



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 329 622**

51 Int. Cl.:
B64D 13/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07005086 .9**

96 Fecha de presentación : **12.03.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **1834877**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **19.09.2007**

54 Título: **Método para controlar un aparato separador de gas.**

30 Prioridad: **15.03.2006 GB 0605178**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
27.11.2009

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
27.11.2009

73 Titular/es:
Honeywell Normalair-Garrett (Holdings) Limited
Box 671, Westland Works
Yeovil, Somerset BA20 2YD, GB

72 Inventor/es: **Hedges, Peter**

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

ES 2 329 622 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

Método para controlar un aparato separador de gas.

5 Esta invención trata sobre un método para controlar un aparato capaz de separar el gas producto, como el oxígeno para respirar, y el gas no producto de un suministro de aire. El método se utiliza específicamente, aunque no de forma exclusiva, para controlar un aparato separador consistente en un sistema concentrador de oxígeno de adsorción por cambios de presión parecido a los que hay disponibles a bordo de un avión y que pueden ofrecer suministro de gas para respirar a la tripulación del avión. Este aparato se conoce como un sistema de a bordo para la generación de oxígeno, también conocido por sus siglas en inglés "OBOG".

10 Por lo general, un OBOG funciona siguiendo un ciclo continuo de carga y purgado. Durante cada una de las fases de carga, se aporta suministro de aire al OBOG, como por ejemplo aire a alta presión purgado desde una sección de compresor de un motor de turbina de gas, y una capa de material de adsorción como la zeolita adsorbe principalmente el nitrógeno del suministro de aire, transportando el oxígeno hasta un conducto de gas producto para su uso. En cada una de las fases de purgado, se aísla la capa del suministro de aire y se expone a una presión más baja, como por ejemplo la atmosférica, para purgar el nitrógeno adsorbido de la capa a la atmósfera.

15 Una disposición típica sería aquella en la que cada ciclo de carga y purgado tarda unos 10 segundos antes de volver a repetirse. Las fases de carga y purgado pueden coordinarse con uno o más aparatos OBOG para facilitar la generación de una corriente continua de oxígeno.

20 Esta disposición típica es conocida por la EP-A-O 391 607 (NORMALAIR GARRETT LTD), e incluye todas las características del preámbulo de la reivindicación independiente.

25 Como se puede observar, en un avión la concentración del oxígeno necesaria variará en función de la altitud de la aeronave, y/o según las maniobras del avión, las cuales producen fuerzas G elevadas en la tripulación del avión.

30 Para modificar la concentración de oxígeno en un esfuerzo por satisfacer la demanda, es sabido que hay que variar las duraciones reales o duraciones relativas de las fases de carga y purgado, ya sea cambiando el tiempo del ciclo total, o las proporciones relativas de las fases de carga y purgado dentro de un tiempo de ciclo constante en función de la concentración de oxígeno detectada en el gas producto. Dependiendo del caso, se observará que el OBOG tarda algo de tiempo antes de reaccionar ante cualquier cambio, con lo que puede necesitar bastante tiempo hasta que la concentración de oxígeno en el conducto de suministro del gas producto cambie para satisfacer una nueva demanda. Es sabido que hay que aplicar algoritmos de control para maximizar la estabilidad del sistema, como por ejemplo en situaciones en que la demanda cambia rápidamente.

35 Generalmente, para detectar la concentración de oxígeno, se facilita una muestra del gas producto a un sensor de concentración de oxígeno, el cual a su vez requiere de un tiempo límite para detectar la concentración de oxígeno, aumentando de esta forma el retraso entre la demanda que cambia y el OBOG que reacciona al proporcionar una concentración aumentada o reducida del gas producto. En consecuencia el piloto recibe oxígeno excesiva o escasamente en condiciones instantáneas.

40 Esto es debido a que durante un ciclo de carga/purgado, se pueden producir grandes oscilaciones de presión en un conducto de gas producto y concentraciones de oxígeno variables. Para obtener una concentración exacta de oxígeno, la muestra que se presente al sensor de concentración de oxígeno ha de representar una concentración de oxígeno media durante un periodo de medición. Por ello, es posible que se tenga que aislar a la muestra del conducto de gas producto durante las tareas de medición causantes de los retrasos de medición junto con los creados debido a la naturaleza cíclica del aparato.

45 De acuerdo con la invención proporcionamos un método para controlar un aparato capaz de separar el gas producto del gas no producto del suministro de aire, donde la concentración del gas producto generado por el aparato variará en función de una señal de control emitida por un regulador y donde la eficacia del aparato para generar el gas producto dependerá de un parámetro ambiental; dicho método incluye la detección de la concentración de oxígeno en el gas producto generado por el aparato, el cual determina una demanda instantánea de concentración de oxígeno en el gas producto, lo que proporciona al regulador una señal variable de proceso indicativa de la concentración de oxígeno detectada en el gas producto, lo que además proporciona al regulador una señal de entrada de demanda indicativa de la demanda, detectando el parámetro ambiental y proporcionando una señal de entrada del parámetro ambiental al regulador, con lo que se compara la señal variable del proceso y la señal de demanda para generar una señal del error indicativa de un cambio en la concentración de oxígeno del gas producto necesario para satisfacer la demanda instantánea, lo que condiciona la señal del error para derivar una señal de control que controle el aparato y así satisfacer la demanda, caracterizada por un condicionamiento en el que la señal del error se compensa para derivar la señal de control, en función de la señal de entrada del parámetro ambiental.

50 Se ha descubierto que la eficacia de un aparato para separar el gas producto, como por ejemplo el oxígeno para respirar, del gas no producto en el suministro de aire, y concretamente, aunque no de forma exclusiva, en un OBOG, varía notablemente según los cambios de altitud, la temperatura del suministro de aire y otros parámetros ambientales. Por ejemplo, para la misma proporción de carga y purgado y la misma duración de ciclo, un OBOG podría producir

ES 2 329 622 T3

el doble e incluso el triple de concentraciones de oxígeno a una altitud elevada que en una altitud más baja. Esto es debido principalmente a la mayor eficacia de purgado a una altitud elevada, cuando la capa de adsorción del OBOG se expone a la atmósfera.

5 En un método de control convencional, dichas variaciones en la eficacia del OBOG no están previstas específicamente; únicamente se utiliza cualquier discrepancia entre la demanda y la concentración del gas producido como medio de control, mientras que con la presente invención, el método de control toma en cuenta el parámetro ambiental detectado, a la hora de condicionar la señal del error y de este modo compensar la señal de control para así controlar el aparato.

10 En consecuencia, el aparato puede controlarse para producir el gas producto en un nivel de concentración más próximo a la demanda instantánea que en los métodos de control conocidos, en los cuales no se compensan los parámetros ambientales variables.

15 La invención está específicamente dirigida, aunque no de forma exclusiva, a controlar uno o más aparatos concentradores de oxígeno de adsorción por cambios de presión parecidos a los que hay disponibles a bordo de un avión y que pueden ofrecer suministro de gas para respirar a la tripulación del avión.

20 Se proporciona una válvula de entrada para el o cada uno de los aparatos que pueda abrirse mediante el regulador para permitir la entrada de aire del suministro en el aparato, así como una válvula de purgado que pueda abrirse mediante el regulador para el purgado del aparato. Alternativamente, se puede proporcionar una válvula de entrada y purgado combinada para el o cada uno de los aparatos, que permita la entrada de aire del suministro al aparato o bien el purgado del aparato.

25 El parámetro ambiental es preferiblemente la altitud, en cuyo caso el método puede consistir en la detección de la altitud con un altímetro para proporcionar la señal de entrada ambiental al regulador.

30 El regulador puede compensar el parámetro ambiental mediante varios métodos. Por ejemplo, el regulador puede hacer referencia a datos contenidos por ejemplo en una tabla de consulta, que correlaciona la eficacia operativa del aparato con el parámetro ambiental detectado, y el método consiste en la utilización de los datos de la referencia para derivar la señal de control que compensa adecuadamente el parámetro ambiental.

A continuación describiremos las representaciones de la invención en relación con las ilustraciones que se adjuntan, en las cuales:

35 La Figura 1 es una vista ilustrativa de un sistema con varios aparatos para la adsorción de gas por cambios de presión que puede operarse de acuerdo con la presente invención;

40 La Figura 2 es una vista esquemática de un algoritmo de control para controlar el aparato de la figura 1 de acuerdo con la presente invención.

Si observamos la figura 1, veremos que muestra un sistema 10 que separa en el suministro de aire de alta presión el oxígeno de los gases que no son oxígeno para producir oxígeno como gas producto. Dicho sistema 10 se proporciona en un avión 11, cuyo suministro de aire proviene de una sección de compresor de un motor de turbina de gas 12.

45 El suministro de aire se introduce en un conducto de suministro 13 al cual están conectados cada uno de los tres aparatos para la adsorción de gas por cambios de presión 15, 16, 17 a través de sus correspondientes válvulas 15a, 16a, 17a. Cada una de las válvulas 15a, 16a, 17a funcionan eléctricamente y están controladas mediante un regulador 20 a través de sus correspondientes líneas de control a, b, c.

50 Cada aparato para la adsorción de gas por cambios de presión 15, 16, 17 contiene una capa de material de adsorción como la zeolita, que cuando las válvulas 15a, 16a, 17a se conectan al conducto de suministro de aire 13 llega un flujo de aire a la capa o capas, la cual o las cuales adsorben los gases que no son oxígeno, dando paso al oxígeno a un conducto de gas producto 18, a través de su correspondiente válvula de retenida 15c, a 16c, 17c. De este modo se suministra el gas producto para su uso en un sistema en sentido descendente para que la tripulación del avión 11 pueda respirarlo.

55 Las válvulas 15a, 16a, 17a son válvulas de tres vías que alternativamente se pueden operar mediante el regulador 20 para conectar la correspondiente capa del aparato 15, 16, 17 a un conducto de salida 19 que se abre a la atmósfera exterior de baja presión, mientras las válvulas 15a, 16a, 17a aíslan el conducto de suministro de aire 13 de las correspondientes capas adsorbentes de los aparatos 15, 16, 17, o para conectar las correspondientes capas de los aparatos 15, 16, 17 al conducto de suministro de aire 13 mientras aísla al aparato 15, 16, 17 del conducto de salida 19.

60 De este modo, en su correspondiente fase de carga cada aparato 15, 16, 17 puede producir oxígeno, o concentrar oxígeno del suministro de aire 13, y en su correspondiente fase de salida, el nitrógeno, que principalmente fue adsorbido por la capa durante la carga, puede purgarse del correspondiente aparato 15, 16, 17.

ES 2 329 622 T3

Para ayudar en el purgado, se puede permitir el paso de una pequeña cantidad de gas producto a través del aparato 15, 16, 17 abriendo una válvula purgadora controlada eléctricamente 15b, 16b, 17b. Esto se consigue enviando una señal a través del regulador 20 hasta la correspondiente válvula purgadora 15b, 16b, 17b a lo largo de la correspondiente línea de control "d", "e" o "f". Sin embargo, en otra configuración, las válvulas 15b, 16b, 17b pueden funcionar como válvulas de descarga abriendo las válvulas 15b, 16b, 17b, mientras la correspondiente capa recibe el aire del suministro de aire 13, para incrementar el flujo de aire a través de la correspondiente capa 15, 16, 17.

El sistema 10 incluye además un sensor de concentración de oxígeno 21 en el que al pasar una proporción de gas producto se detecta la concentración de oxígeno que se produce por el sistema 10. En el ejemplo, el sensor 21 se facilita en un ramal 18a del conducto de gas producto 18, en el cual el gas de muestra se purga a través de un orificio. Después de la detección, el gas de muestra se expulsa a la atmósfera.

Si observamos ahora la figura 2 se muestra de forma esquemática un algoritmo de control 25, que fundamentalmente lo que hace es utilizar un control proporcional e integral conocido (control "PI") para proporcionar una señal de salida en una salida 26. La demanda instantánea de oxígeno, que dependerá de la altitud de la aeronave y/o de las fuerzas G a las cuales está sometida la tripulación del avión durante las maniobras del mismo, se contrasta en un comparador 22 con una variable de proceso P, la cual en este ejemplo es dependiente de la concentración de oxígeno producido por los tres aparatos 15, 16, 17 de acuerdo con lo detectado por el sensor de concentración de oxígeno 21, que a su vez depende del rendimiento del sistema 10. De este modo, la señal P que indica la existencia de concentración de oxígeno producida por el sistema 10, se envía al comparador 22.

La demanda de oxígeno del ejemplo se deriva aquí de la señal de salida 24 del altímetro A, donde la demanda es una señal modificada (amplificada y condicionada) o una señal de demanda calculada a partir de la señal de salida 24 del altímetro A o derivada de una tabla de consulta 25 que presenta una señal de demanda D dependiente de la altitud. En otro ejemplo, la demanda puede incluir o depender únicamente de una entrada procedente de un sensor o determinador de fuerzas G, y en el figura 1, se ilustra dicho sensor de fuerzas G en G que proporcione dicha entrada 23 al regulador 20. De modo que la señal de demanda D puede depender de la altitud, o la altitud y la fuerza G o bien sólo la fuerza G, según se requiera.

En cada caso se produce una señal de error en 27 que es indicativo de un cambio en la concentración de oxígeno necesaria para que la concentración del oxígeno producido por el sistema 10 satisfaga la demanda, esto es, la señal de error 27 es proporcional a la discrepancia instantánea entre la demanda de oxígeno y la concentración del oxígeno producido.

En una disposición convencional, esta señal proporcional de error 27 estaría condicionada, esto es, amplificada por un amplificador 29 y empleada como un componente para producir la salida 26. No obstante, tal y como se describe más adelante, la señal proporcional de error 27 está condicionada en una sección de ganancia 30 del algoritmo para compensar el rendimiento variable del sistema debido a un factor ambiental, con el fin de proporcionar una señal compensada de error 33 que tras la amplificación mediante el amplificador 29, (la señal proporcional compensada amplificada del error que es indicada en 35) pueda enviarse a un sumador 36.

Entre la sección de ganancia 30 y el amplificador 29, se proporciona una entrada de la señal de error compensada 33 a otro bucle de control 31 donde una señal de error integral se deriva a 34, proporcional al tiempo y magnitud del error entre la demanda y la concentración de oxígeno real.

La señal de error proporcional compensada 35 del amplificador 29 y la señal de error integral 34 se combinan en el sumador 36 para producir la salida 26 cuyo uso se especificará más adelante.

Los algoritmos del control "PI" se utilizan normalmente para controlar sistemas que requieren que una demanda en constante cambio sea satisfecha por un sistema cambiante de bajo rendimiento para ofrecer un control estable, es decir, para que el control no se realice únicamente en proporción al error entre la concentración de oxígeno real y la demanda. Dichos algoritmos de control pueden incluir control derivado también que se superponga a las señales de error proporcionales e integrales 35, 34, una señal de error derivada que sea proporcional al nivel de cambio del error entre la demanda y la concentración de oxígeno real P producida. Dicha metodología de control se conoce bajo el nombre de control "PID".

En el sistema 10 para separar el oxígeno del gas que no es oxígeno y producir oxígeno como gas producto, tal y como se muestra en el figura 1, una de las complicaciones añadidas es que el rendimiento del sistema 10 cambiará según las variaciones en los parámetros ambientales, y más concretamente, aunque no de forma exclusiva, en función de la altitud.

Esto se debe en gran parte a que la eficacia de purgado de las capas adsorbentes del aparato 15, 16, 17 es mayor a una altitud elevada, con lo que se mejora la eficacia total del proceso de separación en el aparato 15,16,17.

Puesto que el sistema 10 reacciona intrínseca y lentamente a una demanda variable debido a las razones ejemplificadas con anterioridad, convencionalmente el sistema 10 hace frente a dichos factores ambientales, esto es, a medida que el sensor de concentración de oxígeno 21 detecta mayores concentraciones de oxígeno en el gas resultante generadas a altitudes elevadas.

ES 2 329 622 T3

Sin embargo de acuerdo con la presente invención, el algoritmo conocido como “PI” se modifica para compensar la eficacia variable del proceso de separación del oxígeno debido a los factores ambientales variables, y fundamentalmente a la altitud.

5 En el figura 1 se puede observar que el sistema 10 incluye un altímetro A que determina la altitud de la aeronave, lo que proporciona una entrada de parámetro ambiental 24 al regulador 20, así como la entrada que se utiliza para determinar la demanda.

10 El regulador 20 utiliza la entrada del parámetro ambiental 24 para compensar la eficacia variable del proceso de separación con la altitud, cambiando la ganancia aplicada a la señal de error proporcional 27 del comparador 22.

La compensación aplicada dependerá de la altitud detectada por el altímetro A que proporciona una entrada del parámetro ambiental 40 dentro de la sección de ganancia 30 del algoritmo.

15 El regulador 20 puede utilizar los datos de la referencia que correlacionan la eficacia del proceso de separación variable con la altitud. Dichos datos pueden proporcionarse en una tabla de consulta. Alternativamente, la compensación puede aplicarse en función de una relación calculada conocida o derivada empíricamente entre la eficacia del proceso de separación variable y la altitud. En cada caso, la ganancia aplicada en la sección de ganancia 30 viene determinada por el parámetro ambiental.

20 En el figura 2, puede observarse que un amplificador 41 recibe la entrada del parámetro ambiental 40 procedente del altímetro A, pero la ganancia de la señal de error 27 sólo cambia si varía la altitud en pasos de 10 pies por ejemplo para evitar que la ganancia cambie constantemente.

25 En virtud del algoritmo de control “PI” o “PID” y de la compensación de ganancia 30 aplicados en función del parámetro ambiental, la salida 26 puede permitir que el regulador 20 responda con mayor rapidez y exactitud a la demanda cambiante, para ajustar el rendimiento del sistema 10 y así satisfacer la demanda.

30 Si consultamos de nuevo la figura 1, se puede apreciar que normalmente los tres aparatos para la adsorción de gas por cambios de presión 15, 16, 17 funcionan de manera coordinada para conseguir una concentración de oxígeno deseada en el conducto del gas producto 18. Por lo tanto, lo normal es que durante un periodo de funcionamiento, los tres aparatos 15, 16, 17 puedan funcionar de modo que en todo momento, al menos uno de los aparatos 15, 16, 17 esté en la fase de carga y al menos otro de los dos aparatos restantes 15, 16, 17 esté purgando para así garantizar un suministro de oxígeno constante hasta el conducto de gas producto 18.

35 Los tres aparatos 15, 16, 17 pueden funcionar con la proporción de las duraciones de carga y purgado constantes durante el periodo de funcionamiento, mientras van variando los tiempos de los ciclos totales, para así variar la cantidad y la concentración de oxígeno producido y proporcionado al conducto de gas producto 18 en función de cualquier discrepancia entre la demanda y la concentración real del gas producto detectada por el sensor 21, con la compensación del factor ambiental aplicada a la sección de ganancia 30 del algoritmo de control.

40 En un ejemplo alternativo y preferido, el tiempo del ciclo de carga/purgado en cada uno de los tres aparatos 15, 16, 17 puede mantenerse constante durante un periodo de funcionamiento que abarque una variedad de ciclos, pero donde el regulador 20 sea el encargado de modificar la proporción del tiempo de ciclo de carga con respecto al de purgado para cada aparato 15, 16, 17 con el fin de modificar la cantidad y la concentración del oxígeno generado y proporcionado al conducto de gas producto 18, en función de las discrepancias entre la demanda y la concentración real del gas producto detectadas por el sensor 21, con la compensación ambiental del factor aplicada en la sección de ganancia 30 del algoritmo del control.

50 Para alcanzar dicho control, nótese que la salida 26 desde el algoritmo requiere un procesamiento por parte del regulador 20 con el fin de proporcionar señales de control adecuadas a lo largo de las líneas de control “a” a “f” hasta las diferentes válvulas 15a, 16a, 17a, 15b, 16b, 17b que funcionan eléctricamente.

Las diferentes modificaciones pueden efectuarse sin apartarse del alcance de la invención.

55 Por ejemplo, pese a que la invención se ha descrito para ser aplicada a un sistema 10 que incluye varios aparatos para la adsorción de gas por cambios de presión 15, 16, 17; ésta se puede aplicar a cualquier otro aparato separador de gas donde la eficacia y el rendimiento del proceso de separación dependa de uno o más factores ambientales, como es el caso de la altitud.

60 Aunque el parámetro ambiental de la altitud es lo más importante en el aparato para la adsorción de gas por cambios de presión 15, 16, 17, la temperatura del suministro de aire también se presenta como factor a destacar, en el que la ganancia de la señal de error 27 entre la demanda y la concentración de oxígeno detectada (en la representación de los dibujos) se puede compensar en la sección de ganancia 30 del algoritmo de control en función de la temperatura del suministro de aire que puede variar con la altitud, rendimiento 12 del motor y otros factores. De hecho, la presente invención es aplicable en aquellos casos en los que haya un factor ambiental que pueda cambiar el rendimiento del sistema de separación de gas, siempre y cuando el efecto del parámetro ambiental variable pueda correlacionarse con el rendimiento del sistema de separación 10, para que pueda aplicarse la compensación de ganancia adecuada.

ES 2 329 622 T3

En el ejemplo descrito, la compensación de ganancia se aplica a la señal de error 27 que es proporcional a la diferencia entre la demanda y la concentración de oxígeno detectada, pero en otro ejemplo, la compensación de un parámetro ambiental variable puede utilizarse de otro modo en la metodología de control para proporcionar una señal de control que controle el sistema 10.

5

En una modificación del sistema 10 que se muestra en la figura 1, en vez de combinar las válvulas de entrada 15a, 16a, y 17a del aparato para la adsorción de gas por cambios de presión 15, 16, 17 con válvulas de tres vías, que pueden funcionar alternativamente para conectar las capas de adsorción del aparato 15, 16, 17 con el suministro de aire 13 o con la atmósfera 19, se proporcionan válvulas de entrada y purgado independientes, las cuales funcionan eléctricamente, es decir mediante solenoide, válvulas controladas por separado por el regulador 20.

10

Las características desveladas en la descripción precedente, o las reivindicaciones siguientes, o bien los dibujos adjuntados, mostrados en sus diferentes formatos o de forma que desvele la función o un método o proceso cuyo objetivo sea el resultado a revelar, según se considere apropiado, podrá por separado o conjuntamente con dichas características, utilizarse para realizar la invención en sus diversas formas.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

5 1. Un método para controlar un aparato (15, 16, 17) capaz separar el gas producto del gas no producto del suministro de aire (13), donde la concentración del gas producto generado por el aparato (15, 16, 17) variará en función de una señal de control emitida por un regulador (20) y donde la eficacia del aparato (15, 16, 17) para generar el gas producto dependerá de un parámetro ambiental. Dicho método incluye la detección de la concentración de oxígeno en el gas producto generado por el aparato (15, 16, 17), el cual determina una demanda instantánea de concentración de oxígeno en el gas producto, lo que proporciona al regulador (20) una señal variable de proceso (P) indicativa de la concentración de oxígeno detectada en el gas producto, lo que además proporciona al regulador (20) una señal de entrada de demanda (D) indicativa de la demanda, detectando el parámetro ambiental y proporcionando una señal de entrada del parámetro ambiental (24) al regulador (20), con lo que se compara la señal variable del proceso (P) y la señal de demanda (D) para generar una señal del error (27) que indica un cambio en la concentración de oxígeno del gas producto necesario para satisfacer la demanda instantánea (D), lo que condiciona la señal del error para derivar una señal de control (33) que controle el aparato (15, 16, 17) y así satisfacer la demanda, **caracterizado** por un condicionamiento en el que la señal de error (27) se compensa para derivar la señal de control (33), en función de la señal de entrada del parámetro ambiental (24).

20 2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1 que además se **caracteriza** porque el parámetro ambiental detectado se ve afectado al menos por la altitud y la temperatura del suministro de aire.

25 3. Un método de acuerdo con la reivindicación 2 que además se **caracteriza** porque el parámetro ambiental que se detecta es la altitud, donde el método incluye la detección de altitud con un altímetro para proporcionar la señal de entrada ambiental hasta el regulador.

30 4. Un método de acuerdo con la reivindicación 3 que también se **caracteriza** porque el aparato para separar el gas producto se proporciona en una aeronave y el método incluye la detección de la altitud del avión para proporcionar la entrada del parámetro ambiental.

35 5. Un método de acuerdo con la reivindicación 4 que se **caracteriza** también porque el aparato es como mínimo un aparato de concentración de oxígeno para la adsorción de gas por cambios de presión que comprende el aparato disponible a bordo de un avión para ofrecer suministro de gas para respirar a la tripulación del avión.

40 6. Un método de acuerdo con la reivindicación 4 que se **caracteriza** además por disponer de una válvula de entrada para el aparato o cada uno de ellos que pueda abrirse mediante el regulador para permitir la entrada de aire desde el suministro de aire hasta el aparato, así como una válvula de purgado que pueda abrirse mediante el regulador para purgar el aparato.

45 7. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores **caracterizado** porque el regulador compensa el parámetro ambiental mediante la utilización de datos de referencia que correlacionen la eficacia de funcionamiento del aparato con el parámetro ambiental detectado, y el método incluye la utilización de los datos de referencia para derivar la señal de control que se compense adecuadamente de esta forma el parámetro ambiental.

50

55

60

65

70

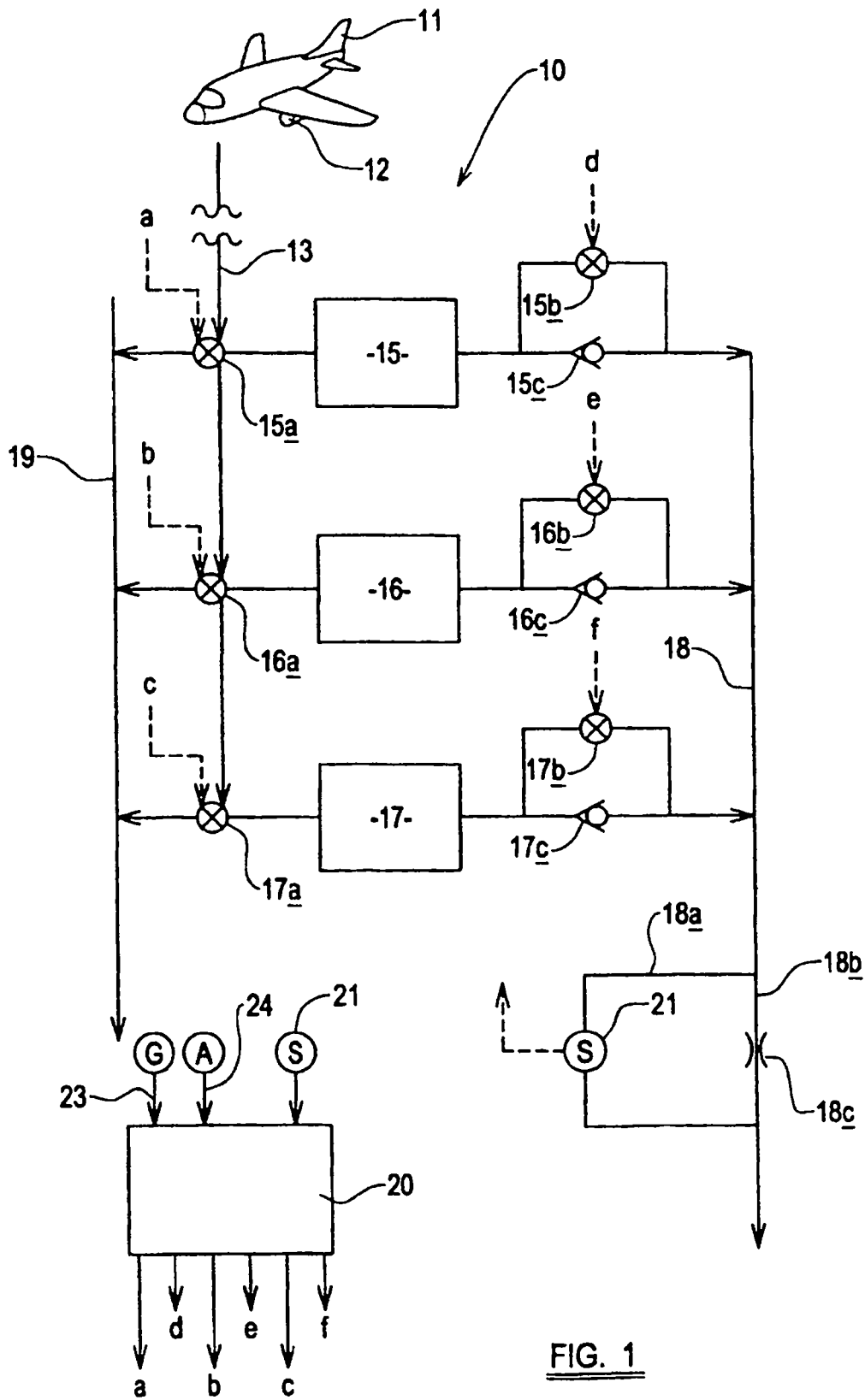


FIG. 1

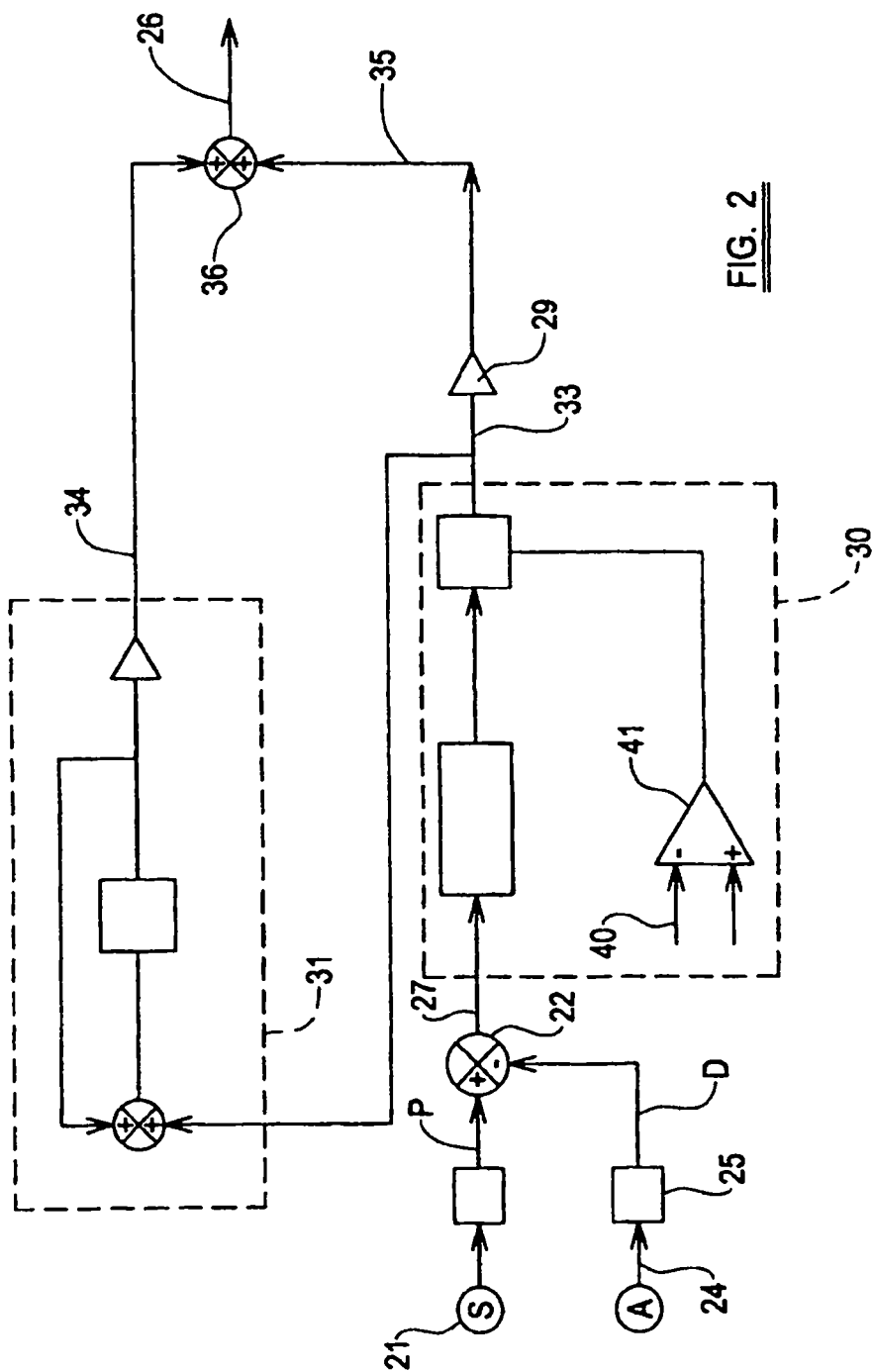


FIG. 2