

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 692 394**

51 Int. Cl.:

F02C 7/141 (2006.01)

F02C 9/16 (2006.01)

F02C 6/08 (2006.01)

B64C 21/06 (2006.01)

B64D 33/08 (2006.01)

F15D 1/00 (2006.01)

F15D 1/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.09.2015** **E 15183727 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.07.2018** **EP 2998542**

54 Título: **Conducto de entrada del pre-refrigerador con control de flujo activo y método que incluye el mismo**

30 Prioridad:

19.09.2014 US 201414491778

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

03.12.2018

73 Titular/es:

**THE BOEING COMPANY (100.0%)
100 North Riverside Plaza
Chicago, IL 60606-1596, US**

72 Inventor/es:

**PACKARD, NATHAN O.;
WILLIE, ROBERT H. y
TRETOW, PAUL R.**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 692 394 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

Conducto de entrada del pre-refrigerador con control de flujo activo y método que incluye el mismo

Campo

5 La presente divulgación se refiere a conductos de entrada del pre-refrigerador para góndolas de motores a reacción, y, más particularmente, a conductos de entrada del pre-refrigerador que utilizan control de flujo activo para interactuar con, modificar y/o energizar un flujo de fluido de la capa límite dentro de una capa límite adyacente al conducto de entrada del pre-enfriador, y a sistemas y métodos, que incluyen el conducto de entrada del pre-enfriador.

Antecedentes

10 Las góndolas para motores a reacción pueden incluir un conducto de entrada del pre-enfriador que puede dirigir una corriente de aire del pre-enfriador en un conjunto intercambiador de calor para enfriar el aire sangrado del motor antes de que sea utilizado por el motor a reacción y/o por otro componente de una aeronave que incluye el motor a reacción. El conducto de entrada del pre-enfriador puede estar presente dentro de la góndola y se puede situar para recibir una porción de una corriente de aire comprimido que puede presurizarse por un compresor del motor a reacción.

15 Debido a que la entrada del pre-enfriador se encuentra dentro de la góndola, un tamaño de la entrada del pre-enfriador puede estar restringido por un tamaño de la góndola. A la inversa, una entrada del pre-enfriador de tamaño dado puede dictar un tamaño necesario para una góndola que puede contener la entrada del pre-enfriador. Además, una velocidad de flujo deseada de la corriente de aire del pre-enfriador puede dictar también un tamaño necesario para el conducto de entrada del pre-enfriador.

20 En ciertas condiciones, puede ser deseable aumentar la velocidad de flujo de la corriente de aire del pre-enfriador sin aumentar el tamaño del conducto de entrada del pre-enfriador. Adicionalmente o como alternativa, también puede ser deseable reducir el tamaño del conducto de entrada del pre-enfriador, tal como para permitir que el conducto de entrada del pre-enfriador sea colocado dentro de una góndola más pequeña y/o para disminuir una porción del interior de la góndola que se utiliza por el conducto de entrada del pre-enfriador, sin disminuir la velocidad de flujo de la corriente de aire del pre-enfriador.

25 Históricamente, los principios aerodinámicos tradicionales se han utilizado para diseñar el tamaño y/o la forma del conducto de entrada del pre-enfriador. Sin embargo, estos principios aerodinámicos tradicionales pueden limitar el tamaño y/o forma de la entrada del pre-enfriador, restringiendo de este modo los aumentos en la velocidad de flujo de la corriente de aire del pre-enfriador y/o disminuciones en el tamaño de la góndola. Es con tales consideraciones en mente que los ejemplos de acuerdo con la presente divulgación se describen con más detalle a continuación.

30 El documento US 2014/053532 A1 divulga una toma de aire forzado para su uso en una góndola de turbina de gas. Una toma se divulga guiando una corriente de aire no comprimido a un usuario. Se proporciona una abertura para tomar aire y para la eliminación de la inversión del flujo y el perfil de separación de flujo perturbado. El flujo de aire de enfriamiento se utiliza para reemplazar los orificios formados en la góndola.

Sumario

La invención se define en las reivindicaciones adjuntas.

40 Los conductos de entrada del pre-enfriador que utilizan control de flujo activo y los sistemas y métodos que incluyen los mismos se divulgan en la presente memoria. Los sistemas incluyen un conducto de entrada del pre-enfriador para un motor a reacción que se configura para recibir una corriente de aire del pre-enfriador y para dirigir la corriente de aire del pre-enfriador a un intercambiador de calor. El conducto de entrada del pre-enfriador incluye una superficie de dirección de flujo, que define al menos una porción del conducto de entrada del pre-enfriador, y un dispositivo de control de flujo activo. El dispositivo de control de flujo activo se sitúa para modificar un flujo de fluido de la capa límite dentro de una capa límite adyacente a la superficie de dirección de flujo, tal como para resistir la separación de la capa límite de la superficie de dirección de flujo cuando la corriente de aire del pre-enfriador fluye a través del conducto de entrada del pre-enfriador. El dispositivo de control de flujo activo puede modificar la capa límite de cualquier manera adecuada, tal como interactuando con y/o energizando la capa límite, para resistir la separación de la capa límite de la superficie de dirección de flujo.

50 Un radio de curvatura de la superficie de dirección de flujo puede ser inferior a un radio de curvatura de una superficie de dirección de flujo convencional que no incluye el dispositivo de control de flujo activo. En algunas realizaciones, una longitud de la superficie de dirección de flujo es menor que una longitud de la superficie de

dirección de flujo convencional.

5 En algunas realizaciones, el dispositivo de control de flujo activo se configura para inyectar una corriente de fluido de control de flujo en la capa límite a través de un orificio de inyección. En algunas realizaciones, el orificio de inyección forma una porción de un chorro de barrido. En algunas realizaciones, el dispositivo de control de flujo activo se configura para inyectar continuamente la corriente de fluido de control de flujo. En algunas realizaciones, el dispositivo de control de flujo activo se configura para inyectar intermitentemente la corriente de fluido de control de flujo. En algunas realizaciones, el dispositivo de control de flujo activo se configura para inyectar una pluralidad de corrientes de fluido de control de flujo. En algunas realizaciones, el dispositivo de control de flujo activo se configura para variar cuál de la pluralidad de corrientes de fluido de control de flujo está siendo inyectada en un punto dado en el tiempo.

En algunas realizaciones, el dispositivo de control de flujo activo incluye un generador de vórtice configurado para generar un vórtice dentro de la capa límite. En algunas realizaciones, el dispositivo de control de flujo activo incluye un conjunto de aspiración configurado para eliminar una corriente de aspiración de la capa límite.

15 En algunas realizaciones, el conducto de entrada del pre-enfriador forma una porción de una góndola de un motor a reacción. En algunas realizaciones, la góndola forma una parte de una aeronave.

20 Los métodos incluyen métodos de resistir la separación de la capa límite en el conducto de entrada del pre-enfriador. Los métodos incluyen hacer fluir la corriente de aire del pre-enfriador a través de la superficie de dirección de flujo para generar una capa límite adyacente a la superficie de dirección de flujo. Los métodos incluyen además modificar la capa límite con el dispositivo de control de flujo activo para resistir la separación de la capa límite de la superficie de dirección de flujo.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es una representación esquemática de ejemplos de una aeronave que puede incluir un motor a reacción que puede incluir un conducto de entrada del pre-enfriador de acuerdo con la presente divulgación.

25 La Figura 2 es una vista lateral parcialmente fragmentaria esquemática que ilustra ejemplos de un motor a reacción que puede incluir un conducto de entrada del pre-enfriador de acuerdo con la presente divulgación.

La Figura 3 es una vista frontal esquemática que ilustra ejemplos de un motor a reacción que puede incluir un conducto de entrada del pre-enfriador de acuerdo con la presente divulgación.

La Figura 4 es una vista en sección transversal esquemática que ilustra ejemplos de un conducto de entrada del pre-enfriador de acuerdo con la presente divulgación.

30 La Figura 5 es una vista en sección transversal esquemática que ilustra ejemplos de un conducto de entrada del pre-enfriador de acuerdo con la presente divulgación.

La Figura 6 es una vista esquemática en sección transversal comparando una superficie de dirección de flujo convencional con una superficie de dirección de flujo de acuerdo con la presente divulgación.

35 La Figura 7 es una vista en sección transversal esquemática que compara dos superficies de dirección de flujo de acuerdo con la presente divulgación.

La Figura 8 es un diagrama de flujo que representa los métodos, de acuerdo con la presente divulgación, de resistir la separación de la capa límite de un conducto de entrada del pre-enfriador.

Descripción

40 Las Figuras 1-8 proporcionan ejemplos ilustrativos, no exclusivos de los conductos de entrada 100 del pre-enfriador que incluyen dispositivos de control de flujo activo 150 de acuerdo con la presente divulgación, de góndolas 54 para motores a reacción 40 que incluyen los conductos de entrada 100 del pre-enfriador, de las aeronaves 20 que incluyen motores a reacción 40, y/o de métodos de operación de los mismos. Los elementos que cumplen una finalidad similar, o al menos sustancialmente similar, se etiquetan con los mismos números en cada una de las Figuras 1-8, y estos elementos no pueden ser descritos aquí en detalle con referencia a cada una de las Figuras 1-8. Del mismo modo, todos los elementos no pueden ser etiquetados en cada una de las Figuras 1-8, pero los números de referencia asociados a los mismos se pueden utilizar en la presente memoria por consistencia. Los elementos, componentes, y/o características que se describen en la presente memoria con referencia a una o más de las Figuras 1-8 pueden incluirse en y/o utilizarse con cualquier de las Figuras 1-8 sin alejarse del alcance de la presente

divulgación.

En general, los elementos que son propensos a ser incluidos en una realización dada (es decir, particular) se ilustran en líneas continuas, mientras que los elementos que son opcionales para una realización dada se ilustran en líneas discontinuas. Sin embargo, los elementos que se muestran en líneas continuas no son esenciales para todas las realizaciones, y un elemento mostrado en líneas continuas puede omitirse de una realización dada sin apartarse del alcance de la presente divulgación.

La Figura 1 es una representación esquemática de un ejemplo ilustrativo, no exclusivo de una aeronave 20 que puede incluir un motor a reacción 40 que incluye un conjunto de pre-enfriamiento 60 con un conducto de entrada 100 del pre-enfriador de acuerdo con la presente divulgación, mientras que las Figuras 2-3 son ejemplos no exclusivos, más detalladas pero todavía ilustrativos, de un motor a reacción 40 que incluye un conjunto de pre-enfriamiento 60 con un conducto de entrada 100 del pre-enfriador de acuerdo con la presente divulgación. Más específicamente, la Figura 2 es una vista lateral parcialmente fragmentaria esquemática de los motores a reacción 40, mientras que la Figura 3 es una vista frontal esquemática de los motores a reacción 40.

Como se ilustra en la Figura 1, la aeronave 20 incluye un fuselaje 30, que está operativamente unido a y/o configurado para soportar uno o más motores a reacción 40. Como se ilustra adicionalmente en la Figura 1, los motores a reacción 40 pueden incluir una góndola 54 que puede tener un tamaño y/o forma para definir, contener, y/o alojar una variedad de componentes de motor a reacción 40. Como ejemplos, los motores a reacción 40 pueden incluir una entrada 42, que se configura para recibir una corriente de aire 43, y un compresor 44, que se configura para comprimir (o aumentar una presión de) la corriente de aire 43 para generar una corriente de aire comprimido 45. Los motores a reacción 40 pueden incluir también un quemador 46, que se configura para quemar una corriente de combustible con una porción 53 de la corriente de aire comprimido 45 para generar una corriente de combustión, y una turbina 48, que se configura para alimentarse por la corriente de combustión y para alimentar el compresor 44.

Como se ilustra en las Figuras 1-2, los motores a reacción 40 pueden incluir además una boquilla 50, que se configura para permitir que la corriente de combustión sea expulsada (o salga) del motor a reacción 40. Como se ilustra más claramente en la Figura 2, los motores a reacción 40 pueden definir un conducto central 52, que se configura para recibir la porción 53 de la corriente de aire comprimido 45 del compresor 44, y el conducto de entrada 100 del pre-enfriador, que se configura para recibir otra porción de corriente de aire comprimido 45, que se denomina en este documento como corriente de aire 65 del pre-enfriador. El conducto de entrada 100 del pre-enfriador puede formar una porción del conjunto de pre-enfriamiento 60 y puede proporcionar y/o dirigir la corriente de aire 65 del pre-enfriador a y/o hacia un intercambiador de calor 66. El intercambiador de calor 66 se puede configurar para intercambiar energía térmica con corriente de aire 65 del pre-enfriador para generar una corriente de aire con intercambio de calor 67. La corriente de aire con intercambio de calor 67 puede proporcionarse a otro componente del motor a reacción 40 y/o de la aeronave 20.

Como se describe en más detalle en la presente memoria, y cuando la corriente de aire 65 del pre-enfriador fluye a través de conducto de entrada 100 del pre-enfriador, un dispositivo de control de flujo activo 150 se puede configurar, utilizar, y/u operar para resistir la separación de una capa límite 80, que incluye un flujo de fluido 82 de la capa límite, desde una superficie de dirección de flujo 140 del conducto de entrada 100 del pre-enfriador. Como un ejemplo ilustrativo, no exclusivo, el dispositivo de control de flujo activo 150 se puede configurar para modificar flujo de fluido 82 de la capa límite, cambiando de este modo una o más características del flujo de fluido 82 de la capa límite y permitiendo que el flujo de fluido 82 de la capa límite fluya a través de la superficie de dirección de flujo 140 sin separación de la misma.

Por lo general, los conjuntos de pre-enfriamiento 60 y/o conductos de entrada 100 del pre-enfriador de acuerdo con la presente divulgación que incluyen el dispositivo de control de flujo activo 150 se pueden configurar para mantener y/o retener la capa límite 80 unida a la superficie de dirección de flujo 140 sobre una amplia gama de velocidades de corriente de aire del pre-enfriador promedio de la corriente de aire 65 del pre-enfriador. Como ejemplos ilustrativos, no exclusivos, los conjuntos de pre-enfriamiento 60 y/o los conductos de entrada 100 del pre-enfriador de acuerdo con la presente divulgación pueden mantener la capa límite 80 unida al conducto de entrada 100 del pre-enfriador cuando la velocidad de corriente de aire del pre-enfriador promedio es de al menos 50 metros/segundo (m/s), al menos 75 m/s, al menos 100 m/s, al menos 125 m/s, al menos 150 m/s, al menos 175 m/s, al menos 200 m/s, al menos 225 m/s, al menos 250 m/s, al menos 275 m/s, y/o al menos 300 m/s. Adicionalmente o como alternativa, los conjuntos de pre-enfriamiento 60 pueden mantener también la capa límite 80 unida a la superficie de dirección de flujo 140 cuando la velocidad de corriente de aire del pre-enfriador promedio es inferior a 350 m/s, inferior a 325 m/s, inferior a 300 m/s, inferior de 275 m/s, inferior a 250 m/s, inferior a 225 m/s, y/o inferior a 200 m/s.

El dispositivo de control de flujo activo 150 puede incluir y/o utilizar cualquier tecnología de control de flujo activo adecuada. El dispositivo de control de flujo activo 150 se configura para inyectar una corriente de fluido de control de flujo en la capa límite 80.

Como otro ejemplo ilustrativo, no exclusivo, el dispositivo de control de flujo activo 150 puede incluir un generador de

vórtice que se configura para generar un vórtice dentro de la capa límite 80. Como otro ejemplo ilustrativo, no exclusiva, el dispositivo de control de flujo activo 150 se puede configurar para eliminar una corriente de aspiración de la capa límite 80.

5 Está dentro del alcance de la presente divulgación que el dispositivo de control de flujo activo 150 pueda suministrar la corriente de fluido de control de flujo, pueda generar el vórtice, y/o pueda eliminar la corriente de aspiración de cualquier manera adecuada y/o utilizando cualquier equipo adecuado. Como ejemplos ilustrativos, no exclusivos, el dispositivo de control de flujo activo 150 puede incluir uno o más de un accionador piezoeléctrico, un accionador de aleación con memoria de forma, un diafragma, una bomba, un compresor, y/o un ventilador.

10 Como se ilustra en la Figura 3, el conjunto de pre-enfriamiento 60 y el conducto de entrada 100 del pre-enfriador del mismo se pueden situar dentro de un volumen interno 56 de la góndola 54. De esta manera, un tamaño, forma, y/o el volumen del conjunto de pre-enfriamiento 60 y/o del conducto de entrada 100 del pre-enfriador pueden limitarse por un tamaño diana, deseado, y/o específico de la góndola 54 y/o por un tamaño y/o geometría de los otros componentes que pueden estar presentes dentro del volumen interno 56.

15 Como se ha descrito, puede ser deseable aumentar una velocidad de flujo de la corriente de aire 65 del pre-enfriador (como se ilustra en la Figura 2) en el conducto de entrada 100 del pre-enfriador sin aumentar el tamaño de la góndola 54, y los conjuntos de pre-enfriamiento 60 con entradas del pre-enfriador bifurcadas se han utilizado para proporcionar de este aumento de la velocidad de flujo de la corriente de aire 65 del pre-enfriador. Una entrada del pre-refrigerador bifurcada de este tipo incluye dos conductos de entrada 100 del pre-enfriador. Uno de estos conductos de entrada 100 del pre-enfriador se ilustra en líneas continuas en la Figura 3, mientras que el otro conducto de entrada 100 del pre-enfriador se ilustra en líneas discontinuas para indicar que el segundo conducto de entrada del pre-enfriador puede ser opcional. Mientras las entradas del pre-enfriador bifurcadas pueden proporcionar un aumento medible en la velocidad de flujo de la corriente de aire 65 del pre-enfriador, puede ser deseable aumentar aún más la velocidad de flujo de la corriente de aire 65 del pre-enfriador y/o utilizar conjuntos de pre-enfriamiento que incluyen solamente un conducto de entrada del pre-enfriador individual. Esto puede lograrse mediante la ubicación de uno o más dispositivos de control de flujo activos 150 en una o más superficies de dirección de flujo 140 del conjunto de pre-enfriamiento 60, y se describe con más detalle en la presente memoria.

25 Las Figuras 4-5 proporcionan vistas esquemáticas en sección transversal de ejemplos ilustrativos, no exclusivos de los conductos de entrada 100 del pre-enfriador que se pueden utilizar en conjuntos de pre-enfriamiento 60 de acuerdo con la presente divulgación. Las vistas esquemáticas en sección transversal de las Figuras 4-5 pueden tomarse a lo largo de la línea A-A de la Figura 3.

30 En las Figuras 4-5, los conjuntos de pre-enfriamiento 60 incluyen uno o más conductos de entrada 100 del pre-enfriador. El conducto de entrada 100 del pre-enfriador puede estar al menos parcialmente definido por una o más superficies de dirección de flujo 140 y se puede configurar para dirigir una corriente de aire 65 del pre-enfriador hacia y/o en contacto con un intercambiador 66. El intercambiador de calor 66 la recibe corriente de aire 65 del pre-enfriador y produce la corriente de aire con intercambio de calor 67 del mismo. En la Figura 4, el conjunto de pre-enfriamiento 60 incluye una entrada del pre-enfriador bifurcada que incluye dos conductos de entrada 100 del pre-enfriador. En contraste, el conjunto de pre-enfriamiento 60 de la Figura 5 incluye un único conducto de entrada 100 del pre-enfriador.

35 En las figuras. 4-5, una o más superficie de dirección de flujo 140 pueden incluir y/o utilizar uno o más dispositivos de control de flujo activos 150. Los dispositivos de control de flujo activo 150 se pueden configurar para resistir la separación de un flujo de fluido 82 de la capa límite de una capa límite 80 de las superficies de dirección de flujo 140 respectivas, como se ilustra en la Figura 6 y se describe en más detalle en la presente memoria. Como también se describe en más detalle en la presente memoria, la presencia de dispositivos de control de flujo activos 150 puede permitir una disminución en una o más dimensiones de los conductos de entrada 100 del pre-enfriador y/o del conjunto de pre-enfriamiento 60 y/o puede permitir que los conjuntos de pre-enfriamiento 60 utilicen un único conducto de entrada 100 del pre-enfriador (como se ilustra en la Figura 5) en contraposición a una entrada del pre-enfriador bifurcada que incluye dos conductos de entrada 100 del pre-enfriador (como se ilustra en la Figura 4) mientras se mantiene una velocidad de flujo diana, o deseada, para la corriente de aire 65 del pre-enfriador y/o para la corriente de aire con intercambio de calor 67. De esta manera, un tamaño de un conducto de entrada 100 del pre-enfriador y/o de un conjunto de pre-enfriamiento 60 pueden reducirse sin disminuir del rendimiento del conjunto de pre-enfriamiento 60.

40 Los dispositivos de control de flujo activos 150 se ilustran en líneas de discontinuas en las Figuras 4-5 para indicar que los dispositivos de control de flujo activos 150 pueden situarse y/o estar presentes en cualquier superficie de dirección de flujo 140 adecuada de los conductos de entrada 100 del pre-enfriador de acuerdo con la presente divulgación. Como un ejemplo, los dispositivos de control de flujo activos 150 se pueden situar en múltiples (es decir, dos o más) superficies de dirección de flujo 140 que definen un conducto de entrada 100 del pre-enfriador dado (por ejemplo, superficies opuestas 140 del conducto de entrada 100 del pre-enfriador superior y/o inferior en la Figura 4 o superficies opuestas 140 del conducto de entrada 100 del pre-enfriador individual en la Figura 5). Como otro

ejemplo, los dispositivos de control de flujo activos 150 se pueden situar en una superficie de dirección de flujo 140 que define el conducto de entrada 100 del pre-enfriador dado pero no en otra superficie de dirección de flujo 140 que define el conducto de entrada 100 del pre-enfriador dado. Como otro ejemplo adicional, los dispositivos de control de flujo 150 se pueden situar en una o más porciones de las superficies de dirección de flujo 140, donde un gran cambio en dirección del flujo de fluido 82 de la capa límite (ilustrado en la Figura 6) está presente. Esto puede incluir una o más porciones de las superficies de dirección de flujo 140 que tienen y/o definen un radio (relativamente) más pequeño de curvatura 104, como se describe en la presente memoria con referencia a las Figuras 6-7.

La Figura 6 es una vista en sección transversal esquemática de una porción de un conjunto de pre-enfriamiento 60 que incluye un conducto de entrada 100 del pre-enfriador que está al menos parcialmente definido por una superficie de dirección de flujo 140 de acuerdo con la presente divulgación. Como se ilustra en la Figura 6, la superficie de dirección de flujo 140 incluye uno o más dispositivos de control de flujo activos 150 de acuerdo con la presente divulgación. Como se ha descrito, los dispositivos de control de flujo activos 150 se pueden configurar para interactuar con, modificar y/o energizar un flujo de fluido 82 de la capa límite que está presente dentro de una capa límite 80 de una corriente de aire 65 del pre-enfriador que está fluyendo más allá de la superficie de dirección de flujo 140 para resistir la separación de la capa límite 80 de la superficie de dirección de flujo 140. Esto puede conseguirse de cualquier manera adecuada.

Como un ejemplo ilustrativo, no exclusivo, el dispositivo de control de flujo activo 150 se puede configurar para inyectar una o más corrientes de fluido de control de flujo 152 en la capa límite 80 a través de un orificio de inyección 154 que puede estar definido por, dentro, y/o en la superficie de dirección de flujo 140. La corriente de fluido de control de flujo 152 se puede inyectar en la capa límite 80 de cualquier manera adecuada. Como un ejemplo ilustrativo, no exclusivo, la corriente de fluido de control de flujo 152 se puede inyectar a una velocidad de flujo, o velocidad de flujo promedio, de al menos 100 metros/segundo (m/s), al menos 125 m/s, al menos 150 m/s, al menos 175 m/s, al menos 200 m/s, al menos 225 m/s, al menos 250 m/s, al menos 275 m/s, al menos 300 m/s, al menos 350 m/s, al menos 400 m/s, al menos 450 m/s, o al menos 500 m/s. Como otro ejemplo ilustrativo, no exclusivo, la corriente de fluido de control de flujo 152 se puede inyectar a una velocidad de flujo, o velocidad de flujo promedio, inferior a 700 m/s, inferior a 650 m/s, inferior a 600 m/s, inferior a 550 m/s, inferior a 500 m/s, inferior a 450 m/s, inferior a 400 m/s, inferior a 350 m/s, inferior a 325 m/s, inferior a 300 m/s, inferior a 275 m/s, inferior a 250 m/s, inferior a 225 m/s, y/o inferior a 200 m/s. Como otro ejemplo ilustrativo, no exclusivo, la corriente de fluido de control de flujo 152 se puede inyectar a través del orificio de inyección 154 de tal manera que un diferencial de presión a través del orificio de inyección es de al menos 1 kilo Pascal (kPa), al menos 5 kPa, al menos 10 kPa, al menos 15 kPa, al menos 20 kPa, al menos 25 kPa, al menos 30 kPa, al menos 35 kPa, al menos 40 kPa, al menos 50 kPa, al menos 75 kPa, al menos 100 kPa, al menos 150 kPa, al menos 200 kPa, al menos 300 kPa, al menos 400 kPa, al menos 500 kPa, al menos 600 kPa y/o al menos 700 kPa.

Está dentro del alcance de la presente divulgación que el dispositivo de control de flujo activo 150 se pueda configurar para inyectar de forma continua, o al menos sustancialmente continua, la corriente de fluido de control de flujo 152 en la capa límite 80 cuando la corriente de aire 65 del pre-enfriador se hace fluir más allá de la superficie de dirección de flujo 140. Además o como alternativa, también está dentro del alcance de la presente divulgación que el dispositivo de control de flujo activo 150 se pueda configurar para inyectar intermite, selectiva, y/o periódicamente la corriente de fluido de control de flujo 152 en la capa límite 80 cuando la corriente de aire 65 del pre-enfriador está fluyendo más allá de la superficie de dirección de flujo 140.

La corriente de fluido de control de flujo 152 se puede inyectar en la capa límite 80 en cualquier lugar adecuado. Como un ejemplo ilustrativo, no exclusivo, el dispositivo de control de flujo activo 150 se puede configurar para inyectar una pluralidad de corrientes de fluido de control de flujo 152 en la capa límite 80. Esto puede incluir la inyección de la pluralidad de corrientes de fluido de control de flujo de forma separada alrededor de una curvatura o radio de curvatura, 104 de la superficie de dirección de flujo 140, como se ilustra en la Figura 6. Además o como alternativa, esto puede incluir también inyectar la pluralidad de corrientes de fluido de control de flujo de manera separada a lo largo de una longitud de la superficie de dirección de flujo 140 (es decir, de manera separada a lo largo del eje Z de la Figura 6).

Como otro ejemplo ilustrativo, no exclusivo, la corriente de fluido de control de flujo 152 puede inyectarse detrás de, aguas abajo de, y/o en un lado a sotavento de un escalón 130 en una superficie de la superficie de dirección de flujo 140. El escalón 130 puede incluir y/o ser cualquier discontinuidad adecuada y/o cambio en el perfil de la superficie de dirección de flujo 140 y también puede referirse aquí como una discontinuidad 130.

La corriente de fluido de control de flujo 152 se puede generar de cualquier manera adecuada. Como un ejemplo ilustrativo, no exclusivo, la corriente de fluido de control de flujo 152 puede incluir y/o ser una porción de corriente de aire comprimido 45 que se genera por el motor a reacción 40 y/o por el compresor 44 del mismo (como se ilustra en las Figuras 1- 2). Además o como alternativa, la corriente de fluido de control de flujo 152 puede incluir y/o ser un chorro sintético que se genera por un generador de chorro sintético 158.

Como otro ejemplo ilustrativo, no exclusivo, el dispositivo de control de flujo activo 150 puede incluir un conjunto de

5 aspiración 160 que se configura para eliminar una corriente de aspiración 161 de la capa límite 80. Como otro ejemplo ilustrativo, no exclusivo, el dispositivo de control de flujo activo 150 puede incluir un generador de vórtice 156 que se configura para generar un vórtice 157 dentro de la capa límite 80. El generador de vórtice 156 puede incluir cualquier generador de vórtice activo y/o pasivo adecuado 156 que se configura para generar un vórtice 157 de cualquier manera adecuada. Como ejemplos ilustrativos, no exclusivos, el generador de vórtice 156 puede incluir una obstrucción física y/o un accionador de chorro generador de vórtices.

10 Cuando el dispositivo de control de flujo activo 150 inyecta la corriente de fluido de control de flujo 152 en la capa límite 80, la corriente de fluido de control de flujo 152 se puede inyectar con cualquier orientación adecuada y/o en cualquier ángulo, o ángulo de inyección adecuado. Como un ejemplo ilustrativo, no exclusivo, la corriente de fluido de control de flujo 152 se puede inyectar en la capa límite 80 en un primer ángulo de inyección 170. El primer ángulo de inyección 170 se puede medir en un primer plano que es paralelo a una dirección normal 168 de la superficie de la superficie de dirección de flujo 140, y está dentro del alcance de la presente divulgación que el primer ángulo de inyección 170 pueda incluir y/o ser cualquier ángulo adecuado. El primer plano puede también ser perpendicular a una longitud de la superficie de dirección de flujo 140 (es decir, la dirección Z en la Figura 6).

15 Además, la corriente de fluido de control de flujo 152 se puede inyectar también en la capa límite 80 en un segundo ángulo de inyección 174. El segundo ángulo de inyección 174 se puede medir en un segundo plano que es paralelo a la dirección normal 168 de la superficie y perpendicular al primer plano, y está dentro del alcance de la presente divulgación que el segundo ángulo de inyección 174 pueda incluir cualquier ángulo adecuado. El segundo plano puede también ser paralelo a la longitud de la superficie de flujo de dirección 140.

20 Ejemplos ilustrativos, no exclusivos del primer ángulo de inyección 170 y/o del segundo ángulo de inyección 174 incluyen ángulos de al menos 0 grados, al menos 5 grados, al menos 10 grados, al menos 15 grados, al menos 30 grados, al menos 40 grados, al menos 50 grados, al menos 60 grados, al menos 70 grados, al menos 80 grados, al menos 90 grados, al menos 100 grados, al menos 110 grados, al menos 120 grados, al menos 130 grados, al menos 140 grados, al menos 150 grados, al menos 160 grados, y/o al menos 170 grados. Como
25 ejemplos adicionales ilustrativos, no exclusivas, el primer ángulo de inyección 170 y/o el segundo ángulo de inyección 174 pueden incluir ángulos inferiores a 180 grados, inferiores a 170 grados, inferiores a 160 grados, inferiores a 150 grados, inferiores a 140 grados, inferiores a 130 grados, inferiores a 120 grados, inferiores a 110 grados, inferiores a 100 grados, inferiores a 90 grados, inferiores a 80 grados, inferiores a 70 grados, inferiores a 60 grados, inferiores a 50 grados, inferiores a 40 grados, inferiores a 30 grados, inferiores a 20 grados, inferiores a 15
30 grados, inferiores a 10 grados y/o inferiores a 5 grados.

Está dentro del alcance de la presente divulgación que el primer ángulo de inyección 170 y/o el segundo ángulo de inyección 174 pueda ser un ángulo variable que varíe entre cualquiera de los límites inferiores mencionados anteriormente y cualquiera de los límites superiores mencionados anteriormente. En estas condiciones, la corriente de fluido de control de flujo 152 puede generarse por un chorro de barrido que varía sistemática y/o periódicamente
35 el primer ángulo de inyección y/o el segundo ángulo de inyección.

La pluralidad de dispositivos de control de flujo activos puede incluir cualquier número adecuado de dispositivos de control de flujo activos. Como ejemplos ilustrativos, no exclusivos, la superficie de dirección de flujo 140 puede incluir al menos 4, al menos 8, al menos 9, al menos 12, al menos 18, al menos 24, al menos 36, al menos 72, al menos 90, al menos 120, al menos 180, al menos 270, y o al menos 360 dispositivos de control de flujo activos 150 y/u
40 orificios de inyección 154, o se pueden configurar para inyectar un número correspondiente de corrientes de fluido de control de flujo 152. Como ejemplos adicionales ilustrativos, no exclusivos, la superficie de dirección de flujo 140 puede incluir también menos de 36, menos de 72, menos de 90, menos de 120, menos de 180, menos de 270, menos de 360, y/o menos de 720 dispositivos de control de flujo activos 150 y/u orificios de inyección 154, o puede configurarse para inyectar un número correspondiente de corrientes de fluido de control de flujo 152.

45 Cuando la superficie de flujo de dirección 140 incluye la pluralidad de dispositivos de control de flujo activos 150 y/o se configura para inyectar la pluralidad de corrientes de fluido de control de flujo 152, la pluralidad de corrientes de fluido de control de flujo 152 se puede inyectar de cualquier manera adecuada. Como un ejemplo ilustrativo, no exclusivo, cada una de la pluralidad de corrientes de fluido de control de flujo se puede inyectar de forma continua cuando la corriente de aire 65 del pre-enfriador se hace fluir más allá de la superficie de dirección de flujo 140 y/o a
50 través del conducto de entrada 100 del pre-enfriador. Como otro ejemplo ilustrativo, no exclusivo, una o más de las corrientes de fluido de control de flujo 152 se puede inyectar de forma intermitente. Esto puede incluir variar (sistemáticamente), cuál de la pluralidad de corrientes de fluido de control de flujo 152 se inyecta en un punto dado en el tiempo.

55 Cuando el dispositivo de control de flujo activo 150 se configura para inyectar la pluralidad de corrientes de fluido de control de flujo 152, la pluralidad de corrientes de fluido de control de flujo se puede inyectar a través de la pluralidad de orificios de inyección 154, que pueden definirse por la superficie de dirección de flujo 140. Está dentro del alcance de la presente divulgación que la pluralidad de orificios de inyección 154 pueda incluir cualquier forma de sección transversal adecuada, incluyendo circular, alargada, ranurada, cuadrada, en forma de arco, y/o formas de sección

transversal rectangular, y que al menos una porción de la pluralidad de orificios de inyección 154 pueda tener una forma diferente de la sección transversal y/o tamaño con respecto al resto de la pluralidad de orificios de inyección 154. También está dentro del alcance de la presente divulgación que el dispositivo de control de flujo activo 150 pueda incluir una ranura continua, o al menos sustancialmente continua, que se pueda configurar para inyectar corrientes de fluido de una o más corrientes de fluido de control de flujo y/o a través de la superficie de dirección de flujo 140.

La Figura 7 es una vista esquemática en sección transversal que compara un conducto de entrada 110 del pre-enfriador convencional (ilustrado en líneas de discontinuas) con un conducto de entrada 100 del pre-enfriador de acuerdo con la presente divulgación que incluye un dispositivo de control de flujo activo 150 (ilustrado en líneas continuas). Los conductos de entrada 100 del pre-enfriador de acuerdo con la presente divulgación que incluyen dispositivos de control de flujo activos 150 pueden proporcionar un rendimiento mejorado sobre los conductos de entrada 100 del pre-enfriador convencionales que no incluyen dispositivos de control de flujo activos 150.

Como un ejemplo ilustrativo, no exclusivo, un flujo de fluido 82 de la capa límite dentro de la capa límite 80 que está adyacente a una superficie de dirección de flujo 140 del conducto de entrada 100 del pre-enfriador puede definir el rendimiento del conducto de entrada 100 del pre-enfriador. Del mismo modo, un flujo de fluido de la capa límite dentro de una capa límite que se une a una superficie de dirección de flujo 180 convencional del conducto de entrada del 110 pre-enfriador convencional puede definir también el rendimiento del conducto de entrada 110 del pre-enfriador convencional. La presencia de dispositivos de control de flujo activos 150 en el conducto de entrada 100 del pre-enfriador de acuerdo con la presente divulgación, puede permitir que el conducto de entrada 100 del pre-enfriador tenga un rendimiento comparable, o incluso mayor, a pesar de tener una longitud más corta 102 que una longitud convencional 112 del conducto de entrada 110 del pre-enfriador convencional y/o a pesar de definir un radio de curvatura menor 104, en comparación con un radio de curvatura convencional 114 del conducto de entrada 110 del pre-enfriador convencional. Las longitudes se pueden definir con respecto a un punto de partida 101 en el que un perfil de la superficie de dirección de flujo 140 y/o de la superficie de dirección de flujo convencional 180 cambia a fin de dirigir y/o curvar el flujo de fluido 82 de la capa límite. De manera similar, los radios de curvatura pueden aproximarse y/o ser un radio de curvatura recorrido por al menos una porción del flujo de fluido 82 de la capa límite a medida que el flujo de fluido 82 de la capa límite fluye alrededor de la superficie de dirección de flujo 140 y/o de la superficie de dirección de flujo convencional 180, respectivamente.

Como ejemplos ilustrativos, no exclusivos, la longitud 102 puede ser inferior al 90 %, inferior al 80 %, inferior al 70 %, inferior al 60 %, inferior al 50 %, inferior al 40 %, inferior al 30 %, y/o inferior al 20 % de la longitud convencional 112. Además o como alternativa, el radio de curvatura 104 puede ser inferior al 90 %, inferior al 80 %, inferior al 70 %, inferior al 60 %, inferior al 50 %, inferior al 40 %, inferior al 30 %, y/o inferior al 20 % del radio de curvatura convencional 114.

La disminución de la longitud 102 y/o del radio de curvatura 104 con respecto a la longitud convencional 112 y/o el radio de curvatura convencional 114 puede proporcionar ventajas de rendimiento dentro de los motores a reacción 40 que incluyen los conjuntos de pre-enfriamiento 60 y/o conductos de entrada 100 del pre-enfriador de acuerdo con la presente divulgación. Como un ejemplo ilustrativo, no exclusivo, la disminución de longitud 102 y/o del radio de curvatura 104 puede permitir que los motores a reacción 40 de acuerdo con la presente divulgación exhiban menos peso y/o un tamaño exterior general más pequeño en comparación con los motores a reacción convencionales comparables debido a la más pequeña longitud 102 y/o radio de curvatura 104 del conducto de entrada 100 del pre-enfriador. Esto puede disminuir la pérdida por fricción de la góndola con motores a reacción 40, aumentando la economía de combustible. Además o como alternativa, esto también puede proporcionar una mayor flexibilidad con respecto a la una o más ubicaciones donde los motores a reacción 40 pueden montarse en la aeronave 20.

La Figura 8 es un diagrama de flujo que representa los métodos 200, de acuerdo con la presente divulgación, de resistir la separación de la capa límite de un conducto de entrada del pre-enfriador. Los métodos 200 incluyen hacer fluir una corriente de aire del pre-enfriador a través de un conducto de entrada del pre-enfriador en 210 y modificar una capa límite con un dispositivo de control de flujo activo en 220.

Hacer fluir la corriente de aire del pre-enfriador a través del conducto de entrada del pre-enfriador en 210 puede incluir el flujo a través de una superficie de dirección de flujo del conducto de entrada del pre-enfriador y a través del conducto de entrada del pre-enfriador. El flujo en 210 puede incluir generar la capa límite, que puede incluir un flujo de fluido de la capa límite, adyacente a la superficie de dirección de flujo.

La superficie de dirección de flujo puede definir un radio de curvatura y/o una longitud, y el flujo en 210 puede incluir hacer fluir la capa límite (o el flujo de fluido de la capa límite) a lo largo del radio de curvatura y/o a lo largo de la longitud. Como se ha descrito, el flujo de fluido de la capa límite puede definir un rendimiento de umbral, y el radio de curvatura puede ser inferior a un radio de curvatura convencional de una superficie de dirección de flujo convencional que produce un rendimiento de umbral comparable pero que no utiliza la modificación en 220. Además o como alternativa, la longitud puede ser inferior a una longitud convencional de la superficie de dirección de flujo convencional que produce el rendimiento umbral comparable pero que no utiliza la modificación en 220. Ejemplos de

relaciones entre el radio de curvatura y el radio de curvatura convencional y/o entre la longitud y la longitud convencional se divulgan en la presente memoria.

5 La modificación de la capa límite en 220 puede incluir la modificación para resistir la separación de la capa límite de la superficie de dirección de flujo del conducto de entrada del pre-enfriador. Esto puede incluir la modificación de cualquier característica, o característica de flujo adecuada, de la capa límite y/o del flujo de fluido de la capa límite para disminuir un potencial de separación de la capa límite de la superficie de dirección de flujo, tal como bajo las condiciones de operación esperadas y/o nominales de un motor a reacción que incluye el conducto de entrada del pre-enfriador. Como ejemplo ilustrativo, no exclusivo, la modificación en 220 puede incluir la modificación para resistir la separación de la capa límite de la superficie de dirección de flujo cuando una velocidad media de flujo de la corriente de aire del pre-enfriador es de al menos 100 metros/segundo (m/s), al menos 125 m/s, al menos 150 m/s, al menos 175 m/s, al menos 200 m/s, al menos 225 m/s, al menos 250 m/s, al menos 275 m/s, y/o al menos 300 m/s. Además o como alternativa, la modificación puede incluir también la modificación para resistir la separación de la capa límite de la superficie de dirección de flujo cuando la velocidad media de la corriente de aire del pre-enfriador es inferior a 350 m/s, inferior a 325 m/s, inferior a 300 m/s, inferior a 275 m/s, inferior a 250 m/s, inferior a 225 m/s, y/o menos de 200 m/s.

La modificación en 220 puede realizarse de cualquier manera adecuada. Como ejemplos ilustrativos, no exclusivos, la modificación en 220 puede incluir inyectar una corriente de fluido de control de flujo en la capa límite en 222, generar un vórtice dentro de la capa límite en 224, y/o separar una corriente de aspiración de la capa límite en 226.

20 La inyección de la corriente de fluido de control de flujo en la capa límite en 222 puede incluir inyectar la corriente de fluido de control de flujo a través de un orificio de inyección que se define por, dentro de, y/o a lo largo de la superficie de dirección de flujo. La inyección en 222 puede incluir inyectar a cualquier velocidad de flujo adecuada la corriente de fluido de control de flujo, cuyos ejemplos ilustrativos, no exclusivos se divulgan en la presente memoria. Además o como alternativa, la inyección en 222 puede incluir también la inyección de tal manera que cualquier diferencial de presión adecuado, cuyos ejemplos ilustrativos, no exclusivos se divulgan en la presente memoria, se desarrolla a través del orificio de inyección.

La inyección en 222 puede incluir inyectar de forma continua, o al menos sustancialmente de forma continua, la corriente de fluido de control de flujo durante el flujo en 210. Como alternativa, la inyección en 222 puede incluir también inyectar intermitentemente la corriente de fluido de control de flujo durante el flujo en 210.

30 Está dentro del alcance de la presente divulgación que la inyección en 222 pueda incluir la inyección en un primer ángulo de inyección y/o la inyección en un segundo ángulo de inyección. Ejemplos ilustrativos, no exclusivos del primer ángulo de inyección y del segundo ángulo de inyección se divulgan en la presente memoria.

35 La corriente de fluido de control de flujo se puede generar de cualquier manera adecuada. Como un ejemplo ilustrativo, no exclusivo, la inyección en 222 puede incluir dirigir una corriente de aire comprimido a través del orificio de inyección. La corriente de aire comprimido se puede generar de cualquier manera adecuada, tal como por el motor a reacción y/o a través de cualquier bomba y/o compresor adecuado. Como otro ejemplo ilustrativo, no exclusivo, la inyección en 222 puede incluir generar la corriente de fluido de control de flujo con un generador de chorro sintético.

40 La inyección en 222 puede incluir inyectar una sola corriente de fluido de control de flujo o una pluralidad de corrientes de fluido de control de flujo. Cuando la inyección en 222 incluye inyectar la pluralidad de corrientes de fluido de control de flujo, la inyección en 222 puede incluir además variar (sistemática y/o periódicamente) cuál de la pluralidad de corrientes de fluido de control de flujo está siendo inyectada en la capa límite en un punto dado en el tiempo. Además o como alternativa, y como se ha descrito, la pluralidad de corrientes de fluido de control de flujo se puede inyectar de manera separada a través de la superficie de dirección de flujo. Ejemplos ilustrativos, no exclusivos de una separación entre la pluralidad de corrientes de fluido de control de flujo y/o de un número de corrientes de fluido de control de flujo (y/o los orificios de inyección correspondientes) en la pluralidad de corrientes de fluido de control de flujo se divulgan en la presente memoria.

La generación del vórtice dentro de la capa límite en 224 puede incluir generar el vórtice de cualquier manera adecuada. Como un ejemplo ilustrativo, no exclusivo, los medios de generación en 224 pueden incluir la generación con un generador de vórtice.

50 La eliminación de la corriente de aspiración de la capa límite en 226 puede incluir la eliminación de la corriente de fluido de aspiración de la capa límite de cualquier manera adecuada. Como un ejemplo ilustrativo, no exclusivo, la eliminación en 226 puede incluir la generación de un vacío dentro de un conjunto de aspiración para eliminar la corriente de aspiración de la capa límite.

Como se utiliza en la presente memoria, los términos "selectiva" y "selectivamente", cuando se modifica una acción,

movimiento, configuración, u otra actividad de uno o más componentes o características de un aparato, significan que la acción, el movimiento, la configuración específica, u otra actividad es el resultado directo o indirecto de la manipulación del usuario de un aspecto de, o uno o más componentes de, el aparato. Tal como se utiliza en la presente memoria, los términos "adaptado" y "configurado" significan que el elemento, componente, u otro objeto está diseñado y/o destinado a realizar una función dada. Por tanto, el uso de los términos "adaptado" y "configurado" no debe interpretarse en el sentido de que un elemento, componente, u otro objeto dado es simplemente "capaz de" realizar una función dada, sino que el elemento, componente, y/u otra materia se selecciona, crea, implementa, utiliza, programa, y/o diseña específicamente con la finalidad de realizar la función. Está también dentro del alcance de la presente divulgación que los elementos, componentes, y/u otra materia reivindicada que se menciona como estando adaptada para realizar una función particular puede además o como alternativa describirse como estando configurado para realizar esa función, y viceversa. Del mismo modo, la materia que se recita como estando configurada para realizar una función particular puede además o como alternativa describirse como estando operativa para realizar esa función.

REIVINDICACIONES

1. Una góndola (54) para un motor a reacción (40), comprendiendo la góndola:

una entrada de aire (42) configurada para recibir una corriente de aire (43); y
 un conjunto de pre-enfriamiento (60), incluyendo el conjunto de pre-enfriamiento (60) un conducto de entrada (100) del pre-enfriador, en el que el conducto de entrada (100) del pre-enfriador se acopla de forma fluida a la entrada (42) de la góndola (54), en el que el conducto de entrada (100) del pre-enfriador se configura para recibir una corriente de aire (65) del pre-enfriador de una corriente de aire comprimido (45) que se presuriza mediante un compresor (44) del motor a reacción (40) y para dirigir la corriente de aire (65) del pre-enfriador a un intercambiador de calor (66), comprendiendo el conducto de entrada (100) del pre-enfriador:

una superficie de dirección de flujo (140) que define al menos una porción del conducto de entrada (100) del pre-enfriador y se conforma para dirigir la corriente de aire (65) del pre-enfriador en el intercambiador de calor (66); y
 un dispositivo de control de flujo activo (150) situado para modificar un flujo de fluido (82) de la capa límite dentro de una capa límite (80) adyacente a la superficie de dirección de flujo (140) para resistir la separación de la capa límite (80) de la superficie de dirección de flujo (140) cuando la corriente de aire (65) del pre-enfriador se hace fluir a través del conducto de entrada (100) del pre-enfriador, **caracterizada por que** el dispositivo de control de flujo activo (150) se configura para inyectar una corriente de fluido de control de flujo (152) en la capa límite (80) a través de un orificio de inyección (154) que está definido por la superficie de dirección de flujo (140).

2. La góndola (54) de la reivindicación 1, en la que el dispositivo de control de flujo activo (150) se configura para resistir la separación de la capa límite (80) de la superficie de dirección de flujo (140) cuando una velocidad de flujo promedio de la corriente de aire (65) del pre-enfriador a través del conducto de entrada (100) del pre-enfriador es de al menos 100 metros/segundo (m/s) e inferior a 350 m/s.

3. La góndola (54) de la reivindicación 1 o 2, en la que el orificio de inyección (154) forma una porción de un chorro de barrido.

4. La góndola (54) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en la que el dispositivo de control de flujo activo (150) se configura para inyectar continuamente la corriente de fluido de control de flujo (152) en la capa límite (80) cuando la corriente de aire (65) del pre-enfriador se hace fluir a través del conducto de entrada (100) del pre-enfriador.

5. La góndola (54) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en la que el dispositivo de control de flujo activo (150) se configura para inyectar intermitentemente la corriente de fluido de control de flujo (152) en la capa límite (80) cuando la corriente de aire (65) del pre-enfriador se hace fluir a través del conducto de entrada (100) del pre-enfriador.

6. La góndola (54) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en la que el dispositivo de control de flujo activo (150) se configura para inyectar una pluralidad de corrientes de fluido de control de flujo (152) en la capa límite (80).

7. La góndola (54) de la reivindicación 6, en la que el dispositivo de control de flujo activo (150) se configura para variar cuál de la pluralidad de corrientes de fluido de control de flujo (152) está siendo inyectada en la capa límite (80) en punto dado en el tiempo.

8. La góndola (54) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en la que el dispositivo de control de flujo activo (150) incluye un generador de vórtice (156) configurado para generar un vórtice (157) dentro de la capa límite (80).

9. La góndola (54) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en la que el dispositivo de control de flujo activo (150) comprende un conjunto de aspiración (160) configurado para eliminar una corriente de aspiración (161) de la capa límite (80).

10. Una aeronave, que comprende:

un fuselaje; y
 un motor a reacción (40) que tiene una góndola de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9.

11. Un método (200) de resistir la separación de la capa límite (80) de una superficie de dirección de flujo (140) de un conducto de entrada (100) del pre-enfriador de un conjunto de pre-enfriamiento (60) de una góndola (54) para un motor a reacción (40), en el que el conducto de entrada del pre-enfriador se configura para recibir una corriente de aire del pre-enfriador de una corriente de aire comprimido que se presuriza mediante un compresor del motor de reacción y dirigir la corriente de aire del pre-enfriador en una intercambiador de calor, comprendiendo el

procedimiento:

5 hacer fluir (210) la corriente de aire (65) del pre-enfriador a través de la superficie de dirección de flujo (140) y a través del conducto de entrada (100) del pre-enfriador del motor a reacción (40) que incluye el conducto de entrada (100) del pre-enfriador, en el que el flujo (210) incluye la generación de una capa límite (80) adyacente a la superficie de dirección de flujo (140), y en el que además la capa límite (80) incluye un flujo de fluido (82) de la capa límite; y
10 modificar (220) el flujo de fluido (82) de la capa límite con el dispositivo de control de flujo activo (150) para resistir la separación de la capa límite (80) de la superficie de dirección de flujo (140), en el que la modificación (220) comprende la inyección (222) de una corriente de fluido de control de flujo (152) en la capa límite (80) a través de un orificio de inyección (154) que se define por la superficie de dirección de flujo (140).

12. El método (200) de la reivindicación 11, en el que la inyección (222) incluye al menos uno de:

(i) inyectar continuamente la corriente de fluido de control de flujo (152), mientras que la corriente de aire (65) del pre-enfriador se hace fluir a través del conducto de entrada (100) del pre-enfriador; e
15 (ii) inyectar intermitentemente la corriente de fluido de control de flujo (152), mientras que la corriente de aire (65) del pre-enfriador se hace fluir a través del conducto de entrada (100) del pre-enfriador.

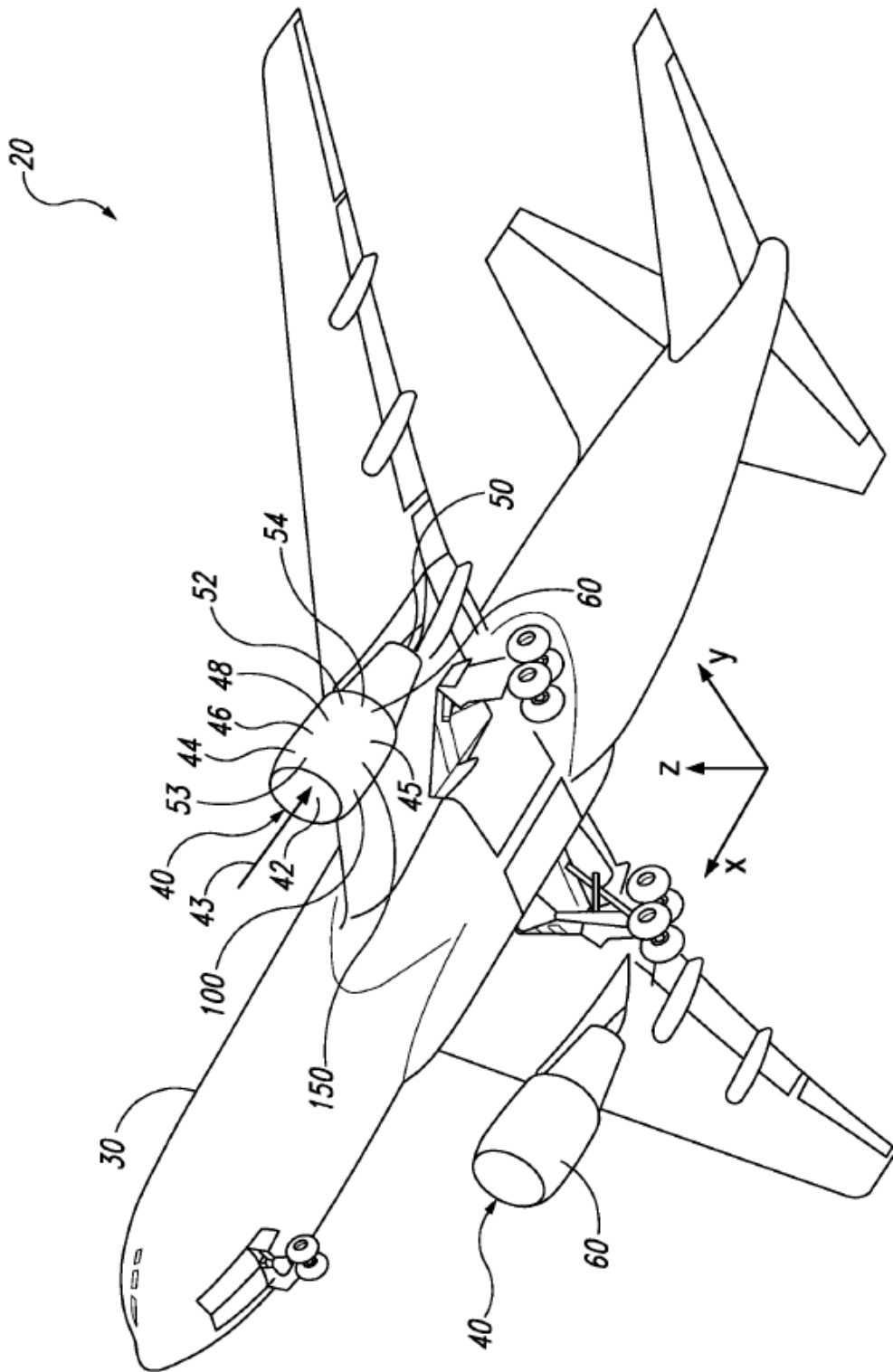


Fig. 1

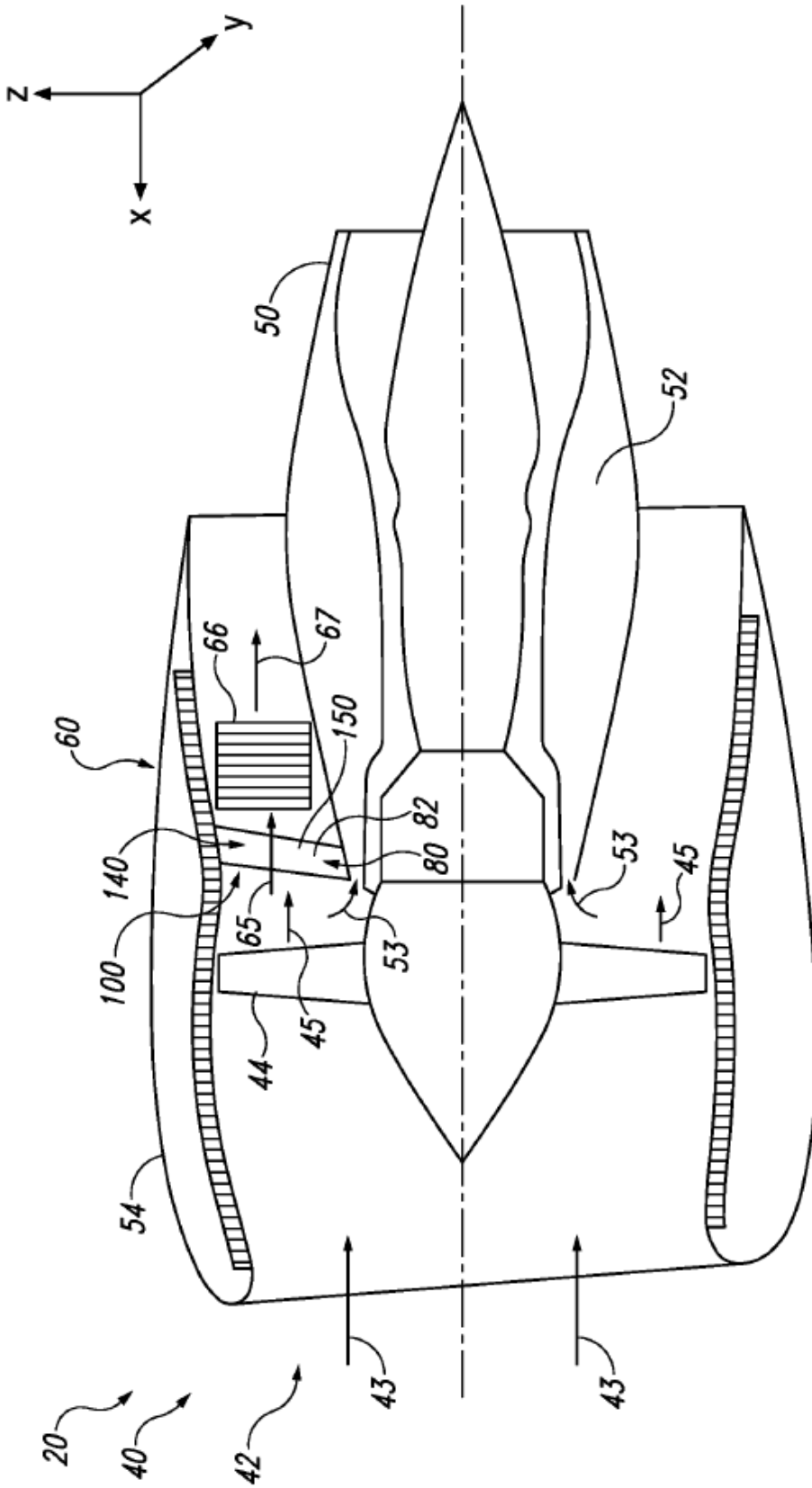


Fig. 2

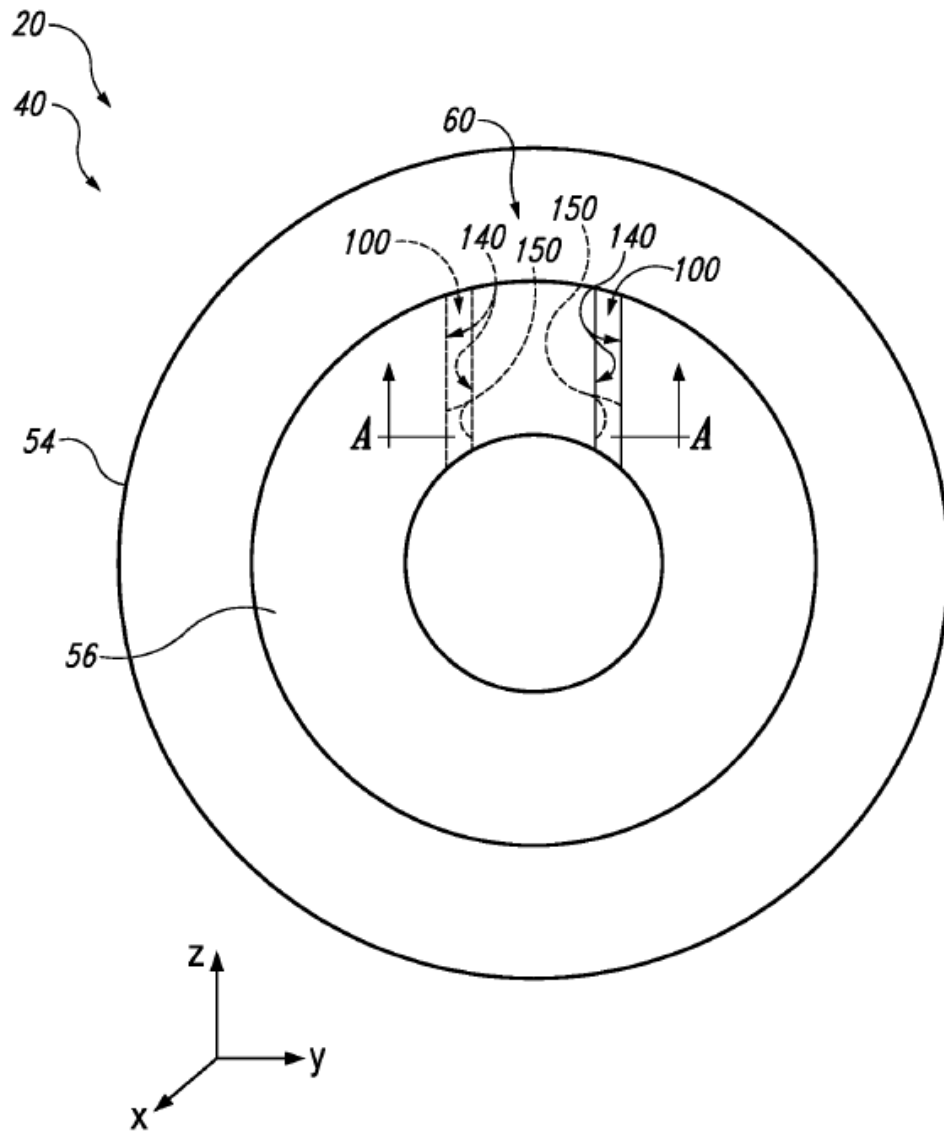


Fig. 3

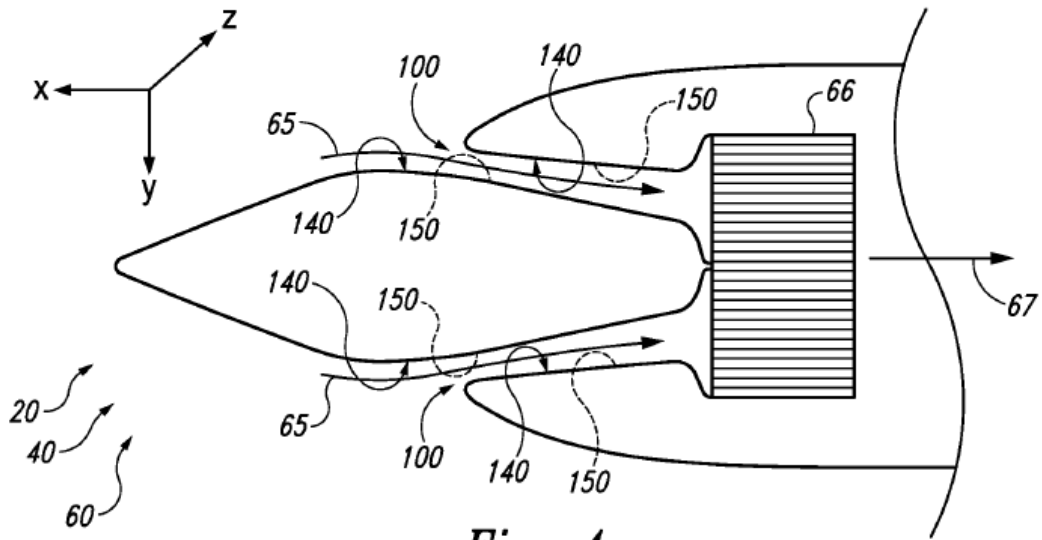


Fig. 4

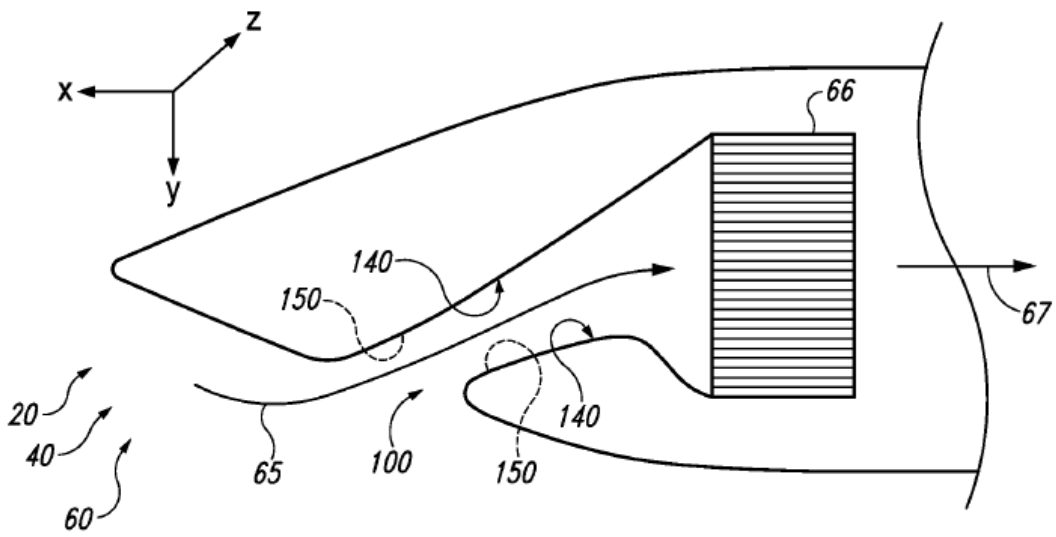


Fig. 5

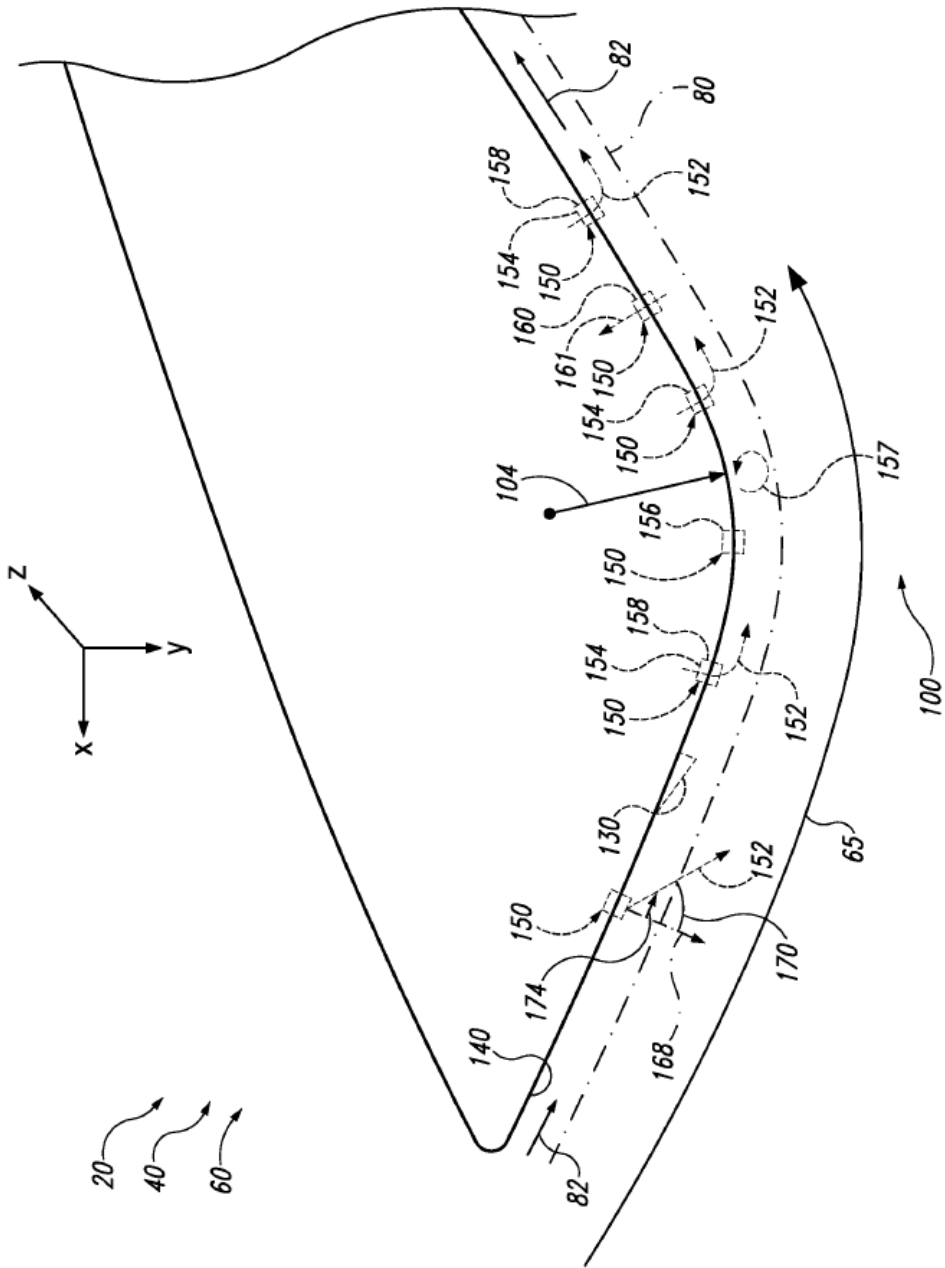


Fig. 6

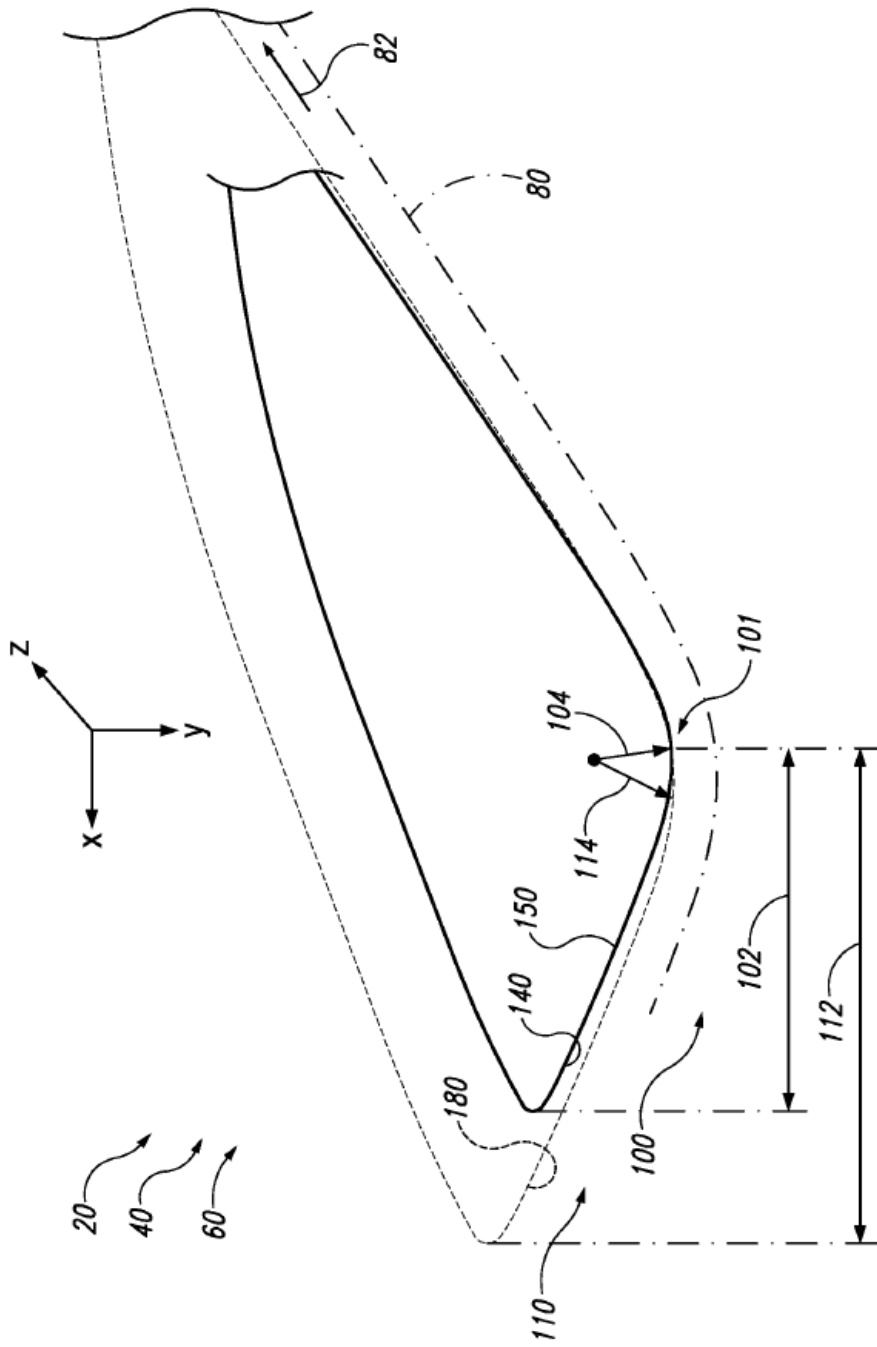


Fig. 7

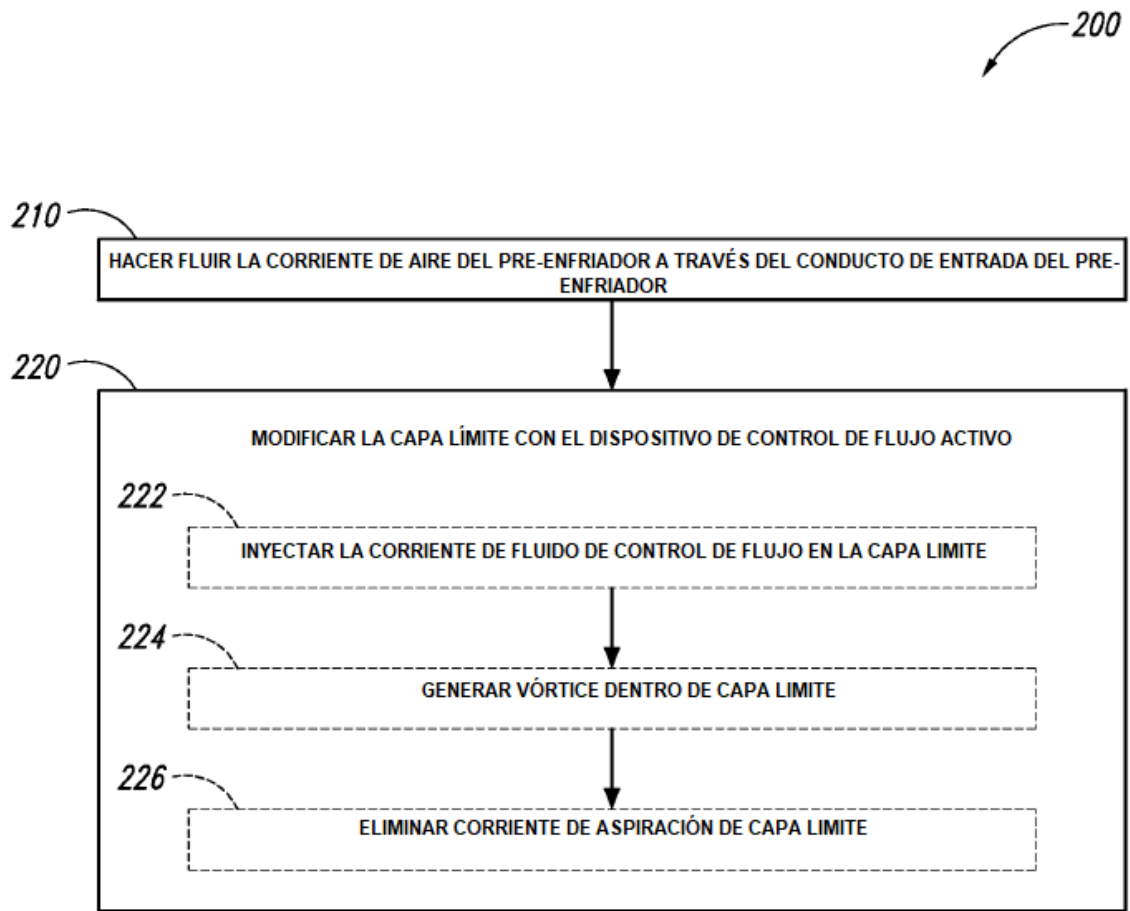


Fig. 8