

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 372 632**

51 Int. Cl.:  
**B64D 13/02** (2006.01)  
**B64D 13/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **07874271 .5**  
96 Fecha de presentación: **13.11.2007**  
97 Número de publicación de la solicitud: **2219946**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **25.08.2010**

54 Título: **ENTRADAS DE AIRE DINÁMICO COMBINADAS DE AIRE DE CABINA Y DE INTERCAMBIADOR DE CALOR PARA SISTEMAS DE CONTROL AMBIENTAL PARA AERONAVES, Y MÉTODOS DE UTILIZACIÓN ASOCIADOS.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**24.01.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**24.01.2012**

73 Titular/es:  
**The Boeing Company  
100 North Riverside Plaza  
Chicago, IL 60606-2016, US**

72 Inventor/es:  
**PARIKH, Pradip G.**

74 Agente: **de Elizaburu Márquez, Alberto**

ES 2 372 632 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**

Entradas de aire dinámico combinadas de aire de cabina y de intercambiador de calor para sistemas de control ambiental para aeronaves, y métodos de utilización asociados.

5 CAMPO TÉCNICO  
La siguiente invención se refiere de manera general a sistemas de control ambiental para aeronaves y, más en concreto, a entradas y salidas de aire para un sistema de control ambiental para aeronaves.

10 ANTECEDENTES  
Típicamente, los aviones comerciales y otras aeronaves convencionales incluyen sistemas de control ambiental que proporcionan aire acondicionado para los pasajeros y la tripulación y para otros fines. Los sistemas de control ambiental (ECSs) convencionales utilizan aire que es "sangrado" del compresor de cada reactor aguas arriba de la cámara de combustión. La temperatura y presión de este "aire de sangrado" puede variar mucho dependiendo de la configuración de empuje del motor. Por esta razón, los ECSs incluyen típicamente uno o más intercambiadores de calor, compresores, y/o turbinas para ajustar la temperatura y la presión del aire antes de que éste fluya al interior de la cabina.

20 La utilización de aire de sangrado para el acondicionamiento del aire de cabina puede reducir la eficiencia del motor en cuanto a su consumo de combustible. Para evitar esto, algunas aeronaves más modernas (tales como las aeronaves Boeing 787) tienen sistemas de aire acondicionado "más eléctricos" que utilizan aire exterior procedente de entradas de aire dinámico independientes para cada sistema de acondicionamiento de aire. La primera entrada de aire dinámico proporciona aire a compresores del aire de cabina accionados por motores eléctricos, los cuales suministran aire a alta presión al sistema de acondicionamiento de aire. La segunda entrada de aire dinámico proporciona aire de enfriamiento al intercambiador de calor del sistema de acondicionamiento de aire. Aunque el tener una entrada de aire dinámico con alta recuperación de presión específica para los compresores del aire de cabina puede reducir las necesidades de energía de los compresores, la entrada adicional añade resistencia aerodinámica, peso, coste y complejidad a la aeronave, lo cual puede contrarrestar los ahorros en eficiencia de consumo de combustible.

25 La Publicación de Solicitud de Patente US 2002/0152765 A1 describe un conducto de aire dinámico para un sistema de aire acondicionado para un avión, que tiene un canal de entrada que puede estar cerrado por una válvula de entrada y un canal de salida que puede estar cerrado por una válvula de salida, estando el canal de salida dividido en un canal de salida de la turbina y un canal de derivación, donde la válvula de salida sólo cierra el canal de derivación en el estado de entrada cerrada.

30 La publicación de patente internacional WO 2005/063564 A2 describe un deflector de guiado del aire de salida de un sistema de aire dinámico para aeronaves, en el cual una superficie del deflector está situada enfrente de un conducto de aire y está expuesta a una presión existente en el conducto de aire, y cuya superficie opuesta está expuesta a la presión del aire que fluye a lo largo de la aeronave, comprendiendo el sistema un actuador y un sistema de control que controla la posición del deflector de guiado del aire de salida de manera que la diferencia entre las presiones, es decir, la fuerza que actúa en cualquier instante sobre el actuador, es esencialmente cero.

35 SUMARIO  
El siguiente resumen se proporciona sólo para el beneficio del lector, y no tiene la intención de limitar de ninguna manera el invento tal como lo exponen las reivindicaciones.

40 En un primer aspecto del invento se proporciona un sistema de control ambiental (ECS) para su utilización con una aeronave como se define en la reivindicación 1 de las reivindicaciones adjuntas. En un segundo aspecto del invento se proporciona un método para hacer funcionar un ECS en una aeronave en vuelo, como se define en la reivindicación 8.

45 Diferentes realizaciones del invento están dirigidas de manera general a sistemas de control ambiental (ECSs) para aeronaves que tienen entradas combinadas de aire dinámico para el aire de cabina y para el intercambiador de calor. Un ECS configurado de acuerdo con una realización del invento incluye una entrada de aire dinámico que proporciona una primera parte de aire a un sistema de acondicionamiento de aire y una segunda parte de aire a un intercambiador de calor asociado. La primera parte de aire procedente de la entrada de aire dinámico fluye desde el sistema de acondicionamiento de aire y a través del intercambiador de calor antes de fluir al interior de una cabina de la aeronave. La segunda parte de aire procedente de la entrada de aire dinámico enfría la primera parte de aire en el intercambiador de calor, antes de salir de la aeronave a través de una salida de aire dinámico.

50 Un método para proporcionar aire a una cabina de una aeronave de acuerdo con una realización adicional del invento puede incluir dividir el flujo de aire exterior en una primera parte del flujo de aire y una segunda parte del flujo de aire. El método puede además incluir enfriar la primera parte del flujo de aire con la segunda parte del flujo de

aire después de comprimir la citada primera parte del flujo de aire, y dirigir la primera parte del flujo de aire hacia el interior de la cabina de la aeronave después de que haya sido enfriada con la segunda parte del flujo de aire.

BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

5 La figura 1 es un diagrama esquemático de una arquitectura de un sistema de control ambiental para aeronaves configurado de acuerdo con una realización de la invención.  
 La figura 2 es un diagrama esquemático de una arquitectura de un sistema de control ambiental para aeronaves configurado de acuerdo con otra realización de la invención.  
 La figura 3 es una vista isométrica desde debajo de una aeronave que tiene un sistema de control ambiental  
 10 con una entrada de aire dinámico y una salida de aire dinámico configuradas de acuerdo con una realización de la invención.  
 Las figuras 4A-4C son vistas en sección transversal de una parte de la aeronave de la figura 3, que ilustran una puerta de entrada de aire dinámico configurada de acuerdo con una realización de la invención.  
 Las figuras 5A y 5B son vistas isométricas desde debajo de salidas de aire dinámico configuradas de  
 15 acuerdo con diferentes realizaciones de la invención.  
 La figura 6A es una gráfica que ilustra el factor de recuperación de la presión de entrada frente al flujo másico para un conducto de entrada de un sistema de control ambiental para aeronaves de acuerdo con una realización de la invención, y la figura 6B es una gráfica que ilustra la resistencia aerodinámica de un sistema de entrada de aire dinámico frente al flujo másico de acuerdo con otra realización de la invención.  
 20 La figura 7A es una gráfica que ilustra una relación entre una abertura de entrada de aire dinámico y una abertura de salida de aire dinámico de acuerdo con una realización de la invención, y la figura 7B es una gráfica que ilustra el flujo másico de aire en función de la relación entrada/salida de la figura 7A de acuerdo con otra realización de la invención.  
 Las figuras 8A-8C ilustran los factores de recuperación de la presión de aire en las entradas del compresor de aire de cabina, las necesidades de potencia del compresor de aire de cabina, y la resistencia aerodinámica del sistema de control ambiental en diferentes condiciones de vuelo de acuerdo con realizaciones de la invención.  
 25 La figura 9 es un diagrama de flujo de una rutina para modular una entrada de aire dinámico y/o una salida de aire dinámico asociada para un sistema de control ambiental de acuerdo con una realización de la invención.  
 30

DESCRIPCIÓN DETALLADA

La siguiente invención describe sistemas de control ambiental para aeronaves y métodos de utilización asociados. En una realización, un sistema de control ambiental para aeronaves ("ECS" para aeronaves) incluye una entrada de  
 35 aire dinámico modulada que proporciona aire a un sistema de acondicionamiento de aire y al intercambiador de calor del sistema de acondicionamiento. En la siguiente descripción y en las figuras 1-9 se establecen algunos detalles para proporcionar una comprensión completa de diferentes realizaciones de la invención. Para evitar complicar innecesariamente la descripción de las diferentes realizaciones de la invención, en la invención que sigue no se establecen otros detalles que describan, por ejemplo, estructuras y sistemas conocidos asociados a menudo con aeronaves, entradas de aire dinámico para aeronaves, y ECSs para aeronaves.  
 40

Muchos de los detalles, dimensiones, ángulos y otras características mostradas en las figuras son meramente ilustrativos de realizaciones concretas de la invención. Por consiguiente, otras realizaciones pueden tener otros  
 45 detalles, dimensiones, ángulos y características sin apartarse del alcance de la presente invención. Además, se pueden llevar a la práctica realizaciones adicionales de la invención sin varios de los detalles descritos más adelante.

En las figuras, números de referencia idénticos identifican a elementos idénticos o, al menos, generalmente similares. Para facilitar la explicación de cualquier elemento concreto, el dígito o los dígitos más significativos de  
 50 cualquier número de referencia hacen referencia a la figura en la cual se introduce ese elemento por primera vez. Por ejemplo, el elemento 201 se introduce por primera vez y se explica al hacer referencia a la figura 2.

La figura 1 ilustra una arquitectura 100 de un ECS para aeronaves que recibe aire exterior desde una primera  
 55 entrada 101 de aire dinámico y una segunda entrada 103 de aire dinámico. La primera entrada 101 de aire dinámico puede ser una entrada de aire dinámico a ras, y la segunda entrada 103 de aire dinámico puede ser una entrada de aire dinámico de tipo pitot. Las entradas 101 y 103 de aire dinámico pueden estar situadas en carenados del fuselaje del ala a cada lado de la aeronave. En la realización ilustrada, la segunda entrada 103 de aire dinámico proporciona aire a alta presión a un primer compresor 104a de aire de cabina y a un segundo compresor 104b de aire de cabina. Los compresores 104 de aire de cabina suministran aire a alta presión a un sistema 106 de acondicionamiento de  
 60 aire. La primera entrada 101 de aire dinámico proporciona aire de enfriamiento a un intercambiador de calor 108 del sistema de acondicionamiento de aire. El sistema 106 de acondicionamiento de aire, el intercambiador de calor 108 y los compresores 104 del aire de cabina se pueden transportar dentro de un compartimento 107 del sistema de acondicionamiento de aire.

65 Durante el funcionamiento, la segunda entrada 103 de aire dinámico proporciona aire a alta presión a los compresores 104 de aire de cabina. Los compresores 104 de aire de cabina comprimen el aire antes de hacerlo fluir

al sistema 106 de acondicionamiento de aire. El sistema 106 de acondicionamiento de aire puede incluir compresores de aire, expansores de aire, turborrefrigeradores, dispositivos de ciclo de vapor, y/u otros equipos de acondicionamiento de aire conocidos en la técnica para el acondicionamiento de aire. El sistema 106 de acondicionamiento de aire acondiciona el aire y lo envía a través del intercambiador de calor 108. El aire dinámico procedente de la primera entrada 101 fluye a través del intercambiador de calor 108 para enfriar el aire procedente del sistema 106 de acondicionamiento de aire. Después de pasar a través del intercambiador de calor 108, el aire procedente del sistema 106 de acondicionamiento de aire fluye al interior de una cabina 110 de la aeronave. Al menos una parte del aire que fluye a través de la cabina 110 se expulsa por las válvulas 105 de descarga. Después de fluir a través del intercambiador de calor 108, el aire de enfriamiento procedente de la primera entrada 101 de aire dinámico sale de la aeronave a través de una salida 102 de aire dinámico.

En una realización, la primera entrada 101 de aire dinámico puede incluir una puerta de entrada modulada, tal como la puerta de entrada modulada descrita en detalle en la Solicitud de Patente pendiente de aprobación U.S. N° 11/599.245, y la salida 102 de aire dinámico puede incluir una abertura variable. En esta realización, la arquitectura 100 del ECS puede además incluir un controlador 120 que esté conectado operativamente al sistema 106 de aire acondicionado, a la primera entrada 101 de aire dinámico, y a la salida 102 de aire dinámico. Durante el funcionamiento, el controlador 120 puede modular de manera automática la primera entrada 101 de aire dinámico y/o la salida 102 de aire dinámico para optimizar o para al menos mejorar la recuperación de presión de aire en un conducto 109 de entrada asociado. Además, o de forma alternativa, el controlador 120 puede también modular la primera entrada 101 de aire dinámico y/o la salida 102 de aire dinámico para reducir la resistencia aerodinámica del sistema ECS dinámico durante el vuelo.

La figura 2 es un diagrama esquemático de una arquitectura 200 de un ECS de una aeronave configurado de acuerdo con otra realización de la invención. En esta realización, la arquitectura 200 del ECS incluye una única entrada 201 de aire dinámico que proporciona aire exterior a un intercambiador de calor 208 y a los compresores de aire de cabina primero 204a y segundo 204b. La entrada 201 de aire dinámico puede incluir una entrada al ras modulada que tiene una abertura 224 de entrada variable, tal como la puerta de entrada modulada descrita con detalle en la Solicitud de Patente pendiente de aprobación U.S. N° 11/599.245 (véanse las figuras 4A-4C y la invención asociada). El aire que entra fluye desde un conducto 209 de entrada común hasta el primer compresor 204a de aire de cabina a través de un primer canal 212a de aire, y hasta el segundo compresor 204b de aire de cabina a través de un segundo canal 212b de aire, después de que el flujo se haya frenado hasta números de Mach en el rango de aproximadamente 0,1 a aproximadamente 0,2 por medio de un aumento del área del difusor asociado con la entrada 201 de aire dinámico. Los compresores 204 de aire de cabina comprimen el aire de entrada antes de que éste fluya al interior de un sistema 206 de acondicionamiento de aire. El sistema 206 de acondicionamiento de aire puede incluir turborrefrigeradores, dispositivos de ciclo de vapor, y/u otros equipos de acondicionamiento de aire conocidos en la técnica para acondicionar el aire antes de que éste fluya al interior de la cabina de la aeronave. Como parte del acondicionamiento de aire, el aire fluye desde el sistema 206 de acondicionamiento de aire a través del intercambiador de calor 208 por medio de un tercer canal 214a de aire y de un cuarto canal 214b de aire. El aire que fluye desde el conducto 209 de entrada a través del intercambiador de calor 208 es expulsado al exterior a través de una salida 202 de aire. La salida 202 de aire dinámico puede incluir una salida modulada con una abertura 225 de salida variable (véanse las figuras 5A y 5B y la invención asociada).

En otro aspecto de esta realización, el sistema 200 de control ambiental puede incluir un controlador 220 conectado operativamente al sistema 206 ECS, a la entrada 201 de aire y a la salida 202 de aire. El controlador 220 puede incluir un procesador 222 que ejecute instrucciones informáticas almacenadas en la memoria 223. Las instrucciones informáticas pueden hacer que el controlador 220 module la abertura de entrada variable asociada con la entrada 201 de aire y la abertura de salida variable asociada con la salida 202 de aire para lograr factores de recuperación de presión relativamente altos en el conducto 209 de entrada, reduciendo al mismo tiempo la resistencia aerodinámica del sistema dinámico en comparación con, por ejemplo, el sistema de dos entradas de aire dinámico descrito anteriormente haciendo referencia a la figura 1.

La figura 3 es una vista isométrica desde debajo de una aeronave 300 que muestra la entrada 201 de aire dinámico y la salida 202 de aire dinámico de la figura 2, de acuerdo con una realización de la invención. En esta realización particular, la entrada 201 de aire dinámico está situada en la cara inferior de un carenado 306 del fuselaje del ala, y la salida 202 de aire dinámico está situada detrás de la entrada 201 de aire dinámico. En otras realizaciones, la entrada 201 de aire dinámico y/o la salida 202 de aire dinámico pueden estar situadas en otras partes de la aeronave 300. Por ejemplo, la entrada 201 de aire dinámico puede estar situada en una zona de presión positiva de un fuselaje 304, o en una zona similar de un ala 303 o de un empenaje 305. Aunque en la figura 3 sólo se muestran una entrada de aire dinámico y una salida de aire dinámico, la aeronave 300 puede también incluir una combinación de entrada/salida de aire dinámico similar en el otro lado del fuselaje 304.

Las figuras 4A-4C son una serie de vistas laterales en sección transversal de una realización de la entrada 201 de aire dinámico en diferentes etapas de funcionamiento. Haciendo referencia en primer lugar a la figura 4A, la entrada 201 de aire dinámico incluye una carcasa 410 de entrada separada de un labio 408 de entrada. Una bisagra 416 une a pivotamiento una puerta 210 de entrada de aire dinámico con la carcasa 410 de entrada. En esta realización, la puerta 210 de entrada de aire dinámico ("puerta 210 de entrada") es una puerta "de una sola pieza" que tiene una

primera parte 412 de superficie situada, con el movimiento permitido, al menos aproximadamente delante o aguas arriba del labio 408 de entrada, una segunda parte 414 de superficie situada, con el movimiento permitido, al menos aproximadamente detrás o aguas abajo del labio 408 de entrada, y una zona 413 de transición separada del labio 408 de entrada para formar la "garganta" variable o abertura 224 de entrada entre los dos. La zona 413 de transición forma un ángulo 418 entre la primera parte 412 de superficie y la segunda parte 414 de superficie. El ángulo 418 puede ser de desde aproximadamente 130 grados hasta de aproximadamente 178 grados. Por ejemplo, en una realización, el ángulo 418 puede ser de desde aproximadamente 150 grados hasta de aproximadamente 175 grados. En otra realización, el ángulo 418 puede ser de desde aproximadamente 160 grados hasta de aproximadamente 170 grados. La puerta 210 de entrada de esta realización también incluye una tercera parte 426 de superficie unida a una zona posterior de la segunda parte 414 de superficie y que se extiende alejándose de la segunda parte 414 de superficie hacia la carcasa 410 de entrada.

Aunque la zona 413 de transición de la realización ilustrada puede al menos aproximarse a un borde en el que se encuentren la primera parte 412 de superficie y la segunda parte 414 de superficie, en otras realizaciones la zona 413 de transición puede incluir una zona de transición más redondeada o más suave entre estas dos porciones de superficie. De esta manera, se entenderá que la zona 413 de transición incluye bordes afilados, o zonas de transición redondeadas o curvas, y/u otras zonas que pueden hacer de transición entre la primera parte 412 de superficie y la segunda parte 414 de superficie. Además, el término "carcasa de entrada" se usa en este documento sólo para una mayor facilidad de referencia, y se refiere de manera general a la estructura que aloja y/o soporta a la puerta 210 de entrada. A este respecto, la carcasa 410 de entrada puede incluir un cerramiento pero no está limitada a un cerramiento. Por consiguiente, en otras realizaciones, la carcasa 410 de entrada puede incluir otras disposiciones, más abiertas, de estructuras de soporte.

Durante el funcionamiento, el aire 402 dinámico fluye a través de la abertura 224 de entrada y al interior de un canal 432 difusor variable formado por la segunda parte 414 de superficie y la superficie del labio 408 de entrada situada enfrente de ella. El aire de entrada fluye desde el canal 432 difusor variable al interior de un canal 434 difusor fijo, antes de fluir al interior del conducto 209 de entrada. El canal 434 difusor fijo está formado por un difusor 431 fijo que tiene una superficie 430 difusora fija. Como se describe con mayor detalle más adelante, durante el funcionamiento la segunda parte 414 de superficie de la puerta 210 de entrada se puede colocar opcionalmente alineada con la superficie 430 difusora fija, como se muestra en la figura 4A.

Un actuador 428 está acoplado operativamente entre la carcasa 410 de entrada y la puerta 210 de entrada. En una realización, el actuador 428 puede estar accionado eléctricamente. Sin embargo, en otras realizaciones el actuador 428 puede utilizar otros tipos de energía incluyendo, por ejemplo, energía hidráulica, neumática, y/o mecánica. En esta realización concreta, el actuador 428 está unido a pivotamiento a la segunda parte 414 de superficie de la puerta 210 de entrada para el accionamiento directo de la citada puerta 210 de entrada. En otras realizaciones, sin embargo, el actuador 428 y/o uno o más actuadores adicionales puede estar acoplado operativamente a la puerta 210 de entrada en otras posiciones para hacer que la puerta 210 pivote alrededor de la bisagra 416 durante el funcionamiento.

Durante el funcionamiento, el actuador 428 hace que la puerta 210 de entrada pivote alrededor de la bisagra 416 para cambiar el tamaño de la abertura 224 de entrada y alterar el flujo de aire dinámico hacia el conducto 209 de entrada. El ángulo 418 entre la primera parte 412 de superficie y la segunda parte 414 de superficie se elige de manera que el flujo de aire dinámico a través de la abertura 224 de entrada permanezca estable, o al menos generalmente estable, en todo el régimen de flujo mientras la puerta 210 de entrada esté modulada. Cuando la puerta 210 de entrada está en la posición ilustrada en la figura 4A (por ejemplo, una posición abierta al 100%), la segunda parte 414 de superficie está alineada, o al menos aproximadamente alineada, con la superficie 430 difusora fija. Como se ilustra en la figura 4B, el actuador 428 puede hacer que la puerta 210 de entrada pivote en una primera dirección 451 alrededor de la bisagra 416 para reducir el tamaño de la abertura 224 de entrada y, por consiguiente, para reducir el flujo de aire dinámico hacia el conducto 209 de entrada. En esta posición, la tercera parte 426 de superficie de la puerta 210 de entrada forma una superficie que mira hacia atrás o "dique de aire" que impide que el aire a alta presión procedente del canal 432 difusor variable fluya de vuelta al interior de la cavidad situada entre la puerta 210 de entrada y la carcasa 410 de entrada. Existe un hueco 427 (figura 4A) relativamente pequeño (por ejemplo, de 1,27 mm a 2,54 mm) entre la tercera parte 426 de superficie y el difusor 431 fijo que impide que la presión en la cavidad existente entre la carcasa 410 de entrada y la puerta 210 de salida disminuya demasiado, reduciendo de esta manera las cargas estáticas que actúan sobre la puerta durante el funcionamiento.

Haciendo referencia a continuación a la figura 4C, el actuador 428 hace que la puerta 210 de entrada pivote en una segunda dirección 452 alrededor de la bisagra 416 para aumentar la abertura 224 de entrada y, por consiguiente, para aumentar el flujo de aire dinámico hacia el conducto 209 de entrada. Sin embargo, con caudales máxicos crecientes, puede disminuir el rendimiento de recuperación de presión de la puerta 210 de entrada. Por ejemplo, para altos caudales máxicos que se aproximen a los límites de estrangulamiento de la abertura 224 de entrada, las prestaciones de la puerta 210 de entrada pueden ser algo menores que las prestaciones de una puerta de entrada convencional de dos piezas porque la puerta de dos piezas tiene un área de garganta mayor. En la práctica, sin embargo, la mayoría de las entradas de aire dinámico están diseñadas con un margen substancial para los límites de estrangulamiento de entrada. Como resultado de esto, los altos caudales máxicos para los que caen las

prestaciones de recuperación de la entrada 201 de aire dinámico están a menudo más allá del rango de funcionamiento típico. Además, también puede ser posible retrasar la caída de prestaciones de la entrada 201 de aire dinámico para mayores caudales máxicos aumentando el área de garganta (es decir, la abertura 224 de entrada) en aproximadamente un 10-15% más allá del punto en que la segunda parte 414 de superficie está alineada con el difusor 431 fijo. Como se muestra en la figura 4C, esto produce como resultado un escalón que mira hacia delante en el interfaz de difusor fijo. Los datos obtenidos en ensayos sugieren que el rendimiento de recuperación de la entrada 201 de aire dinámico con la puerta 210 de entrada en esta posición mejoran más allá de las de la posición abierta al 100% ilustrada en la figura 4A cuando la entrada 201 de aire dinámico está operando a caudales máxicos relativamente altos.

La presente invención no está limitada al tipo particular de entrada de aire dinámico descrito anteriormente con referencia a las figuras 4A-C. Por ejemplo, diferentes realizaciones de los sistemas ECS de aire dinámico descritos en este documento pueden usar otros tipos de puertas de entrada. Estas puertas pueden incluir configuraciones de entrada moduladas de dos puertas en las cuales las puertas delantera y trasera estén conectadas mediante una bisagra en el medio, tales como las usadas en aviones comerciales convencionales.

La figura 5A es una vista isométrica desde debajo de una salida 202a de aire dinámico modulada configurada de acuerdo con una realización de la invención, y la figura 5B es una vista isométrica desde debajo de una salida 202b de aire dinámico modulada configurada de acuerdo con otra realización de la invención. Haciendo referencia en primer lugar a la figura 5A, la salida 202a de aire dinámico incluye un deflector 530 orientado hacia atrás que puede pivotar para abrirse o cerrarse alrededor de una línea 531 de bisagra para hacer variar la abertura 225a de salida. Haciendo referencia a continuación a la figura 5B, la salida 202b de aire dinámico modulada puede incluir una pluralidad de lamas 560 (identificadas de forma individual como lamas 560a-c) que pivotan alrededor de correspondientes líneas 561 de bisagra para abrirse y cerrarse y de ese modo variar la abertura 225b de salida. Con independencia de qué tipo de salida de aire dinámico se use, el contorno de la abertura de salida y el dispositivo de modulación se pueden elegir para minimizar o para al menos reducir las pérdidas en la salida y para maximizar o para al menos aumentar la recuperación de empuje.

Aunque anteriormente se han descrito dos tipos de salidas de aire dinámico haciendo referencia a las figuras 5A y 5B, aquellos con experiencia ordinaria en la técnica apreciarán que la presente invención puede utilizar otros tipos de salidas de aire moduladas, tales como aquellas diseñadas para proporcionar recuperación de empuje eficiente de acuerdo con la presente invención. Por consiguiente, la presente invención no está limitada a los tipos particulares de salidas de aire dinámico moduladas anteriormente descritos.

En una realización de la presente invención, es importante controlar la relación entre las áreas de entrada y salida de la arquitectura 200 de aire dinámico descrita anteriormente con referencia a la figura 2, para mantener una recuperación de presión relativamente alta en el conducto 209 de entrada en un amplio rango de caudales máxicos. Un proceso para determinar la relación adecuada entre las áreas de entrada y salida se describe más adelante haciendo referencia a la figura 6A-8C. En general, este proceso implica utilizar datos del sistema dinámico adquiridos de, por ejemplo, pruebas de vuelo, ensayos en túnel de viento, o simulación de dinámica de fluidos computacional, para determinar la relación entrada/salida que proporciona una recuperación de presión óptima (o al menos casi óptima) y una resistencia del sistema dinámico minimizada o al menos menor en el rango de posibles caudales máxicos.

La figura 6A ilustra una gráfica 650a de datos (por ejemplo, datos de ensayos en túnel de viento) para varias posiciones de entrada del ECS fijas y varias posiciones de salida correspondientes a cada posición de entrada fija. El factor RF1 de recuperación de presión se mide a lo largo de un eje 652a vertical, y el flujo máxico adimensional a través del sistema se mide a lo largo de un eje 654a horizontal. La gráfica 650a incluye una pluralidad de curvas 656 (identificadas de forma individual como curvas 656a-e) que representan un rango de posiciones de salida para cada posición de entrada fija. Por ejemplo, la primera curva 656a ilustra RF1 en función del flujo máxico para una entrada fijada a abierta al 10%, mientras que la salida varía desde una posición cerrada hasta abierta al 100%. La segunda curva 656b ilustra las prestaciones con la entrada fijada a abierta al 20%, la tercera curva 656c representa la posición abierta al 30%, y así sucesivamente. A partir de los datos de la gráfica 650a se pueden determinar las posiciones óptimas de entrada y salida, como se ilustra mediante una curva 659a, para cada flujo máxico en el rango. La implementación de estas posiciones de entrada/salida puede: maximizar o por lo menos aumentar RF1 a cualquier flujo máxico; minimizar o por lo menos reducir la resistencia neta del sistema dinámico a cualquier flujo máxico; y evitar o por lo menos reducir la resonancia de Helmholtz en el conducto 209 de entrada (figura 2).

La figura 6B ilustra una gráfica 650b que muestra la resistencia neta del sistema dinámico en función del flujo máxico, para una serie de posiciones fijas de la entrada y varias posiciones correspondientes de la salida o descarga. La resistencia neta del sistema dinámico se mide a lo largo de un eje 652b vertical, y el flujo máxico adimensional se mide a lo largo de un eje 654b horizontal. La gráfica 650b incluye una pluralidad de curvas 666 (identificadas de manera individual como curvas 666a-e), las cuales representan la resistencia neta del sistema en función del flujo máxico para una pluralidad de posiciones de entrada fijas según va variando la posición de la salida. Por ejemplo, la primera curva 666a representa la resistencia neta del sistema en función del flujo máxico para una posición de la entrada fija de abierta al 40% y un rango de posiciones de salida correspondientes. De manera

similar, la segunda curva 666b corresponde a una posición de la entrada fija de abierta al 50%, la tercera curva 666c corresponde a una posición de la entrada fija de abierta al 60%, y así sucesivamente. Los datos ilustrados en la gráfica 650b se pueden usar para generar una curva 659b que representa la mínima resistencia neta del sistema que se puede conseguir a través del rango de flujos máscicos.

Como ilustra la invención anterior, la curva 659a de la figura 6A ilustra la relación entre la posición de la entrada dinámica y la posición de la salida dinámica para conseguir la recuperación de presión óptima a través del rango de flujos máscicos deseados. La curva 659b mostrada en la figura 6B ilustra las relaciones de entrada y salida que proporcionan la menor resistencia neta del sistema a cada uno de los flujos máscicos. La figura 7A ilustra una gráfica 760a en la cual los datos de las figuras 6A y 6B se combinan para proporcionar la relación óptima entre las posiciones de la entrada y de la salida para producir la mínima resistencia del sistema dinámico al mismo tiempo que se optimiza el factor de recuperación de presión. En la figura 7A, la posición de la salida o de descarga (en % de abertura de la salida) se mide a lo largo de un eje 762a vertical, y la posición de la entrada (en % de abertura de la entrada) se mide a lo largo de un eje 764a horizontal. La curva 766a ilustra la relación entre las posiciones de la entrada y de la salida que proporcionan el factor de recuperación de presión y la resistencia neta del sistema óptimos, o cercanos a los óptimos.

La figura 7B ilustra una gráfica 760b que muestra el flujo máscico obtenido mientras se mantiene la relación óptima entre las posiciones de la entrada y de la salida mostradas en la figura 7A. En la figura 7B, el flujo máscico se mide a lo largo de un eje 762b vertical, y la posición de entrada (en % de abertura) se mide a lo largo de un eje 764b horizontal. Una curva 766b representa el flujo máscico obtenido mientras se mantiene la relación óptima entre la posición de entrada y de salida, en función de la posición de la entrada. Con la información proporcionada en las figuras 7A y 7B, se pueden seleccionar posiciones óptimas de la entrada o de la salida, o cercanas a las óptimas, para cualquier flujo máscico que se desee.

Las figuras 8A-8C comparan las prestaciones de un sistema dinámico ECS que tiene una entrada combinada, como se muestra en la figura 2, con un sistema ECS dinámico que tiene una entrada del compresor para el aire de cabina específica de tipo pitot, como se muestra en la figura 1. Haciendo referencia en primer lugar a la figura 8A, esta figura ilustra un gráfico de barras 870a en el cual los factores RF1 de recuperación se miden a lo largo de un eje 872a vertical, y varias condiciones de vuelo diferentes se identifican sobre un eje 874a horizontal. Una primera barra 878a representa las prestaciones de un ECS de dos entradas (por ejemplo, figura 1) que tiene una entrada CAC específica, y una segunda barra 878b representa las prestaciones de un ECS de entrada combinada (por ejemplo, figura 2), en una condición de vuelo dada (por ejemplo, 41.000 pies, n° de Mach 0,8, día cálido). Como muestran los datos del gráfico de barras 870a, el ECS de dos entradas que tiene una entrada CAC específica de tipo pitot funciona mejor que el ECS de entrada combinada en las tres condiciones de vuelo mostradas.

La figura 8B ilustra una gráfica 870b que compara las necesidades de potencia CAC para el ECS de entrada combinada con las necesidades de potencia CAC para el ECS de dos entradas. Las necesidades de potencia CAC se miden a lo largo de un eje 872b vertical, y sobre un eje 874b horizontal se identifican varias condiciones de vuelo diferentes. Como ilustran estos datos, el ECS de entrada combinada requiere más potencia CAC en cada una de las condiciones de vuelo mostradas.

La figura 8C ilustra una gráfica 870c que compara la resistencia neta del sistema dinámico para el ECS de entrada combinada con la resistencia neta del sistema dinámico para el ECS de dos entradas, en dos condiciones de vuelo diferentes. La resistencia neta del sistema dinámico se mide a lo largo de un eje 872c vertical, y sobre un eje 874c horizontal se identifican las dos condiciones de vuelo. Una primera barra 882a representa la resistencia neta del sistema asociada con el ECS de dos entradas, y una segunda barra 882b representa la resistencia asociada con el ECS de entrada combinada. Como ilustra la gráfica 870c, la arquitectura de ECS de entrada combinada provoca menos resistencia del sistema dinámico sobre la aeronave en cada una de las dos condiciones de vuelo mostradas.

Los datos presentados en las figuras 8A-8C ilustran que aunque la arquitectura de ECS de entrada combinada puede producir unas necesidades de potencia CAC mayores y una recuperación de presión de aire ligeramente menor en el conducto de entrada, los beneficios conseguidos en reducción de resistencia aerodinámica compensan estos efectos. A modo de ejemplo, en una realización la penalización en quemado de combustible asociada con las mayores necesidades de potencia CAC da como resultado una reducción del 0,05% en la eficiencia de combustible, pero la correspondiente reducción de resistencia resultado de combinar las dos entradas de aire dinámico produce un aumento del 0,4% en la eficiencia de consumo de combustible. De esta manera, los ahorros en quemado neto de combustible que resultan de la implementación de una arquitectura de ECS de entrada combinada pueden ser iguales a aproximadamente un 0,35% de aumento en la eficiencia de consumo de combustible. Además, puede haber beneficios adicionales en términos de menor peso del sistema de aeronave por la eliminación de dos entradas CAC y de dos conjuntos de puerta de Restos de Objetos Extraños (Foreign Object Debris - FOD) actuadas, así como menores costes recurrentes asociados con la fabricación y el mantenimiento. La eliminación de las entradas CAC de tipo pitot puede también eliminar los correspondientes calentadores anti-hielo los cuales pueden ser necesarios para el funcionamiento de esas entradas en condiciones de formación de hielo.

- La figura 9 es un diagrama de flujo que ilustra una rutina para modular una entrada de aire dinámico y/o una salida de aire dinámico asociada de acuerdo con una realización de la invención. En un aspecto de esta realización, la rutina 900 puede ser implementada por el controlador 220 de la arquitectura 200 del ECS descrita anteriormente con referencia a la figura 2. En el bloque 902, la rutina recibe una temperatura de salida deseada del sistema de acondicionamiento de aire. En el bloque 904, la rutina estima una necesidad de flujo de aire dinámico. La necesidad de flujo de aire dinámico puede depender de la altitud, del número de Mach, de la temperatura ambiente, y/o de otras condiciones de vuelo, como se muestra en el bloque 905. En el bloque 906, la rutina determina una posición de entrada basándose en la figura 7B explicada anteriormente. En el bloque 908, la rutina determina una posición de salida correspondiente basándose en la figura 7A explicada anteriormente. En el bloque 910, la rutina ajusta las posiciones de entrada/salida de acuerdo con los bloques 906 y 908. En el bloque 912 de decisión, la rutina determina si se ha alcanzado la temperatura de salida deseada del sistema de acondicionamiento de aire. Si es así, la rutina finaliza. Si no, la rutina avanza al bloque 914 y estima una necesidad revisada de flujo dinámico. Después del bloque 914, la rutina vuelve al bloque 906 y se repite.
- La rutina descrita anteriormente con referencia a la figura 9 para modular una entrada de aire dinámico y/o una salida de aire dinámico asociada se puede implementar con diferentes tipos de arquitecturas de ECS, incluidas la arquitectura 100 de ECS descrita anteriormente con referencia a la figura 1 y la arquitectura 200 de ECS descrita anteriormente con referencia a la figura 2. En la realización de la figura 1, por ejemplo, una primera parte de aire dinámico puede ser recibida procedente de una entrada de aire de cabina específica, comprimida con un compresor movido por un motor eléctrico, acondicionada en un sistema de aire acondicionado, y enfriada a continuación en un intercambiador de calor antes de fluir al interior de la cabina. Una segunda parte de aire dinámico puede ser recibida procedente de una entrada de aire modulada específica, suministrada a un intercambiador de calor para enfriar la primera parte de aire dinámico, y descargada a continuación al exterior a través de una salida de aire dinámico modulada. En esta realización, la arquitectura del ECS puede incluir además un controlador acoplado operativamente a la entrada de aire dinámico y a la salida de aire dinámico. El controlador puede modular de forma automática la abertura de entrada variable de la entrada de aire dinámico en conjunto con la abertura de salida variable de la salida de aire dinámico durante el funcionamiento de la aeronave para reducir la resistencia aerodinámica asociada con el sistema ECS dinámico.
- En una realización similar, la primera parte de aire puede ser recibida procedente de un sistema de sangrado del motor, en lugar de desde la entrada de aire de cabina específica. A continuación la primera parte de aire se acondiciona en el sistema de acondicionamiento de aire y se enfría en el intercambiador de calor antes de fluir al interior de la cabina. En esta realización, la segunda parte de aire dinámico puede ser recibida procedente de una entrada de aire dinámico modulado como se ha descrito anteriormente, y suministrada al intercambiador de calor para enfriar la primera parte de aire dinámico. A continuación la segunda parte de aire se descarga al exterior a través de una salida de aire modulada. El controlador puede modular de manera automática la abertura de entrada variable de la entrada de aire dinámico en conjunto con la abertura de salida variable de la salida de aire dinámico durante el funcionamiento de la aeronave para reducir la resistencia aerodinámica asociada con el sistema ECS dinámico.
- Aunque no es necesario, partes de la rutina 900 pueden estar incorporadas en instrucciones informáticas ejecutables, tales como instrucciones ejecutadas por un ordenador, por ejemplo, el controlador 220 de la figura 2. Aquellos con experiencia en la técnica en cuestión apreciarán que el invento se puede llevar a la práctica con otras configuraciones de sistema informático, incluyendo sistema de procesadores múltiples, electrónica basada en microprocesadores o electrónica programable, miniordenadores, macrocomputadoras y similares. La rutina puede ser ejecutada por un ordenador o un procesador de datos especial que esté programado, configurado o construido de manera específica para ejecutar la citada rutina. Efectivamente, el término "ordenador", tal como se usa de manera general en este documento, hace referencia a cualquiera de los dispositivos anteriores, así como a cualquier procesador de datos. Además, las instrucciones informáticas se pueden almacenar o distribuir en medios informáticos, incluidos discos informáticos leíbles de forma magnética y óptica y extraíbles, se pueden almacenar como firmware en chips (por ejemplo, chips EEPROM), así como distribuirse de forma electrónica por Internet o por otras redes (incluyendo redes inalámbricas). Las estructuras de datos y la transmisión de datos específicos de aspectos del invento también están englobadas en el alcance de la presente invención.
- De lo anterior se apreciará que en este documento se han descrito realizaciones específicas de la invención con fines ilustrativos, pero que se pueden hacer diferentes modificaciones sin desviarse del alcance de las reivindicaciones.



**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Un sistema de control ambiental ECS (200) para su uso con una aeronave (300), comprendiendo el ECS (200):  
una entrada (201) de aire dinámico en comunicación de flujo con un conducto (209) de entrada de aire dinámico para recibir un flujo de aire exterior;  
una salida (202) de aire dinámico en comunicación de flujo con el conducto (209) de entrada de aire dinámico;  
y  
10 un controlador (220) acoplado operativamente a la salida (202) de aire dinámico y a la entrada (201) de aire dinámico, en el cual la entrada (201) de aire dinámico incluye una abertura (224) de entrada variable y la salida de aire dinámico incluye una abertura (225) de salida variable, y en el cual el controlador modula la abertura (224) de entrada variable y la abertura (225) de salida variable durante el funcionamiento del ECS (200) para aumentar la presión de aire en el conducto (209) de entrada y de ese modo reducir la resistencia aerodinámica.  
15
2. El ECS de la reivindicación 1, en el cual la entrada (201) de aire dinámico es una entrada al ras.
3. El ECS de la reivindicación 1, que comprende además:  
20 medios para dividir el flujo de aire exterior en una primera parte de flujo de aire y una segunda parte de flujo de aire;  
medios para enfriar la primera parte de flujo de aire con la segunda parte de aire antes de proporcionar la primera parte de flujo de aire a una cabina de la aeronave (300).  
25
4. El ECS de la reivindicación 3, en el cual los medios para enfriar comprende un sistema (206) de acondicionamiento de aire que tiene un intercambiador de calor (208) asociado, en el cual:  
30 el sistema (206) de acondicionamiento de aire recibe la primera parte de flujo de aire;  
el intercambiador de calor (208) recibe la segunda parte de flujo de aire;  
la primera parte de flujo de aire fluye desde el sistema (206) de acondicionamiento de aire y a través del intercambiador de calor (208) antes de fluir al interior de una cabina de la aeronave (300); y  
la segunda parte de flujo de aire enfría a la primera parte de flujo de aire en el intercambiador de calor (208).  
35
5. El ECS de la reivindicación 4, en el cual la salida (225) de aire dinámico expulsa la segunda parte de flujo de aire fuera de la aeronave (300) después de que dicha segunda parte de flujo de aire pase a través del intercambiador de calor (208).
6. El ECS de la reivindicación 3, que comprende además medios para comprimir la primera parte de flujo de aire antes de enfriar la primera parte de flujo de aire con la segunda parte de flujo de aire.  
40
7. El ECS de la reivindicación 6, que comprende además:  
45 un canal (212a) de aire en comunicación de flujo con el conducto (209) de entrada de aire dinámico; y  
en el cual los medios para compresión comprenden un compresor (204a) de aire de cabina acoplado operativamente al canal (212a) de aire, y la primera parte de flujo de aire fluye a través del canal (212a) de aire hacia el compresor (204a) de aire de cabina antes de fluir a través de los medios para enfriamiento que comprenden un sistema (206) de acondicionamiento de aire.
- 50 8. Un método para hacer funcionar un sistema de control ambiental – ECS (200) – en una aeronave (300) en vuelo, comprendiendo el método:  
recibir un flujo de aire exterior en un conducto (209) de entrada de aire dinámico;  
modular una abertura (224) de entrada de aire dinámico en comunicación de flujo con el conducto (209) de  
55 entrada de aire dinámico; y  
modular una abertura (225) de salida de aire dinámico en comunicación de flujo con el conducto (209) de entrada de aire dinámico, donde la abertura (224) de entrada de aire dinámico y la abertura (225) de salida de aire dinámico están moduladas para aumentar la presión de aire dentro del conducto (209) de entrada de aire dinámico y para reducir de ese modo la resistencia aerodinámica provocada por el ECS (200).  
60
9. El método de la reivindicación 8, que comprende además:  
65 separar el flujo de aire exterior dentro del conducto (209) de entrada de aire dinámico en una primera parte de flujo de aire y una segunda parte de flujo de aire;  
comprimir la primera parte de flujo de aire;

después de comprimir la primera parte de flujo de aire, enfriar dicha primera parte de flujo de aire con la segunda parte de flujo de aire; y  
después de enfriar la primera parte de flujo de aire con la segunda parte de flujo de aire, dirigir la primera parte de flujo de aire hacia el interior de la cabina de una aeronave (300) y la segunda parte de flujo de aire fuera de la aeronave (300) a través de la abertura (225) de salida de aire dinámico.

5

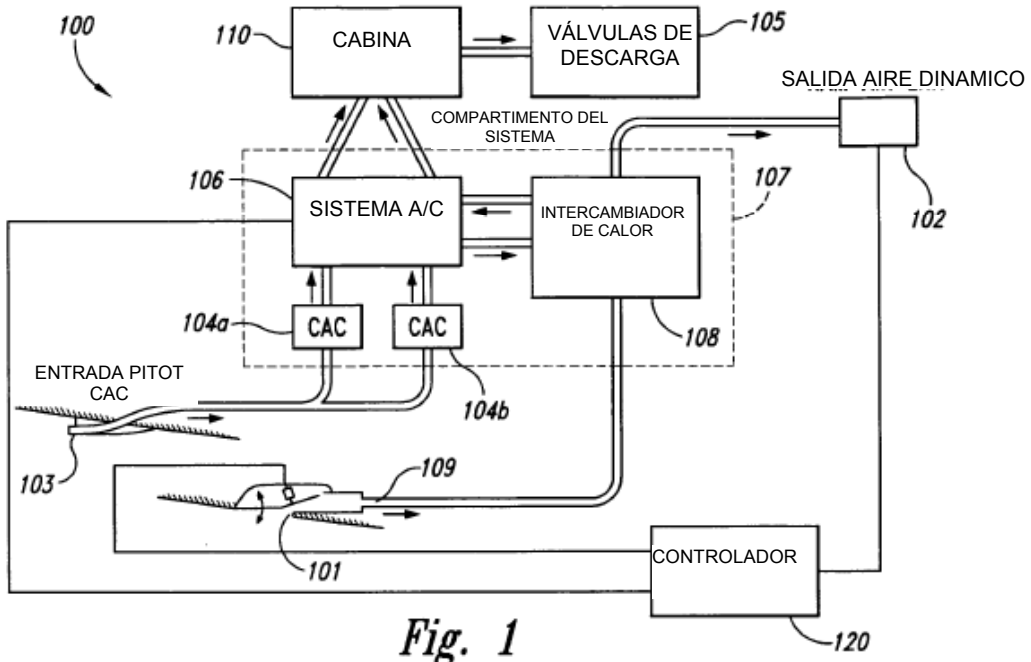


Fig. 1

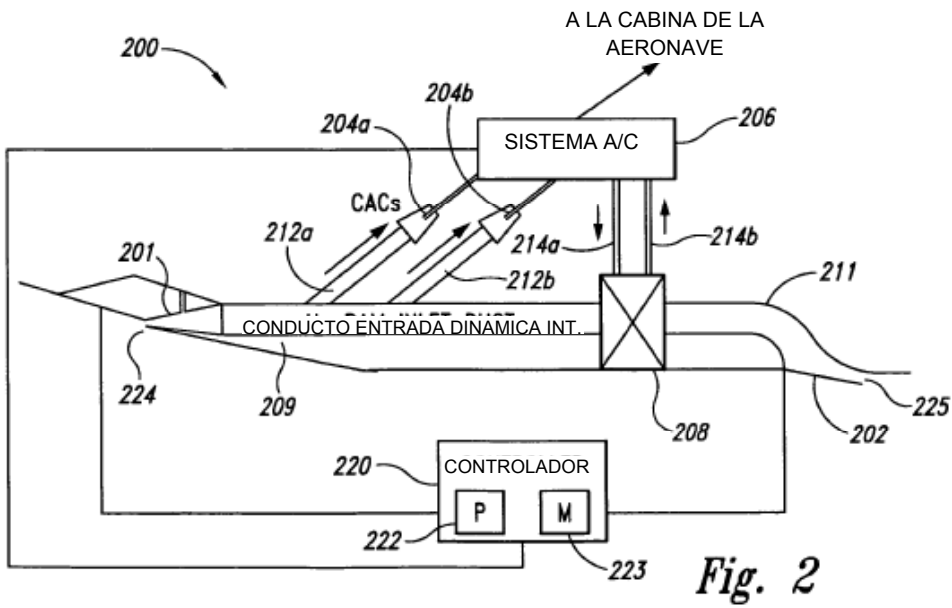


Fig. 2

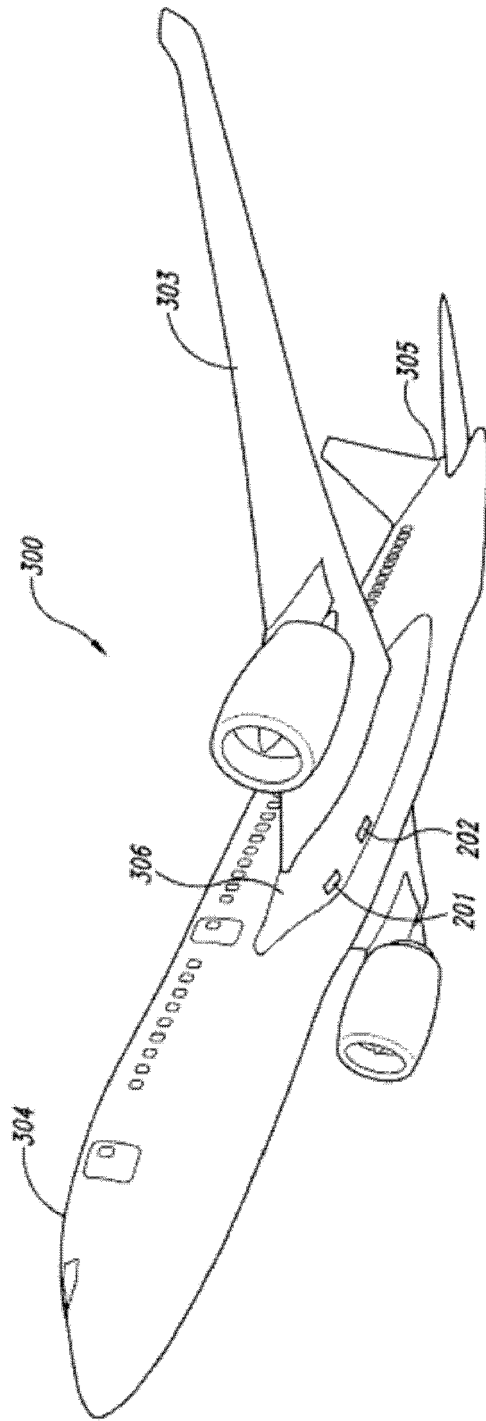


Fig. 3

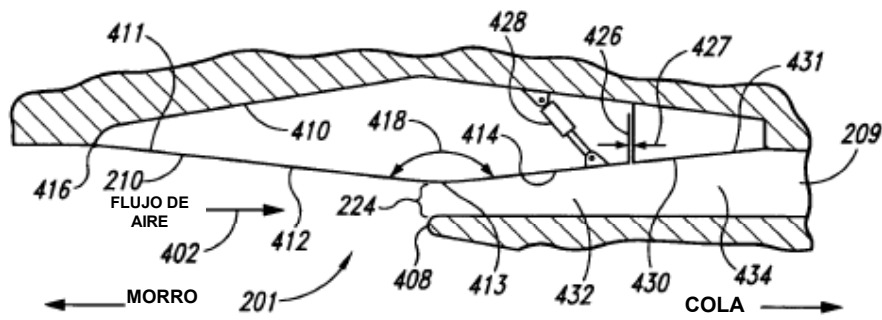


Fig. 4A

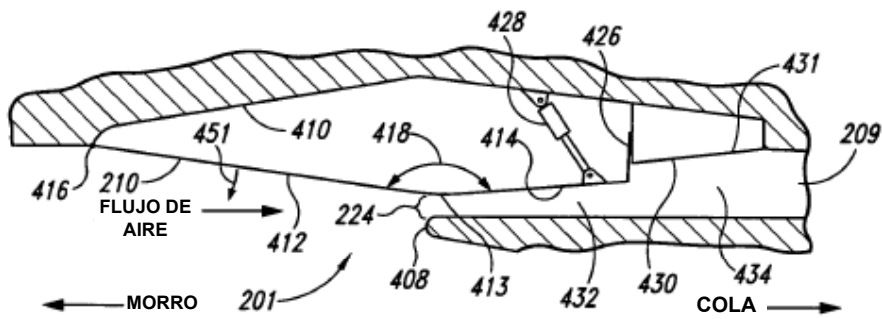


Fig. 4B

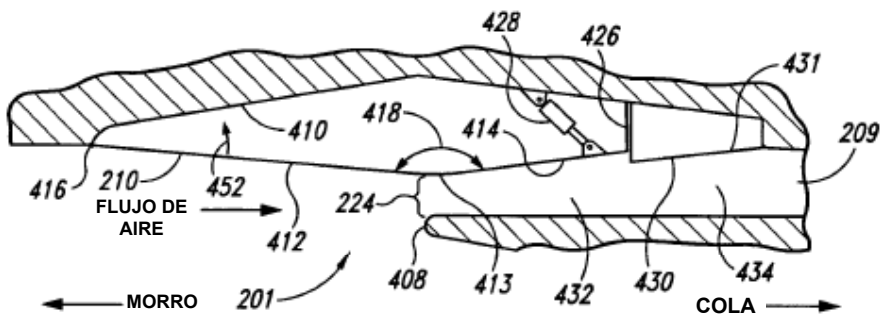
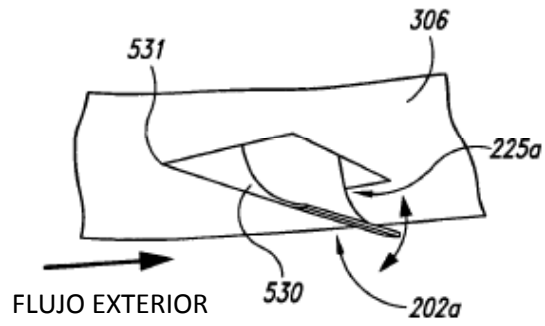
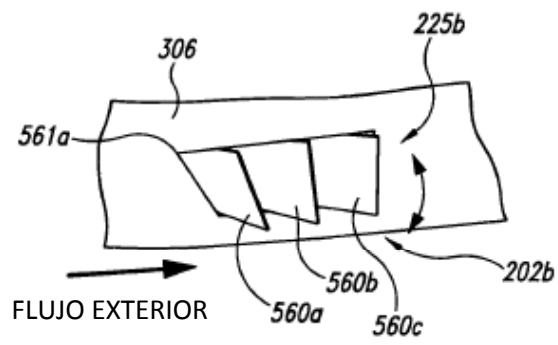


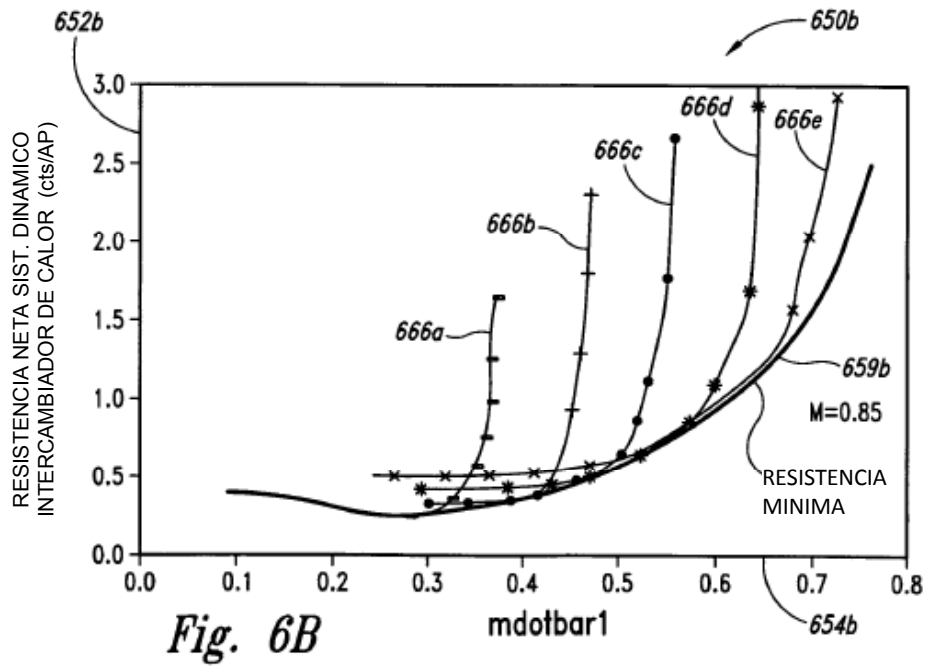
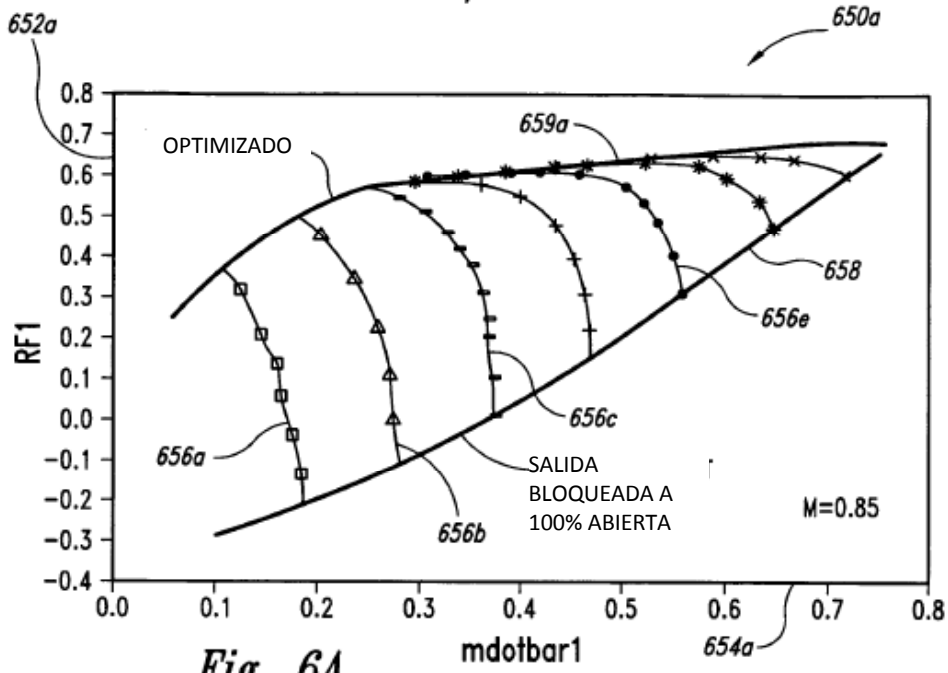
Fig. 4C



*Fig. 5A*



*Fig. 5B*



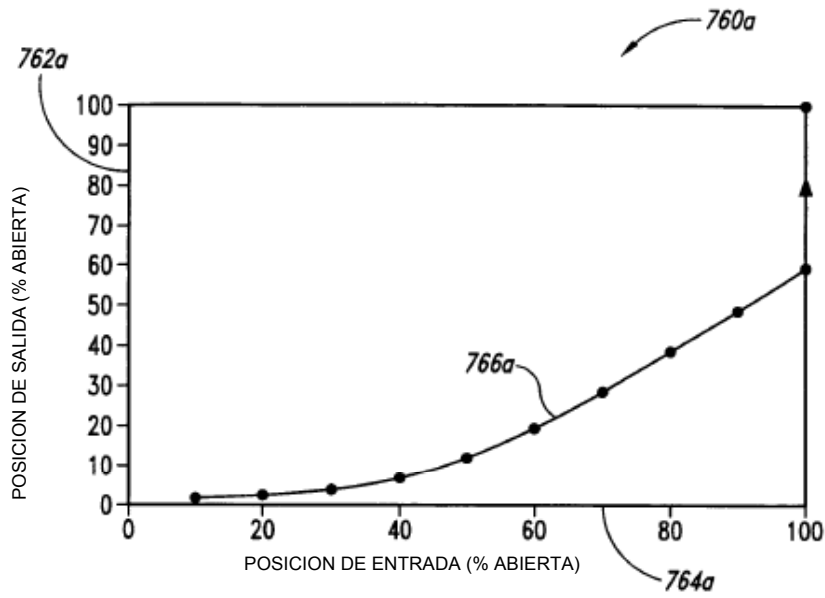


Fig. 7A

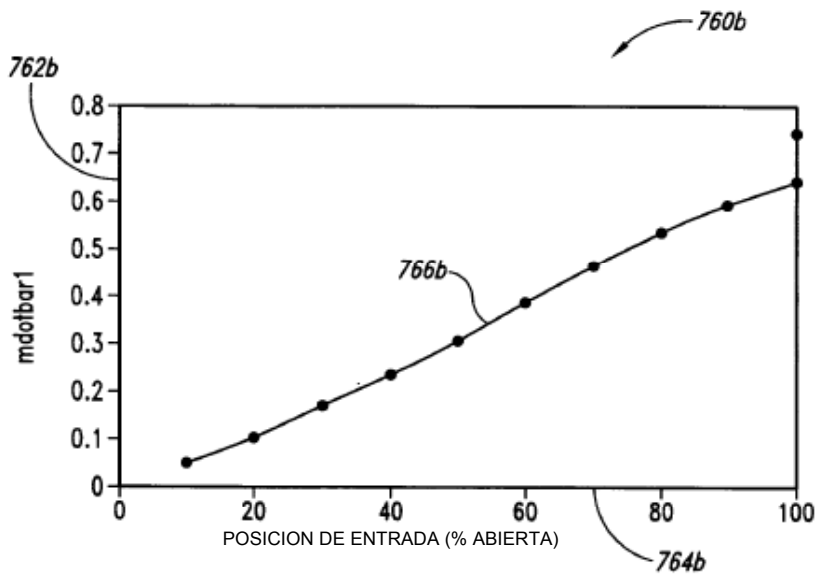
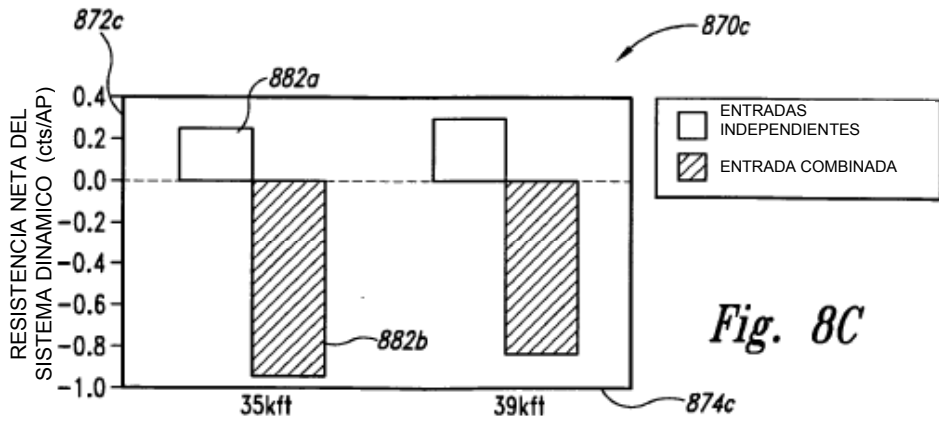
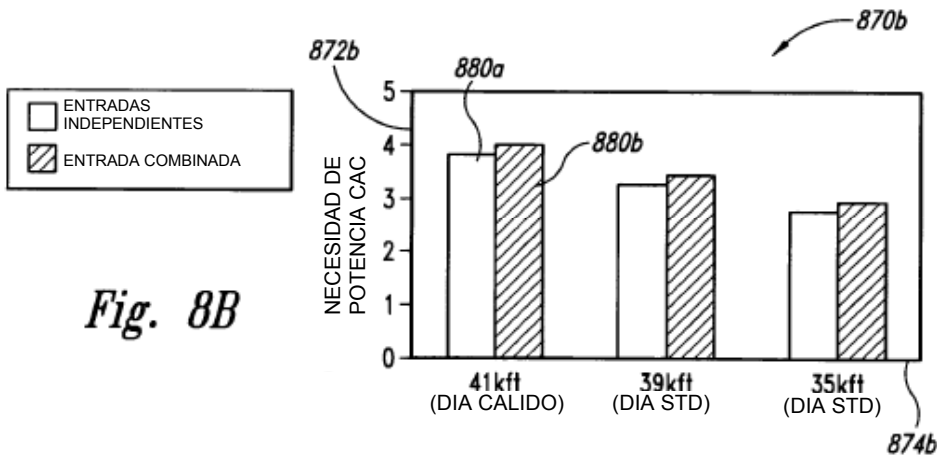
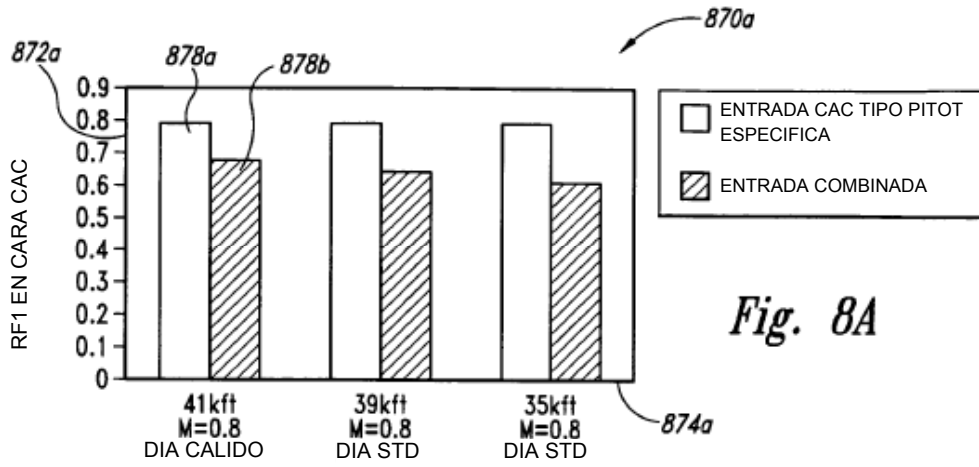
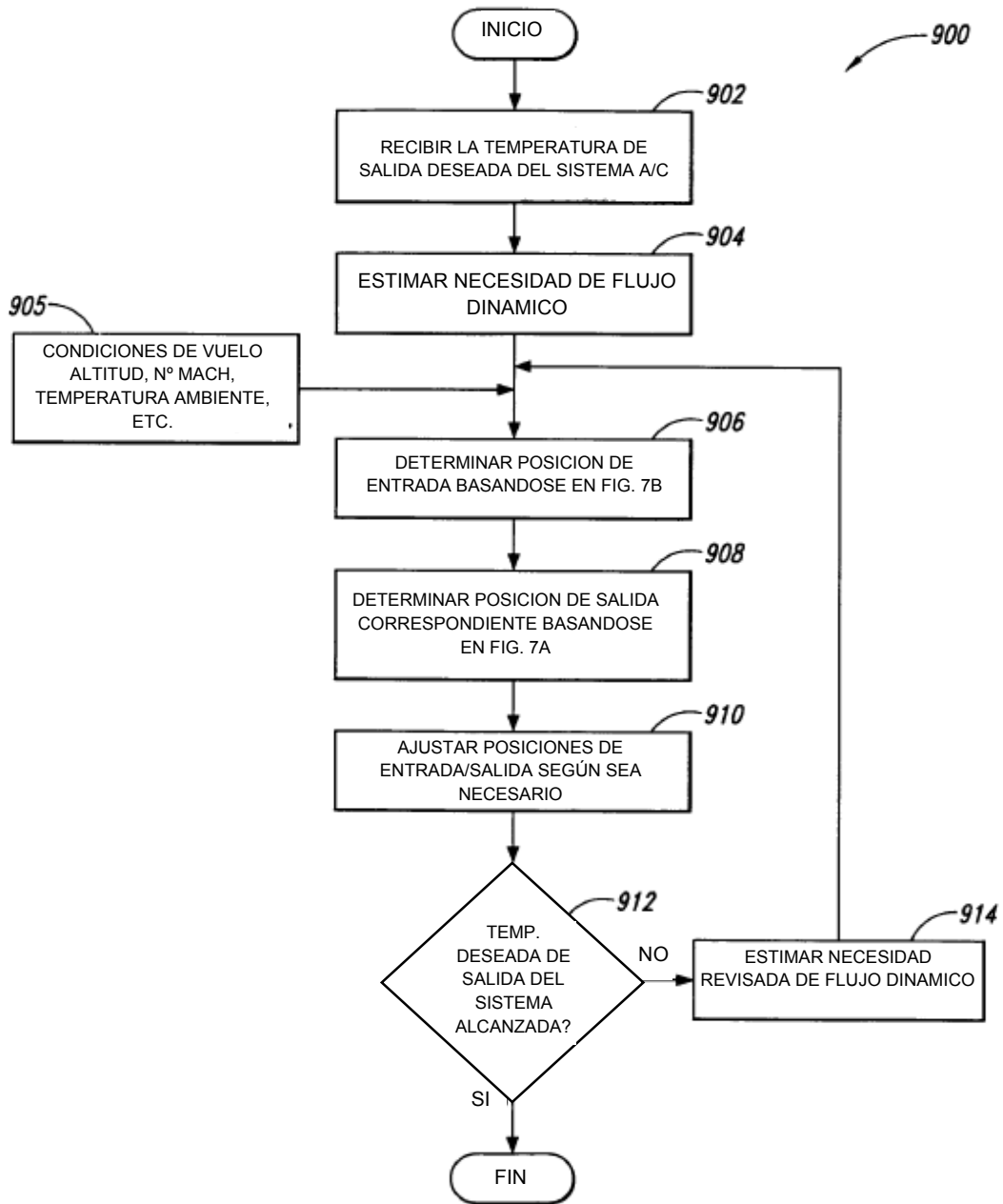


Fig. 7B







*Fig. 9*