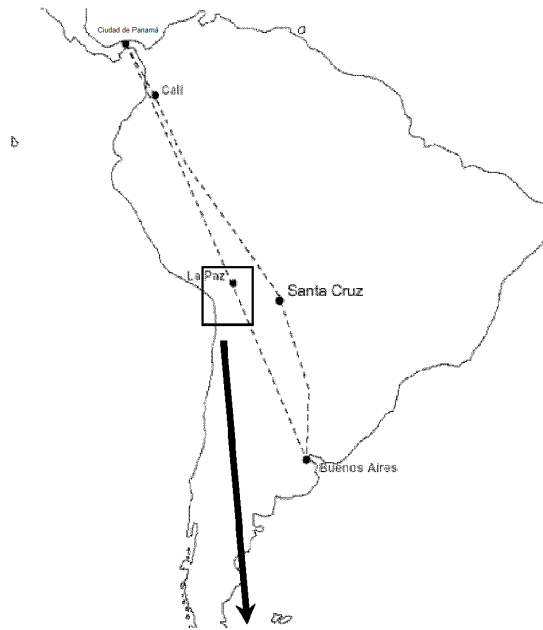


Fig. 5

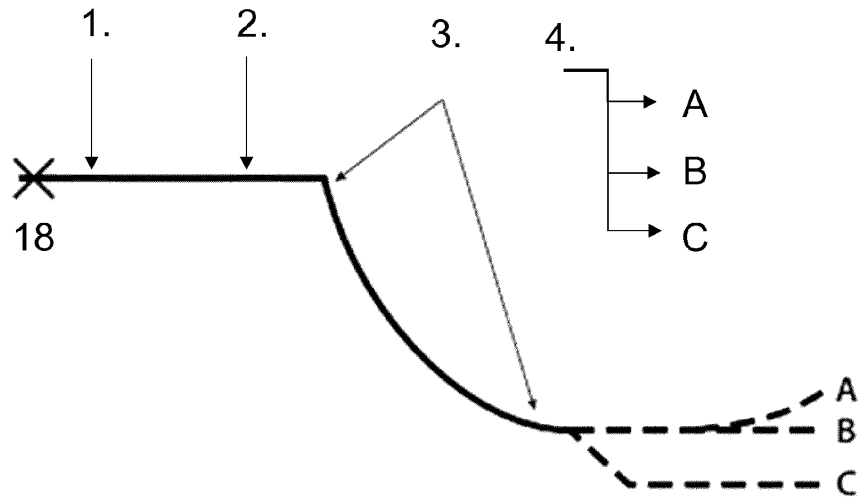


Fig. 6

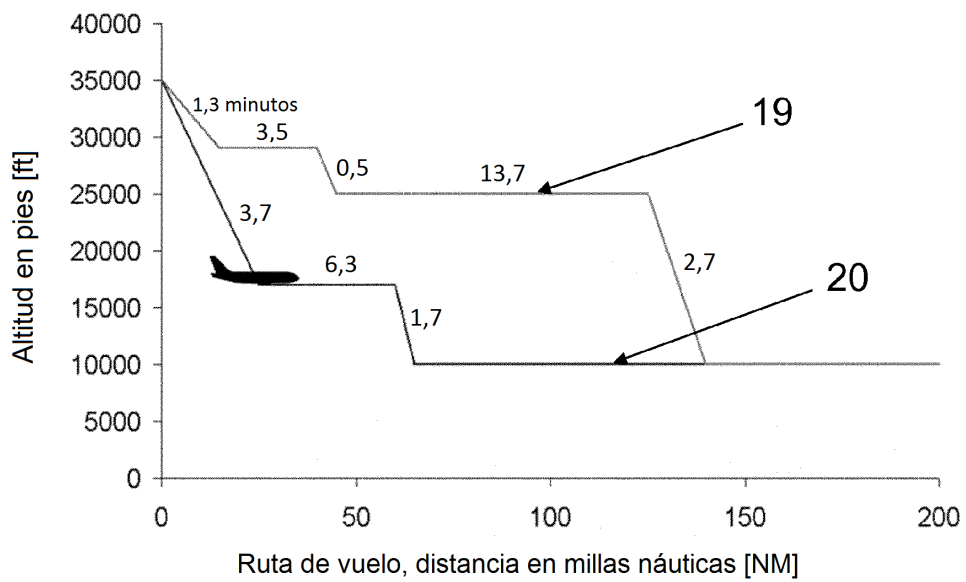


Fig. 7

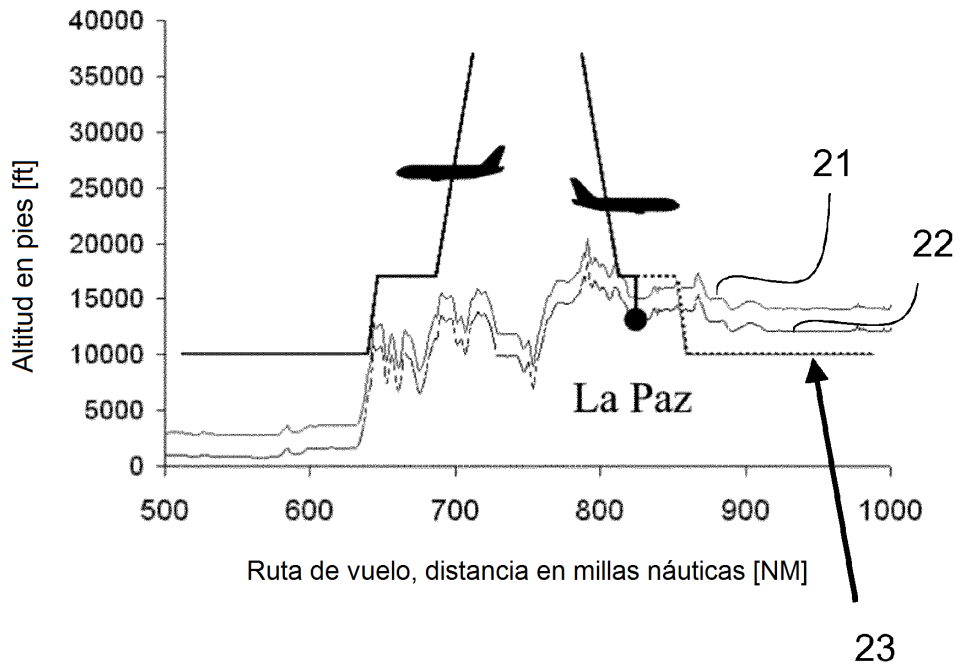


Fig. 8

