



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 349 057**

51 Int. Cl.:  
**B64C 21/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06851665 .7**

96 Fecha de presentación : **26.07.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **1931566**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **18.06.2008**

54 Título: **Aparato actuador de aleta oscilante y método para el control de flujo activo.**

30 Prioridad: **11.08.2005 US 201387**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**22.12.2010**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**22.12.2010**

73 Titular/es: **THE BOEING COMPANY**  
**100 North Riverside Plaza**  
**Chicago, Illinois 60606-2016, US**

72 Inventor/es: **Powell, Arthur G.**

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 349 057 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

**DERECHOS DE LICENCIA DEL GOBIERNO**

El Gobierno americano ha pagado una licencia por este invento y el derecho en circunstancias limitadas a requerir al propietario de la patente a ceder la licencia a otros en términos razonables como se especifica en los términos del Contrato N°  
5 NAS2-03003 concedido por la National Aeronautics and Space Administration.

**CAMPO DEL INVENTO**

El invento presente se refiere en general a una actuación para controlar el flujo. Más particularmente, el invento presente se refiere a un aparato y a un método de  
10 actuación para proporcionar un control de flujo activo del flujo sobre una superficie.

**ANTECEDENTES DEL INVENTO**

La separación del flujo de un fluido puede ocurrir cuando un fluido compresible o incompresible fluye sobre una superficie, en particular una superficie curva convexa,  
15 tal como una superficie interior de un conducto de fluido o una superficie exterior de un cuerpo inmerso en un fluido. La separación del flujo puede ocurrir bajo condiciones de flujo laminar o turbulento, dependiendo de las características de la capa límite del flujo del fluido y de la geometría de la superficie. Con frecuencia, es deseable inhibir la separación del flujo para reducir la resistencia de forma o para aumentar la  
20 sustentación aerodinámica. En general, cuanto más distancia recorre un fluido a lo largo de una superficie curva antes de la separación, mejor es la resistencia de forma y la sustentación aerodinámica resultantes.

En el caso de superficies aerodinámicas, el rendimiento aerodinámico o eficiencia de una superficie particular, por ejemplo, un perfil aerodinámico, tal como un  
25 ala de avión, pala de rotor, álabe de turbina o de compresor, molinete, pala de hélice o de fan, es fuertemente dependiente de la fuerza de sustentación generada por el perfil aerodinámico. Con este objeto, se han utilizado técnicas de control de flujo activo (AFC) para aumentar la sustentación de los perfiles aerodinámicos inhibiendo o retrasando la separación del flujo del fluido sobre la superficie aerodinámica.

30 Las técnicas de control de flujo activo incluyen disponer puertos o aberturas en la superficie de un perfil aerodinámico, y proporcionar flujo de aire constante hacia dentro o fuera de los puertos o aberturas, o flujo de fluido discontinuo (por ejemplo, alternante) dentro o fuera de los puertos y aberturas. Las técnicas de control de flujo activas han demostrado ser efectivas para aumentar el coeficiente de sustentación de  
35 perfiles aerodinámicos, disminuir el coeficiente de resistencia, o ambos a la vez,

aumentando de esta manera el rendimiento aerodinámico o eficiencia del perfil aerodinámico.

Las técnicas de control de flujo activo son particularmente ventajosas en condiciones en las que de otra manera existiría una gran separación de flujo sobre una superficie aerodinámica. Dichas condiciones son comunes en los slats de borde de ataque y flaps de borde de salida de los perfiles aerodinámicos durante los períodos en los que se genera una gran sustentación.

Las superficies auxiliares de alta sustentación, tales como los slats de borde de ataque o los flaps de borde de salida, son necesarias principalmente durante el vuelo a baja velocidad, o durante el despegue y el aterrizaje. Generalmente, no se consigue el rendimiento de sustentación potencial y, en general, se produce una penalización de resistencia durante el despliegue de los slats de borde de ataque o de los flaps de borde de salida debido a la creación de regiones de separación de flujo localizadas. El tamaño de esas regiones de separación de flujo depende de factores tales como el ángulo de ataque de la corriente libre, la velocidad del flujo relativo de la corriente de fluido en relación con la superficie aerodinámica, las líneas de la cuerda del perfil aerodinámico, el ángulo geométrico y de deflexión de los slats de borde de ataque o de los flaps de borde de salida.

Reduciendo o inhibiendo la separación del flujo, puede conseguirse un aumento correspondiente de sustentación y una reducción de la resistencia. Los métodos de control de flujo activos pueden reducir o inhibir la separación del flujo, por ejemplo, introduciendo flujo de fluido de velocidad relativamente alta en el seno de la corriente de fluido inmediatamente por encima de la superficie aerodinámica para aumentar la energía cinética de la capa límite de la corriente de fluido, manteniendo de esta manera la adhesión de la capa límite a lo largo de más distancia sobre la superficie. De manera similar, retirando fluido de velocidad relativamente baja de la corriente de fluido adyacente a la superficie aerodinámica se produce un aumento neto de la energía cinética de la capa límite de la corriente de fluido y ayuda a reducir o inhibir la separación del flujo. Sin embargo, algunos métodos y dispositivos de control de flujo activo existentes pueden ser prohibitivamente frágiles o pesados, y pueden tener una capacidad energética limitada.

El documento DE 692130 se refiere a un sistema de control de flujo activo en el que se utiliza un compresor para aspirar aire y expeler aire desde aberturas en una sección de un ala.

De acuerdo con esto, es deseable proporcionar un método y un aparato que proporcione control de flujo activo y que sea resistente al daño físico, que tenga un peso ligero y una capacidad energética relativamente elevada.

## 5 **SUMARIO DEL INVENTO**

Las necesidades anteriores son cumplidas, en gran medida, por el invento presente, en el que en un aspecto se proporciona un aparato que en algunas realizaciones proporciona actuación de control de flujo activo discontinuo usando una aleta oscilante robusta que es menos susceptible al daño físico, tiene un peso relativamente ligero y tiene  
10 mayor capacidad energética en comparación con algunos actuadores de control de flujo activos existentes.

El invento está definido en las reivindicaciones independientes. Se describen características opcionales en las reivindicaciones dependientes de ellas.

De acuerdo con una realización, un actuador para desplazar un fluido para alterar  
15 características de flujo cerca de una superficie puede incluir una aleta configurada para desplazar el fluido, que tenga una primera cara y una segunda cara. El actuador puede incluir también una envuelta configurada para envolver al menos parcialmente la aleta, que tiene un primer lado hacia la primera cara de la aleta y un segundo lado hacia la segunda cara de la aleta. Además el actuador puede incluir un primer orificio que se abra  
20 dentro de la envuelta desde el primer lado de la envuelta. En operación, el fluido es expelido desde el primer orificio cuando la aleta se desplaza hacia el primer lado de la envuelta, y el fluido es impulsado hacia dentro del primer orificio cuando la aleta se desplaza hacia el segundo lado de la envuelta.

De acuerdo con otra realización, el actuador puede incluir también un segundo orificio  
25 que se abra dentro de la envuelta desde el segundo lado de la envuelta. En esta configuración, el fluido es expelido desde el primer orificio e impulsado dentro del segundo orificio cuando la aleta se desplaza hacia el primer lado de la envuelta, y el fluido es impulsado dentro del primer orificio y expelido desde el segundo orificio cuando la aleta se desplaza hacia el segundo lado de la envuelta.

De acuerdo con otra realización más, un actuador para desplazar un fluido para  
30 alterar características del flujo cerca de una superficie puede incluir medios para desplazar el fluido y medios para envolver al menos parcialmente los medios para desplazar, los medios envolventes tienen un segundo lado y un primer lado. Además, el actuador puede incluir unos primeros medios para acceder al primer lado de los medios envolventes. En  
35 operación, el fluido es expelido desde los primeros medios de acceso cuando los medios

para desplazar se desplazan hacia el primer lado de los medios envolventes, y el fluido es impulsado dentro de los primeros medios de acceso cuando los medios para desplazar se desplazan hacia el segundo lado de los medios envolventes.

De acuerdo con otra realización más, un método para desplazar un fluido para alterar características del flujo cerca de una superficie puede incluir desplazar el fluido usando una aleta dentro de una envuelta configurada para envolver al menos parcialmente la aleta. El método puede incluir además conducir el fluido fuera de un primer lado de la envuelta y expeler el fluido en el seno de una corriente de fluido adyacente a la superficie cuando la aleta se desplaza hacia el primer lado de la envuelta, e impulsar el fluido desde la corriente de fluido y conducir el fluido dentro del primer lado de la envuelta cuando la aleta se desplaza hacia un segundo lado de la envuelta.

De esta manera, se ha descrito, más bien generalmente, ciertas realizaciones del invento para que la descripción aquí detallada del mismo pueda ser entendida mejor, y para que la contribución presente a la técnica pueda ser apreciada mejor. Hay, por supuesto, realizaciones adicionales del invento que serán descritas a continuación y que forman la materia sujeto de las reivindicaciones adjuntas a ellas.

En relación a esto, antes de explicar al menos una realización del invento en detalle, debe entenderse que el invento no está limitado en su aplicación a los detalles de construcción y a las disposiciones de los componentes explicados en la descripción siguiente o mostrados en los dibujos. El invento puede admitir realizaciones adicionales a las descritas y ser llevado a la práctica y realizado de varias maneras. También, debe entenderse que la fraseología y terminología empleadas aquí, así como la teoría, tienen finalidad descriptiva y no deben ser consideradas como limitadoras.

En este sentido, las personas expertas en la materia apreciarán que la concepción en la que se basa esta descripción puede ser fácilmente utilizada como base para el diseño de otras estructuras, métodos y sistemas para realizar los diversos objetivos del invento presente.

### **DESCRIPCIÓN BREVE DE LOS DIBUJOS**

La Figura 1 es una vista en corte transversal que muestra un actuador de aleta oscilante de acuerdo con una realización preferida del invento que puede producir control de flujo activo para reducir la separación del flujo de una corriente de fluido que fluye sobre un slat de borde de ataque de un perfil aerodinámico.

La Figura 2 es una vista de un corte transversal de un actuador de aleta oscilante de acuerdo con otra realización preferida del invento que puede

proporcionar control de flujo activo para reducir la separación de flujo de una corriente de fluido que fluye sobre un flap de borde de salida de un perfil aerodinámico.

La Figura 3 es una vista en detalle de un corte transversal de un actuador de aleta oscilante de dos puertos que puede ser usado en las realizaciones de la Figura 1 y de la  
5 Figura 2.

La Figura 4 es una vista en detalle de un corte transversal de un actuador de aleta oscilante de puerto único que puede ser usado en las realizaciones de la Figura 1 y de la Figura 2.

La Figura 5 es una vista en perspectiva de un corte transversal de un actuador de  
10 aleta oscilante de puerto único instalado en un perfil aerodinámico.

### **DESCRIPCIÓN DETALLADA**

Una realización de acuerdo con el invento presente proporciona un actuador de aleta oscilante que puede proporcionar control de flujo activo de una corriente de fluido  
15 que pasa sobre una superficie aerodinámica, que puede ser plana, curva o contorneada. El actuador de aleta oscilante puede incluir una aleta, una cámara con forma de cuña que envuelva la aleta, un primer conducto con una abertura adyacente a la superficie, un segundo conducto con otra abertura adyacente a la superficie, un eje giratorio y una biela. Las aberturas se abren en el seno de una corriente de fluido que fluye con una  
20 velocidad relativa a la superficie aerodinámica. El eje giratorio proporciona una fuerza motora por medio de la biela para mover la aleta en vaivén a lo largo de un arco alrededor de un pivote dentro de la cámara con forma de cuña.

Cuando la aleta se desplaza en un sentido, se fuerza fluido hacia fuera desde la cámara a través del primer conducto en un lado de la cámara con forma de cuña, y se  
25 impulsa fluido dentro de la cámara a través del segundo conducto en el lado opuesto de la cámara con forma de cuña. Cuando la aleta se desplaza en el sentido opuesto, se fuerza fluido fuera de la cámara a través del segundo conducto, y se impulsa fluido dentro de la cámara desde el primer conducto.

A continuación se describe el invento haciendo referencia a los dibujos de las  
30 Figuras, en los que se usan los mismos números de referencia para indicar los mismos elementos en todos ellos. Se muestra una realización en la Figura 1, que muestra un actuador de aleta oscilante de dos puertos 10 situado dentro de un slat de borde de ataque 12 de un perfil aerodinámico 14, tal como un ala principal de un avión. (Aunque mostrados como objetos sólidos en la Figura 1, el slat 12 y el perfil aerodinámico 14  
35 pueden tener cualquier estructura interna adecuada). El actuador de aleta oscilante 10

puede incluir una aleta 16 que se desplace en vaivén dentro de una cámara con forma de cuña 18. El actuador 10 puede incluir también un primer conducto 20 que salga desde la cámara 18 hasta una primera abertura 22, o puerto, adyacente a la superficie aerodinámica 24. El actuador 10 puede incluir además un segundo conducto 26 que  
5 salga desde el lado opuesto de la cámara 18 hasta una segunda abertura 28 adyacente a la superficie aerodinámica 24. En varias realizaciones, la primera y segunda aberturas 22, 28 pueden estar formadas por la superficie aerodinámica, o pueden estar separadas pero adyacentes a la superficie aerodinámica 24.

En la Figura 2 se muestra una realización alternativa del invento, que muestra un  
10 actuador de aleta oscilante de dos puertos 10 que está situado dentro de un flap de borde de salida 30 de un perfil aerodinámico 14, tal como el ala de un avión. (De nuevo, aunque mostrado como objetos sólidos en la Figura 2, el perfil aerodinámico 14 y el flap 30 pueden tener cualquier estructura interna adecuada). En esta realización también, el actuador 10 puede incluir una aleta 16 dentro de una cámara 18. El actuador 10 puede incluir además  
15 un primer conducto 20 que salga de la cámara 18 a una abertura 22 adyacente a la superficie aerodinámica 24 del flap 30. De la misma manera, el actuador 10 puede incluir un segundo conducto 26 que salga desde la cámara 18 hasta una segunda abertura 28 adyacente a la superficie aerodinámica 24.

Se pueden usar realizaciones adicionales del actuador de aleta oscilante 10 para  
20 reducir o inhibir la separación del flujo sobre cualquier superficie sobre la que fluya una corriente de fluido, por ejemplo, superficies interiores curvas de canales o conductos, superficies exteriores de vehículos acuáticos, superficies del fuselaje de aviones y otras aeronaves, etc.

En operación, actuadores de aleta oscilantes 10 de ambas realizaciones  
25 mostradas en la Figura 1 y en la Figura 2, pueden proporcionar control de flujo activo discontinuo para reducir o inhibir la separación del flujo de una corriente de fluido 32 que fluye con una velocidad relativa a la superficie aerodinámica 24. Cuando la aleta 16 se desplace hacia la izquierda como indican las flechas de la Figura 1 ó de la Figura 2, se fuerza fluido a salir de la cámara 18 a través del primer conducto 20 y hacia fuera de la  
30 primera abertura 22 al seno de la corriente de fluido 32 pasando sobre la superficie aerodinámica 24, y se impulsa fluido simultáneamente dentro de la cámara 18 a través de la segunda abertura 28 y del segundo conducto 26. De manera similar, cuando la aleta 16 se desplace hacia la derecha como se indica en la Figura 1 ó en la Figura 2, se fuerza fluido hacia fuera de la cámara 18 a través del segundo conducto 26 y hacia fuera  
35 de la segunda abertura 28 al seno de la corriente de fluido 32 pasando sobre la

superficie aerodinámica 24, y se impulsa simultáneamente fluido dentro de la cámara 18 por medio de la primera abertura 22 y del primer conducto 20.

En varias realizaciones, las aberturas 22, 28 pueden incluir cualquier geometría de la sección transversal, por ejemplo, una abertura redonda, una abertura elíptica, una abertura cuadrada, o una ranura alargada. Una realización preferida del invento incluye dos aberturas alargadas 22, 28 que son relativamente largas en un sentido a lo largo de la anchura de un perfil aerodinámico (en una dirección normal hacia dentro de la página de la Figura 1) y son relativamente gruesas en una dirección a lo largo de la cuerda de la superficie aerodinámica 24. En una aplicación particular, la longitud y dimensiones de la primera y segunda aberturas 22, 28 pueden estar determinadas por la estructura del ala u otra superficie aerodinámica 24.

Además, la primera abertura 22 y la segunda abertura 28 pueden estar dirigidas en el sentido en el que la corriente de fluido 32 se mueve con respecto a la superficie aerodinámica 24, como se muestra en la Figura 1 y en la Figura 2. Así, cuando se fuerza aire fuera de la primera abertura 22 ó de la segunda abertura 28, el flujo de aire aumentado que se expulsa desde la cámara 18 es introducido en el seno de la corriente de fluido 32 moviéndose en el sentido de la corriente de fluido 32 a una velocidad relativa mayor con respecto a la superficie aerodinámica 24 que la de la capa límite de la corriente de fluido 32 inmediatamente adyacente a la superficie aerodinámica 24.

Además, en una realización preferida la primera y segunda aberturas 22, 28 pueden ser situadas cerca de un punto de separación del flujo potencial a lo largo de la cuerda de la superficie aerodinámica para mejorar el perfil de velocidades de la capa límite de la corriente de fluido adyacente 32. Por ejemplo, aunque los actuadores de aleta oscilante 10 mostrados en la Figura 1 y en la Figura 2 estén situados cerca del borde de ataque del slat 12 de la Figura 1 y del flap 30 de la Figura 2, en otras realizaciones el actuador de aleta oscilante 10 y más específicamente, la primera y la segunda aberturas 22, 28, pueden ser situadas en cualquier punto a lo largo de la superficie aerodinámica 24 cerca de donde pueda producirse la separación del flujo, tal como un lugar a dos tercios de la longitud de la cuerda desde el borde de ataque.

La Figura 3 presenta una demostración más detallada de una realización del actuador de aleta oscilante de dos puertos 10. El actuador puede incluir una aleta 16 que tiene una primera cara 33 y una segunda cara 35; un radio (o longitud) desde un extremo proximal 36 de la aleta 16 a un extremo distal 38 de la aleta 16; un espesor, que puede estrecharse desde el extremo proximal 36 de la aleta 16 al extremo distal 38 de la aleta 16,



o alternativamente puede ser constante; y una anchura (hacia dentro de la página de la Figura 3), que puede variar de acuerdo con las necesidades de una aplicación particular, así como acomodar la estructura del ala o de otra superficie aerodinámica 24.

La aleta 16 puede estar rodeada, al menos en parte, por una envuelta 17 que  
5 defina una cámara con forma de cuña interna 18, de tal manera que la aleta 16 pueda desplazarse en vaivén (hacia la izquierda y la derecha de la Figura 3) dentro de la cámara 18. La cámara 18 está definida por el contorno de las paredes interiores 40 de la envuelta 17, incluyendo una pared distal 41 que puede ser curva para adaptarse al radio de la aleta 16. El extremo al de la aleta 17 puede ser redondeado, como se muestra en la  
10 Figura 3, y el extremo distal de la aleta 16 puede ser curvo para adaptarse a las paredes interiores correspondientes 40 de la envuelta 17. En una realización preferida, la envuelta 17 y la aleta 16 pueden ser diseñadas para que la aleta 16 tenga una holgura mínima en su extremo proximal 36 y en su extremo distal 38 con respecto a las paredes interiores 40 de la envuelta 17, cuando la aleta oscila. De la misma manera, los bordes 43 de la  
15 aleta 16 que están encarados hacia dentro y hacia fuera de la página de la Figura 3 pueden tener una holgura mínima con los extremos correspondientes 45 de la envuelta 17, cuando la aleta oscila. (En la Figura 3 sólo se muestran uno de los dos bordes 43 y uno de los dos extremos 45, porque el borde 43 que está encarado hacia dentro de la página no es visible en esta vista y el extremo proximal 45 ha sido omitido en la vista en  
20 corte transversal de la Figura 3). Por tanto, un perímetro alrededor del extremo proximal 36, el extremo distal 38, y los bordes 45 de la aleta 16 pueden tener una holgura sustancialmente hermética con las paredes 40 de la envuelta 17. Por tanto, la fuga de fluido alrededor del perímetro de la aleta 16 puede tener solamente un efecto insignificante en la eficacia del actuador 10 y no es necesario que se lubrique la aleta 16.

25 Además, la aleta 16 puede ser acoplada por cualquier medio adecuado a un pivote 34, por ejemplo, en un lugar cerca del extremo proximal 36 de la aleta 16, como se muestra en la Figura 3. El pivote 34 puede estar aplicado de manera fija a la envuelta 17, y la aleta 16 puede estar aplicada de manera giratoria al pivote 34. Alternativamente, la aleta 16 puede estar aplicada de manera fija al pivote 34 y el pivote 34 puede estar aplicado  
30 giratoriamente a la envuelta 17 que define la cámara 18. En ambos casos, el pivote 34 puede estar aplicado a la envuelta 17 en uno o en ambos extremos 45 de la envuelta 17, o en uno o a más puntos intermedios a lo largo de las paredes 40 de la envuelta 17.

Además, el actuador 10 puede incluir un primer conducto 20 que sale desde un primer lado 42 de la cámara 18 hasta una primera abertura 22, o puerto, adyacente a la  
35 superficie aerodinámica 24. El actuador 10 puede incluir además un segundo conducto 26

que sale desde un segundo lado 44 de la cámara 18 hasta una segunda abertura 28, o puerto, adyacente a la superficie aerodinámica 24. En una realización preferida del invento, el primer conducto 20 y el segundo conducto 26 pueden estrecharse desde un extremo de la cámara 46, 48, u orificio, hasta las aberturas respectivas 22, 28 de tal manera que la velocidad del fluido que fluye hacia fuera de la cámara 18 a través del primer conducto 20 ó del segundo conducto 26 puede aumentar cuando se desplaza desde la cámara 18 hasta la abertura 22, 28 respectiva adyacente a la superficie aerodinámica 24. En este caso, el fluido impulsado a través de la primera abertura 22 ó de la segunda abertura 28 puede ser difundido mientras se desplaza a través del primer conducto 20 ó del segundo conducto 26 respectivos.

Las cargas inerciales sobre y los esfuerzos en la aleta 16 aumentan con la frecuencia o periodicidad del movimiento oscilatorio de la aleta 16. El radio (o longitud) de la aleta 16, el ángulo de la cámara con forma de cuña 18, y la frecuencia a la que la aleta 16 es hecha oscilar pueden ser determinados de acuerdo con los requisitos de una aplicación particular. Así, una realización preferida del actuador de aleta oscilante 10 puede incluir una aleta 16 de, por ejemplo, un radio (o longitud) de aproximadamente 7,60 a 15,20 centímetros y una cámara con un ángulo de aproximadamente 60 grados entre lado y lado, y puede ser operada, por ejemplo, a una frecuencia inferior a 20 Hercios. La holgura entre el extremo distal 38 de la aleta 16 y la pared distal 41 de la envuelta 17, la holgura entre el extremo proximal 36 de la aleta 16 y la pared correspondiente 40 de la envuelta 17, o la holgura entre la aleta 16 y los extremos 45 de la envuelta pueden ser mínimas, por ejemplo, entre aproximadamente 0,0025 centímetros y aproximadamente 0,06 centímetros.

Además, una realización preferida puede incluir un estrechamiento del conducto de, por ejemplo, aproximadamente seis grados desde la cámara hasta las aberturas 20, 28 del primero y segundo conductos 20, 26. Por ejemplo, un extremo de cámara 46, 48, u orificio, del primero y segundo conductos 20, 26 puede tener un diámetro (o espesor) de aproximadamente 1,27 centímetros, y las aberturas 22, 28 pueden tener un diámetro (o espesor) de aproximadamente 0,63 centímetros o menos, dependiendo en parte de la longitud de los conductos 20, 26. Además, las aberturas 22, 28 pueden formar un ángulo de aproximadamente 20 grados con la superficie aerodinámica 24. Sin embargo, la geometría del primero y segundo conductos 20, 26 puede ser variada de acuerdo con los requisitos de diseño de una aplicación particular del actuador de aleta oscilante 10. Como cualquier persona con una experiencia corriente en la materia podrá comprender, los factores de diseño con respecto al tamaño y forma específicos

de la aleta 16, la envuelta 17, los conductos 20, 26 y las aberturas 22, 28 pueden variar entre aplicaciones particulares del actuador de aleta oscilante 10.

Además, el actuador 10 puede incluir un eje giratorio 50 con un codo 52 conectado a una biela 54, que también puede estar conectado a la aleta 16, por ejemplo, mediante un eje 56 a una distancia excéntrica respecto al pivote 34. Las conexiones del codo 52 y del eje 56 pueden incluir una superficie de apoyo para reducir la fricción, tal como un rodamiento de rodillos, un rodamiento de bolas, u otro similar, así como lubricación. Además, se pueden usar cojinetes sellados en las conexiones de la biela 54 con el codo 52 y con el eje 56, y las conexiones del pivote 34 con la envuelta 17, o de la aleta 16 con el pivote 34, de tal manera que no se necesite lubricación de mantenimiento para todo el actuador oscilante 10. El codo 52 puede ser excéntrico respecto al eje central 58 del eje giratorio 50, para que cuando el eje giratorio 50 gire, la aleta 16 sea impulsada en vaivén (hacia la izquierda y la derecha de la Figura 3) en un movimiento oscilatorio dentro de la cámara 18.

En esta configuración, un extremo 45 (que ha sido omitido en la sección transversal de la Figura 3) de la envuelta 17 que define la cámara con forma de cuña 18, puede incluir una hendidura 60 (representada por la línea a trazos de la Figura 3) por la que puede pasar un mecanismo de conexión, tal como un eje 56, para acoplarse a la biela 54. La ranura 60 puede ser curva, como se muestra en la Figura 3, para corresponderse con la trayectoria que recorre el eje 56. Además, la hendidura curva 60 puede estar sellada de manera hermética, por ejemplo, utilizando un sello deslizante o cualquier otro medio de sellado adecuado.

Así, cuando la aleta 16 se desplaza en un sentido hacia el primer lado 42 de la cámara 18 (hacia la izquierda de la Figura 3), el fluido puede ser desplazado desde el primer lado 42 de la cámara 18 a través del primer conducto 20 y hacia fuera a través de la primera abertura 22 adyacente a la superficie aerodinámica 24. De manera similar, cuando la aleta 16 se desplaza en el sentido opuesto hacia el segundo lado 44 de la cámara 18 (hacia la derecha de la Figura 3), el fluido puede ser desplazado desde el segundo lado 44 de la cámara 18 a través del segundo conducto 26 y hacia fuera a través de la segunda abertura 28 adyacente a la superficie aerodinámica 24. Simultáneamente, cuando la aleta 16 se desplaza en dirección hacia el primer lado 42 de la cámara 18 (hacia la izquierda de la Figura 3), se impulsa fluido hacia dentro a través de la segunda abertura 28 y del segundo conducto 26 hacia dentro del segundo lado 44 de la cámara 18. De la misma manera, cuando la aleta 16 se desplaza en sentido opuesto hacia el lado opuesto 44 de la cámara 18 (hacia la derecha de la Figura 3), se impulsa fluido hacia

dentro a través de la primera abertura 22 adyacente a la superficie aerodinámica 24, a través del primer conducto 20 y hacia dentro del primer lado de la cámara 18.

De esta manera, en cualquier momento dado de la operación del actuador de aleta oscilante 10, el fluido puede ser forzado simultáneamente hacia fuera a través de la primera  
5        abertura 22 ó de la segunda abertura 28, e impulsado en sentido opuesto dentro de la primera abertura 22 y de la segunda abertura 28, adyacentes a la superficie aerodinámica 24, proporcionando de esta manera control del flujo de aire discontinuo de la capa límite de la corriente de fluido que fluye adyacente a la superficie aerodinámica 24.

En una realización alternativa, la biela 54 puede estar conectada al brazo de  
10        conexión 66 (mostrado en la Figura 5) que está acoplado a una extensión del pivote 34 exterior a la cámara 18. En otra realización alternativa, el eje giratorio 50 puede estar conectado al pivote 34 para proporcionar directamente una fuerza motora giratoria para accionar la aleta 16 en un movimiento oscilatorio dentro de la cámara con forma de cuña 18. En esta última realización, la biela 54 y el eje 56 pueden ser omitidos, y no se necesita  
15        la hendidura curva 60 en el extremo 45 de la envuelta 17.

En varias realizaciones, el eje giratorio 50 puede ser conducido por cualquier fuente de energía giratoria, tal como un motor eléctrico, un servomotor, un actuador hidráulico o neumático, o cualquiera de los numerosos actuadores giratorios adecuados. Además, el  
20        eje giratorio 50, y cualquier mecanismo asociado con el actuador giratorio, puede proporcionar impulso inercial para ayudar en la actuación continua de la aleta 16.

En la Figura 4 se muestra una realización alternativa del invento, que muestra un actuador de aleta oscilante de puerto único 10. En esta realización también, el actuador de aleta oscilante 10 puede incluir una aleta 16 acoplada a un pivote 34 cerca de un extremo proximal 36 de la aleta 16, de tal manera que la aleta 16 pueda desplazarse en vaivén  
25        dentro de una cámara con forma de cuña 18 dentro de una envuelta 17. El actuador 10 puede incluir un primer conducto 20 que salga desde la cámara 18 hasta una primera abertura 22, o puerto, adyacente a la superficie aerodinámica 24. Igual que en realizaciones previas, el primer conducto 20 puede formar un ángulo con la superficie aerodinámica 24 cerca de la primera abertura 22, y puede estrecharse desde un extremo de la cámara 46  
30        hasta la primera abertura 22. Sin embargo, en esta realización, el segundo lado 44 de la envuelta opuesto al primer conducto 20 puede estar abierto a la atmósfera, como se muestra en la Figura 4. Además, la biela 54 puede estar acoplada a una orejeta 68 que puede estar aplicada a la segunda cara 35 de la aleta 16. Alternativamente, la biela 54 puede estar acoplada a la aleta como se ha descrito en las realizaciones previas.

Así, cuando la aleta 16 se desplaza en un sentido hacia el primer lado 42 de la cámara 18 (hacia la derecha de la Figura 4), desplaza fluido desde el primer lado 42 de la cámara 18 a través del primer conducto 20 y hacia fuera a través de la primera abertura 22 adyacente a la superficie aerodinámica 24. Cuando la aleta 16 se desplaza en el sentido opuesto hacia el segundo lado 44 de la cámara 18 (hacia la izquierda de la Figura 4, impulsa fluido hacia dentro a través de la primera abertura 22 adyacente a la superficie aerodinámica 24, a través del primer conducto 20 y hacia dentro del primer lado 42 de la cámara 18.

Además, el actuador 10 puede incluir opcionalmente un conducto de entrada 62 que se ramifica desde el primer conducto 20 y sale hacia una abertura de entrada 64 adyacente a la superficie aerodinámica 24. El conducto de entrada 62 puede ser aproximadamente normal, o perpendicular, a la superficie aerodinámica 24 cerca de la abertura de entrada 64, para facilitar la entrada del fluido adyacente a la superficie aerodinámica 24. En una realización preferida, la abertura de entrada 64 puede estar situada aguas arriba de la primera abertura 22 en un ambiente de presión relativamente inferior en comparación con la de la primera abertura 22. Así, cuando la aleta 16 se desplaza en un sentido hacia el primer lado 42 de la cámara 18 (hacia la derecha de la Figura 4), desplaza fluido desde el primer lado 42 de la cámara 18 a través del primer conducto 20 y principalmente hacia fuera a través de la primera abertura 22 adyacente a la superficie aerodinámica 24. Para impedir o minimizar el flujo del fluido hacia fuera a través del conducto de entrada 62 y de la abertura de entrada 64, puede instalarse una válvula de un solo paso 70, tal como una válvula de lengüeta, en el conducto de entrada 62. La válvula de un solo paso 70 puede permitir flujo hacia dentro de la abertura de entrada, pero impide o minimiza el flujo hacia fuera de la abertura de entrada 64.

Así, cuando el actuador 10 está configurado con el conducto de entrada opcional 64, cuando la aleta 16 se desplaza en el sentido opuesto hacia el segundo lado 44 de la cámara 18 (hacia la izquierda de la Figura 4), impulsa fluido hacia dentro principalmente a través de la abertura de entrada 64, y a continuación puede desplazarse a través del conducto de entrada 62 y de una porción del primer conducto 20 para llegar al primer lado 42 de la cámara 18. Además, algún fluido puede ser simultáneamente impulsado hacia dentro a través de la primera abertura 22 adyacente a la superficie aerodinámica 24, a través del primer conducto 20 y hacia dentro del segundo lado 44 de la cámara 18.

En la Figura 5, se muestra una vista en perspectiva de un actuador de aleta oscilante de puerto único 10 instalado en un perfil aerodinámico 14, tal como un ala de avión. Como se ha descrito anteriormente, el actuador de aleta oscilante 10 puede incluir

una aleta 16 acoplada a un pivote 34, de tal manera que la aleta 16 pueda desplazarse en vaivén dentro de una cámara con forma de cuña 18 de una envuelta 17. En la Figura 5, se muestra la envuelta 17 parcialmente seccionada para mostrar la aleta 16. El actuador 10 puede incluir un primer conducto 20 con un extremo de cámara 46, u orificio, y una primera abertura 22 adyacente a la superficie aerodinámica 24 del perfil aerodinámico 14. En la realización de la Figura 5, se muestra la primera abertura 22 como una ranura rectangular alargada; sin embargo, en otras realizaciones la primera abertura 22 puede tener cualquier forma adecuada de acuerdo con los requisitos de la aplicación particular. Adicionalmente, el actuador puede incluir un eje giratorio 50 con un codo 52 conectado a una biela 54. En la Figura 5 se muestra la biela conectada a un brazo de conexión 66, que está acoplado fijamente al pivote 34; sin embargo, en otras realizaciones la biela 54 puede estar conectada a la aleta 16 mediante cualquier unión o acoplamiento adecuado, tal como un eje a una distancia excéntrica a lo largo del borde de la aleta 16, o la biela 54 puede no ser necesaria.

Las muchas características y ventajas del invento se harán evidentes merced a la memoria detallada y, por tanto, las reivindicaciones adjuntas procuran cubrir todas las dichas características y ventajas del invento que caen dentro del ámbito del invento. Además, ya que numerosas modificaciones y variaciones se le ocurrirán fácilmente a las personas expertas en la materia, no se desea limitar el invento a la construcción y operación exactas mostradas y descritas, sino al ámbito de las reivindicaciones adjuntas, interpretadas según la ley de patentes.

## REIVINDICACIONES

1. Un actuador para desplazar un fluido para alterar características del flujo cerca de una superficie aerodinámica (24), que comprende:

5

medios para desplazar (16) el fluido;

medios para envolver al menos parcialmente (18) los medios para desplazar (16), comprendiendo los medios envolventes (18) una cámara que tiene un segundo lado y un primer lado; estando los medios para desplazar dispuestos para desplazarse en vaivén dentro de la cámara; y

10

primeros medios para acceder (20) al primer lado de los medios envolventes, en los que los primeros medios para acceder están adaptados a estar situados en la superficie aerodinámica y a estar en comunicación fluida con una corriente de fluido (32) que pasa sobre la superficie aerodinámica, en los que el fluido es expelido desde los primeros medios para acceder (20) cuando los medios para desplazar (16) se desplazan hacia el primer lado de los medios envolventes, y el fluido es impulsado hacia dentro de los primeros medios para acceder cuando los medios para desplazar se desplazan hacia el segundo lado de los medios envolventes.

15

20

2. El actuador de la reivindicación 1, que comprende además primeros medios para conducir el fluido hacia dentro y hacia fuera de los medios envolventes por medio de los primeros medios para acceder, teniendo los primeros medios para conducir unos primeros medios opuestos (22) para abrirse en el seno de una corriente de fluido (32) adyacente a la superficie aerodinámica (24).

25

3. El actuador de la reivindicación 2, en el que los primeros medios para abrirse (22) están configurados para dirigir generalmente el fluido expelido hacia un sentido del flujo de la corriente de fluido (32).

30

4. El actuador de la reivindicación 2, que comprende además:

medios de entrada (64) para conducir el fluido dentro de los primeros medios para conducir, teniendo los medios de entrada medios normales para abrirse en el seno de la corriente de fluido aguas arriba de la primera abertura; y

35

medios de control de un solo paso (70) instalados en los medios de entrada (64) para inhibir el flujo de fluido hacia fuera a través de los medios de apertura normales, y para permitir flujo de fluido hacia dentro de los medios de apertura normales y a través de los medios de entrada hasta los primeros medios conductores.

5  
10 5. El actuador de la reivindicación 1, en el que los medios para desplazar (16) y los medios envolventes están configurados además para tener una holgura sustancialmente hermética entre un perímetro de los medios para desplazar y una pared interior de los medios envolventes.

6. El actuador de la reivindicación 1, que comprende además:  
15 medios para conducir (54) acoplados operablemente a los medios para desplazar (16), en los que los medios para conducir están configurados para transferir una fuerza motora para accionar la aleta para mover la aleta en un movimiento oscilante; y  
medios giratorios (50) para actuar acoplados a los medios para conducir (54) y configurados para hacer que giren los medios conductores.

20 7. El actuador de la reivindicación 1, que comprende además medios para girar (34), en el que los medios envolventes definen una cámara con forma de cuña interna y los medios para girar están acoplados a los medios envolventes y los medios para desplazar (16) están acoplados a los medios para girar de tal manera que los medios para desplazar  
25 pueden girar dentro de la cámara en un arco alrededor de un eje longitudinal de los medios para desplazar.

8. El actuador de la reivindicación 7, en el que los medios envolventes tienen un primer extremo y un segundo extremo, comprendiendo además el actuador:

30 medios curvos para penetrar el primer extremo de los medios para envolver;  
medios para conducir acoplados operablemente a los medios para desplazar, en los que los medios para conducir están configurados para transferir una fuerza motora para accionar la aleta para mover la aleta en un movimiento oscilante;



medios giratorios para actuar acoplados a los medios para conducir y configurados para hacer que giren los medios para conducir;  
medios para conectar giratoriamente (52) acoplados a los medios para conducir a una distancia radial de un eje central de los medios para conducir y giratoriamente  
5 acoplados a los medios para desplazar por medio de los medios para penetrar a una distancia excéntrica de los medios giratorios, en los que los medios para conducir transfieren la fuerza motora para accionar los medios para desplazar por medio de los medios para conectar; y  
medios para sellar deslizablemente acoplados a los medios para penetrar,  
10 configurados, en uso, para inhibir sustancialmente que el fluido pase hacia dentro o hacia fuera de los medios envolventes a través de los medios para penetrar, y por medio de los que la biela puede ser acoplada al eje conductor.

9. El actuador de la reivindicación 7, que comprende además medios de superficie  
15 aerodinámica para permitir que una corriente de fluido adyacente fluya con una velocidad relativa a los medios de superficie aerodinámica.

10. El actuador de la reivindicación 9, en el que los medios de superficie aerodinámica (24) comprenden al menos parte de unos medios para crear sustentación  
20 aerodinámica.

11. Un método para desplazar un fluido para alterar características de flujo cerca de una superficie aerodinámica, que comprende:

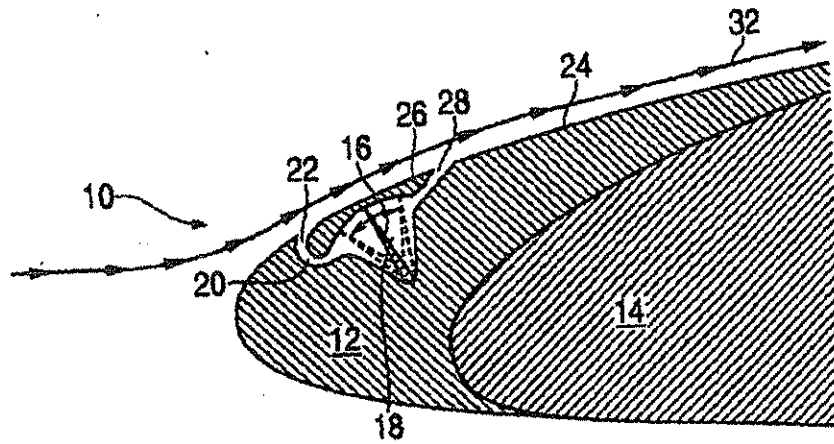
25 desplazar el fluido usando una aleta dentro de una envuelta configurada para envolver al menos parcialmente la aleta; estando dispuesta la aleta para desplazarse en vaivén dentro de la envuelta;  
conducir el fluido hacia fuera desde un primer lado de la envuelta y expeler el fluido en el seno de una corriente de fluido adyacente a la superficie  
30 aerodinámica cuando la aleta se desplaza hacia el primer lado de la envuelta; e impulsar el fluido desde la corriente de fluido y conducir el fluido hacia dentro del primer lado de la envuelta cuando la aleta se desplaza hacia el segundo lado de la envuelta.

35 12. El método de la reivindicación 11, que comprende además:

conducir el fluido hacia fuera desde el segundo lado de la envuelta y expeler el fluido en el seno de la corriente de fluido cuando la aleta se desplaza hacia el segundo lado de la envuelta; e

- 5      impulsar el fluido desde la corriente de fluido y conducir el fluido dentro del segundo lado de la envuelta cuando la aleta se desplaza hacia el primer lado de la envuelta.

**FIG. 1**



**FIG. 2**

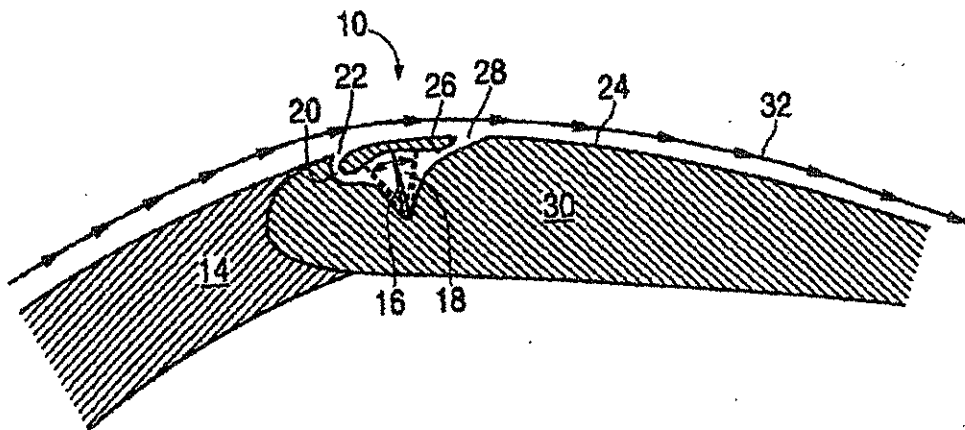


FIG. 3

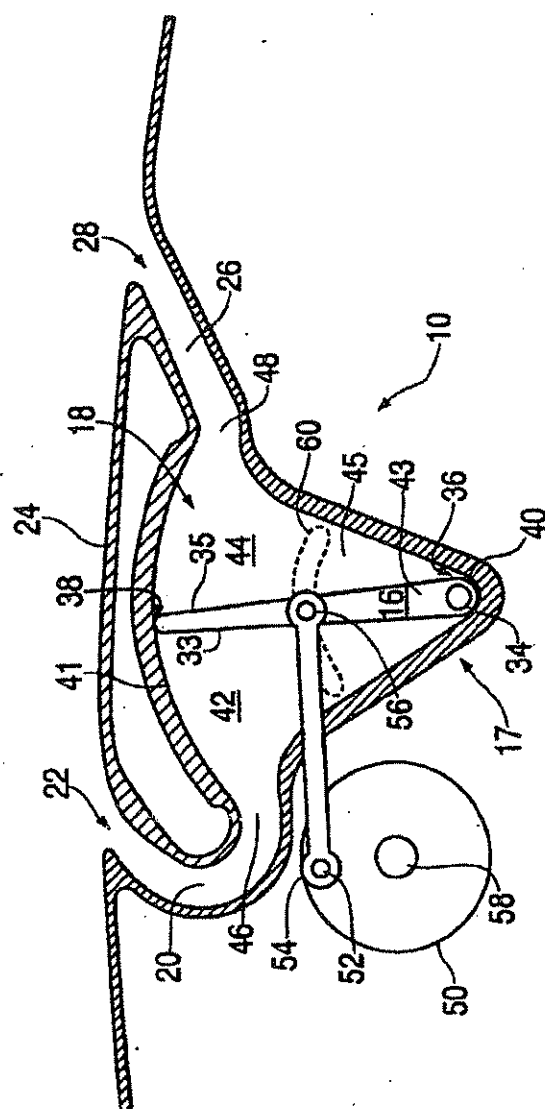
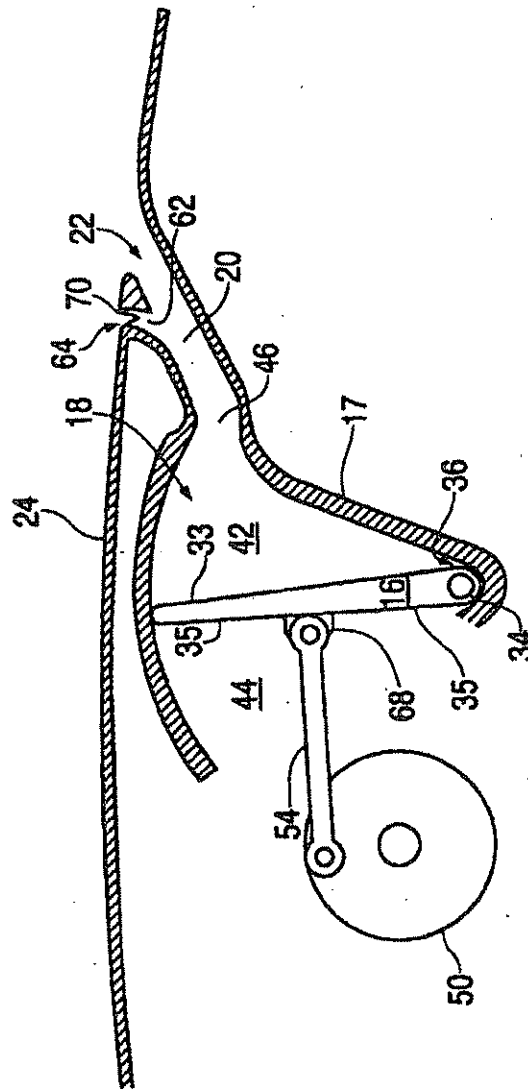


FIG. 4



**FIG. 5**

