

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 758 081**

51 Int. Cl.:

F02C 7/224 (2006.01)

F02C 7/22 (2006.01)

F02C 7/236 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.02.2014 PCT/US2014/017697**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.08.2014 WO14130817**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.02.2014 E 14753836 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.09.2019 EP 2959133**

54 Título: **Eliminación de hielo no homogéneo de un sistema de combustible**

30 Prioridad:
21.02.2013 US 201361767388 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
04.05.2020

73 Titular/es:
**UNITED TECHNOLOGIES CORPORATION
(100.0%)
10 Farm Springs Road
Farmington, CT 06032, US**

72 Inventor/es:
HAGSHENAS, BEHZAD

74 Agente/Representante:
ISERN JARA, Jorge

ES 2 758 081 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

Eliminación de hielo no homogéneo de un sistema de combustible

5 CAMPO TÉCNICO DE LA DESCRIPCIÓN

La presente descripción se refiere en general a sistemas de combustible y, más en concreto, a sistemas y procedimientos para eliminar el hielo de un sistema de combustible.

10 ANTECEDENTES DE LA DESCRIPCIÓN

15 A veces es necesario que los sistemas de combustible que suministran combustible a motores funcionen en entornos extremos. Por ejemplo, se espera los sistemas de combustible que suministran combustible a un motor de turbina de gases en una aeronave funcionen a altitudes elevadas donde las temperaturas ambiente son muy bajas. En consecuencia, la congelación del agua y por tanto la formación de hielo en el combustible líquido es una preocupación. El rendimiento del motor se verá influido de forma adversa si el hielo arrastrado en el combustible llega al motor.

20 Por tanto, son necesarios sistemas y procedimientos para eliminar el hielo que se ha formado en un sistema de combustible. Las realizaciones descritas en la presente memoria están dirigidas a esta necesidad.

Se describen sistemas de combustible que muestran las características del preámbulo según la reivindicación 1 en los documentos US 6440317 B1, WO 2010/103305 A2 y US 5643470 A.

25 RESUMEN DE LA DESCRIPCIÓN

Las realizaciones descritas en la presente memoria usan un recipiente separador de hielo para atrapar partículas de hielo en una mezcla de hielo/combustible no homogénea que circula en un sistema de combustible. El combustible calentado se proporciona al recipiente separador de hielo, para fundir al menos una parte de las partículas de hielo de manera que no entran en el sistema de combustible corriente abajo del recipiente separador de hielo.

30 Según un primer aspecto, la invención proporciona un sistema de combustible tal como se expone en la reivindicación 1.

35 La invención también proporciona un procedimiento para fundir hielo en una mezcla de combustible/hielo no homogénea en un sistema de combustible, tal como se expone en la reivindicación 5.

También se describen otras realizaciones.

40 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Varias características serán evidentes para los expertos en la materia a partir de la siguiente descripción detallada de la realización no limitativa descrita. Los dibujos que acompañan a la descripción detallada se pueden describir brevemente como se indica a continuación.

45 La FIG. 1A es un diagrama esquemático en sección transversal de una realización de un motor de turbina de gases.

La FIG. 1B es un diagrama esquemático de una realización de una unidad de potencia auxiliar.

50 La FIG. 2 es un diagrama esquemático de una parte de un sistema de combustible según una realización.

La FIG. 3 es un diagrama esquemático de una parte de un sistema de combustible según una realización.

La FIG. 4 es un diagrama de flujo de procedimientos de un procedimiento según una realización.

55 A continuación se presentará una visión general de las características, funciones y/o configuración de los componentes representados en las figuras. Debe observarse que no se describen necesariamente todas las características de los componentes de la figura. Algunas de estas características no expuestas, así como las características expuestas son inherentes a la figura. Otras características no expuestas pueden ser inherentes en la geometría y/o configuración de componentes.

60 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES DESCRITAS

65 Para los fines de promover una comprensión de los principios de la invención, a continuación se hará referencia a algunas realizaciones y se usará un lenguaje específico para describirlas. No obstante, se entenderá que no pretende incluirse ninguna limitación del alcance de la invención, y que en la presente memoria se contemplan las alteraciones y modificaciones en el dispositivo ilustrado, y aplicaciones adicionales de los principios de la invención tal como se

ilustran como se produciría normalmente para un experto en la materia al que se refiere la invención.

Aunque las realizaciones descritas en la presente memoria pueden usarse con cualquier sistema de combustible que suministra cualquier tipo de motor, se usan un motor de turbina de gases y una unidad de potencia auxiliar como realizaciones ilustrativas no limitativas en la presente memoria. La FIG. 1A ilustra un motor de turbina de gases (10) de un tipo proporcionado normalmente para su uso en un vuelo subsónico, que comprende generalmente en comunicación de flujo en serie un ventilador (12) a través del cual se impulsa aire ambiente, una sección de compresor (14) para presurizar el aire, una cámara de combustión (16) en la que el aire comprimido se mezcla con combustible y se prende para generar una corriente anular de gases de combustión calientes, y una sección de turbina (18) para extraer energía de los gases de combustión.

La FIG. 1B ilustra una unidad de potencia auxiliar (UPA) de turbina de gas, indicada generalmente en (20). La UPA (20) incluye una fuente de aire de admisión (22), una sección de compresor (24) para presurizar el aire, una cámara de combustión (26) en la que el aire comprimido se mezcla con combustible y se prende para generar una corriente anular de gases de combustión calientes y una sección de turbina (28) para extraer energía de los gases de combustión. Un compresor de carga montado en el eje (30) proporciona potencia neumática (a través de la válvula de control de purga (32)) para la aeronave en la que está montada la UPA, mientras que una caja de engranajes (34) transfiere potencia desde el eje de la UPA a otros accesorios (no mostrados). La válvula de control de sobretensiones (36) mantiene un funcionamiento estable sin sobretensiones de la UPA (20).

Se espera que los sistemas de combustible que suministran combustible a motores de turbina de gases en una aeronave funcionen con temperaturas de combustible muy frías. La mayoría de los combustibles tienen cierto contenido de agua, y a estas temperaturas de combustible frías, el agua absorbida en el combustible pasará de la saturación a formar cristales de hielo. Algunos de estos cristales de hielo están bien mezclados con el combustible en forma de una mezcla homogénea. Sin embargo, algunos de estos cristales de hielo pueden adherirse a las superficies frías en el depósito de combustible y las líneas de combustible que conducen a los motores, y a continuación repentinamente se liberan en forma de partículas de hielo que no se mezclan bien con el combustible y se desplazan en el combustible hacia el motor como una mezcla no homogénea.

Muchos motores incluyen un intercambiador de calor de aceite de combustible para aumentar la temperatura del combustible, lo que provoca la fusión de cristales de hielo en el estado homogéneo para evitar la acumulación de hielo en el filtro del combustible y/u otros componentes del sistema de combustible. Sin embargo, estos sistemas son ineficaces con cantidades relativamente grandes de partículas de hielo que pueden desplazarse en las líneas de combustible como una mezcla no homogénea. Estas partículas de hielo podrían impedir parcial o totalmente que el combustible fluya a los componentes del sistema de combustible del motor como la bomba de combustible, el intercambiador de calor de aceite de combustible, etc. Esto puede influir de forma adversa en el rendimiento del motor. Las realizaciones descritas en la presente memoria tienen que ver efectivamente con partículas de hielo en una mezcla no homogénea en un sistema de combustible.

Haciendo referencia a continuación a la FIG. 2, se ilustran esquemáticamente componentes seleccionados de una realización de un sistema de combustible y se indican en general en (50). Los expertos en la materia observarán que el sistema de combustible puede configurarse en una gran diversidad de formas, y que el sistema de combustible (50) ilustrado en la FIG. 2 es solo un ejemplo. El combustible de un contenedor de almacenamiento, tal como el depósito de combustible de una aeronave (no mostrado) se suministra a través de una línea de suministro de combustible (102). Este combustible se introduce en un recipiente separador de hielo (104) en una primera entrada de recipiente separador de hielo (106). El recipiente separador de hielo (104) actúa para separar sustancialmente las partículas de hielo en una mezcla de combustible no homogénea por cualquier medio deseado, como por ejemplo por centrifugación o sedimentación (dado que las partículas de hielo son más pesadas que el combustible), por nombrar sólo dos ejemplos no limitativos. Los medios usados para separar las partículas de hielo del combustible no son críticos para las realizaciones descritas en la presente memoria.

El combustible separado (sustancialmente libre de las partículas de hielo en una mezcla no homogénea) se retira de la salida del recipiente separador de hielo (108) y se aplica a una entrada de combustible (116) del intercambiador de calor de aceite de combustible (118). El intercambiador de calor de aceite de combustible (118) actúa para calentar el combustible colocándolo en estrecha proximidad para calentar el aceite desde el sumidero de la caja de engranajes del motor, u otra fuente de aceite conveniente (no mostrada), que se ha calentado al pasar a través del motor.

El combustible aplicado a la entrada de combustible (116) del intercambiador de calor de aceite de combustible (118) pasa a través de los serpentines del intercambiador de calor (no mostrados) sin entrar en contacto directo con el aceite. Sin embargo, parte del calor del aceite se transfiere al combustible dentro del intercambiador de calor de aceite de combustible (118), aumentando la temperatura del combustible. El combustible así calentado sale del intercambiador de calor de aceite de combustible (118) en la salida de combustible (132).

El combustible que sale de la salida de combustible (132) del intercambiador de calor de aceite de combustible (118) está a una temperatura elevada. La parte en exceso/no quemada de este combustible calentado se aplica a una segunda entrada (162) del recipiente separador de hielo (104) con el fin de elevar la temperatura del combustible en

el recipiente separador de hielo (104) y contribuir con ello a la fusión de las partículas de hielo atrapadas en el recipiente separador de hielo (104) que se separaron del combustible aplicado a la primera entrada del recipiente separador de hielo (106) del recipiente separador de hielo (104).

5 Haciendo referencia a continuación a la FIG. 3, se ilustran esquemáticamente componentes seleccionados de una realización de un sistema de combustible y se indican en general en (100). Los expertos en la materia observarán que el sistema de combustible puede configurarse en una gran diversidad de formas, y que el sistema de combustible (100) ilustrado en la FIG. 3 es solo un ejemplo. El combustible de un contenedor de almacenamiento, tal como el depósito de combustible de una aeronave (no mostrado) se suministra a través de una línea de suministro de combustible (102). Este combustible se introduce en un recipiente separador de hielo (104) en una primera entrada de recipiente separador de hielo (106). El recipiente separador de hielo (104) actúa para separar sustancialmente las partículas de hielo en la mezcla de combustible no homogénea por cualquier medio deseado, tal como centrifugación o sedimentación (dado que las partículas de hielo son más pesadas que el combustible), por citar sólo dos ejemplos no limitativos. Los medios usados para separar las partículas de hielo del combustible no son críticos para las realizaciones descritas en la presente memoria.

El combustible separado (sustancialmente libre de las partículas de hielo en una mezcla no homogénea) se retira de la salida del recipiente separador de hielo (108) acoplando la entrada (110) de una bomba de arranque de primera etapa (112). La salida (114) de la bomba de primera etapa (112) se aplica a una entrada de combustible (116) del intercambiador de calor de aceite de combustible (118). El intercambiador de calor de aceite de combustible (118) actúa para calentar el combustible colocándolo en estrecha proximidad para calentar el aceite desde el sumidero de la caja de engranajes del motor, u otra fuente de aceite conveniente (no mostrada), que se ha calentado al pasar a través del motor. Para este fin, una línea de suministro de aceite (120) del sumidero de la caja de engranajes suministra aceite a la entrada de aceite (122) de manera que puede hacerse pasar a través de los serpentines del intercambiador de calor (124) que forman parte del intercambiador de calor de aceite de combustible (118). Una vez que el aceite pasa a través de los serpentines del intercambiador de calor (124), se descarga desde la salida del intercambiador de calor de aceite de combustible (126) y vuelve al sumidero de la caja de engranajes (u otro lugar deseado). Puede proporcionarse una válvula de retención (128) para limitar la presión del aceite en el intercambiador de calor (124).

El combustible aplicado a la entrada de combustible (116) del intercambiador de calor de aceite de combustible (118) también pasa a través de los serpentines del intercambiador de calor (124) sin entrar en contacto directo con el aceite. Sin embargo, parte del calor del aceite se transfiere al combustible dentro del intercambiador de calor de aceite de combustible (118), aumentando la temperatura del combustible. Puede proporcionarse una válvula de derivación (130) para permitir que parte del combustible sortee los serpentines del intercambiador de calor (124) si la temperatura del combustible que sale de los serpentines del intercambiador de calor (124) está por encima de una temperatura predeterminada. El combustible así calentado sale del intercambiador de calor de aceite de combustible (118) en la salida de combustible (132).

Puede proporcionarse un sensor de temperatura (134) para supervisar la temperatura del combustible que sale del intercambiador de calor de aceite de combustible (118) con el fin de proporcionar un control del sistema que indique que el intercambiador de calor de aceite de combustible (118) está funcionando correctamente. Por ejemplo, si el combustible descargado de la salida de combustible (132) está por debajo de una temperatura preestablecida, puede producirse una indicación para verificar el correcto funcionamiento de la válvula de derivación (130) u otras partes del intercambiador de calor de aceite de combustible (118).

El combustible calentado descargado de la salida de combustible (132) puede filtrarse aplicando el combustible a la entrada (136) de un filtro (138). Puede acoplarse una válvula de retención (137) entre la entrada del filtro (136) y una salida del filtro (140) para permitir que el combustible sortee el filtro (138) si la diferencia de presión se hace demasiado grande (por ejemplo, si el filtro (138) se obstruye). Puede acoplarse un sensor de presión (139) en paralelo a la válvula de retención (137) con el fin de proporcionar una indicación de pronóstico/diagnóstico del sistema de combustible de obstrucción del filtro. La salida del filtro (140) suministra el combustible a una entrada (142) de una bomba de segunda etapa (144) (como, por ejemplo, una bomba de engranaje). La salida (146) de la bomba de segunda etapa (144) puede aplicarse a la entrada (148) de válvula de medida de combustible (150). La válvula de medida de combustible (150) determina cuánto combustible descargado de la salida (146) de la bomba de segunda etapa (144) se aplicará al motor según las necesidades de combustible actuales del motor, como se conoce en la técnica. La salida (152) de la válvula de medida de combustible (150) descarga por tanto combustible a la velocidad deseada en una línea de combustible (154) hasta el motor (no mostrada).

La bomba de primera etapa (112) y la bomba de segunda etapa (144) producen normalmente más combustible en la salida (146) que el que necesita el motor debido a que las bombas están dimensionadas de manera que puedan suministrar suficiente combustible durante el arranque del motor cuando la bomba funciona a una velocidad mucho menor. Por ejemplo, la bomba de primera etapa (112) y la bomba de segunda etapa (144) una aplicación de un motor de turbina de gases de una aeronave puede ser capaz de producir tres o más unidades de combustible por hora cuando el motor funciona a plena velocidad, aun cuando el motor tal vez necesite sólo una unidad de combustible por hora. Este exceso de combustible no quemado se devuelve normalmente a la entrada (110) de una bomba de arranque de primera etapa (112) o a la entrada (142) de una bomba de segunda etapa (144).

5 El combustible en todos los puntos corriente abajo del intercambiador de calor de aceite de combustible (118) está a una temperatura elevada. La parte de exceso/no quemada de este combustible calentado puede aplicarse a una segunda entrada (162) del recipiente separador de hielo (104) con el fin de elevar la temperatura del combustible dentro del recipiente separador de hielo (104) y contribuir con ello a la fusión de las partículas de hielo atrapadas en el recipiente separador de hielo (104) que se separaron del combustible aplicado a la primera entrada del recipiente separador de hielo (106) del recipiente separador de hielo (104).

10 En la realización ilustrada, se acopla una entrada (156) de una válvula de retención y alivio (158) a la salida (146) de la bomba de segunda etapa (144). Cuando la válvula de medida de combustible (150) está enviando combustible a una velocidad que es menor que la velocidad producida por la bomba de primera etapa (112) y la bomba de segunda etapa (144), se desarrollará una contrapresión, que hace que la válvula de retención y alivio (158) se abra. Se aplica una salida (160) de la válvula de retención y alivio (158) a una segunda entrada (162) del recipiente separador de hielo (104). En otras realizaciones, la salida (160) de la válvula de retención y alivio (158) puede acoplarse simplemente al primer recipiente separador de hielo entrada (106) del recipiente separador de hielo (104).

15 Esta aplicación continua de combustible calentado al recipiente separador de hielo proporciona energía térmica que puede usarse para fundir las partículas de hielo separadas por el recipiente separador de hielo (104), con lo que se reduce o se elimina la cantidad de mezcla de combustible/hielo no homogénea que entra en el sistema de combustible corriente abajo del recipiente separador de hielo (104).

20 A partir de la presente descripción se apreciará que el uso de combustible calentado en exceso corriente arriba de la válvula de medida de combustible (150) se ilustra simplemente como un ejemplo no limitativo.

25 Así, se observará que las diversas realizaciones actúan para proporcionar un procedimiento (200) tal como se ilustra en la FIG. 4 para fundir una mezcla de combustible/hielo no homogénea en un sistema de combustible, donde se proporciona una mezcla de combustible/hielo no homogénea al recipiente separador de hielo (104) en el bloque (202), y la mezcla de combustible/hielo no homogénea tiene una primera temperatura. En el bloque (204), el recipiente separador de hielo (104) separa al menos una parte del combustible a partir de la mezcla de combustible/hielo no homogénea dentro del recipiente separador de hielo (104). En el bloque (206), se proporciona un segundo combustible al recipiente separador de hielo (104), teniendo el segundo combustible una segunda temperatura que es mayor que la primera temperatura, de manera que el segundo combustible está operativo para fundir al menos una parte de las partículas de hielo dentro del recipiente separador de hielo (104). A partir de la descripción anterior se observará que el segundo combustible puede añadirse al recipiente separador de hielo (104) antes de la introducción de la mezcla de combustible/hielo no homogénea, y en muchos casos la mezcla de combustible/hielo no homogénea y el segundo combustible se añadirán de forma continua y simultánea al recipiente separador de hielo (104).

35 Aunque la invención se ha ilustrado y descrito en detalle en los dibujos y en la descripción anterior, debe considerarse de carácter ilustrativo y no restrictivo, entendiéndose que sólo se han mostrado y descrito algunas realizaciones y que se desea la protección de todos los cambios y modificaciones que se sitúan dentro del alcance de la invención tal como se define en las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de combustible (100) que comprende:
- 5 un recipiente separador de hielo (104) configurado para separar partículas de hielo de un primer suministro de combustible que comprende una mezcla de combustible/hielo no homogénea, siendo el primer suministro de combustible suministrado al recipiente separador de hielo (104) por una línea de suministro de combustible (102) en una entrada de un primer recipiente separador de hielo (106), y para recibir calor de una fuente de calor;
- 10 donde el calor funde al menos una parte de las partículas de hielo en el recipiente separador de hielo (104); caracterizado porque el sistema comprende además:
- una bomba de primera etapa (112) acoplada con una salida (108) del recipiente separador de hielo (104);
- 15 un intercambiador de calor (118) acoplado con una salida (114) de la bomba de primera etapa (112);
- una bomba de segunda etapa (144) acoplada con una salida de combustible (132) del intercambiador de calor (118);
- 20 una válvula de retención y alivio (158) acoplada con una salida (146) de la bomba de segunda etapa (144), donde la válvula de retención y alivio (158) proporciona a la primera entrada (106) o a una segunda entrada (162) del recipiente separador de hielo (104) un segundo suministro de combustible que ha pasado a través del intercambiador de calor (118) y está por tanto a una temperatura más elevada que el primer suministro de combustible a la primera entrada (106), comprendiendo dicha fuente de calor dicho segundo suministro de combustible.
- 25 2. El sistema de combustible según la reivindicación 1, donde el intercambiador de calor (118) es un intercambiador de calor de aceite de combustible (118) en un motor de turbina de gases.
3. El sistema de combustible según cualquier reivindicación anterior, donde el recipiente separador de hielo (104) está configurado para separar las partículas de hielo a partir de la mezcla de combustible/hielo no homogénea por centrifugación.
- 30 4. El sistema de combustible según las reivindicaciones 1 o 2, donde el recipiente separador de hielo (104) está configurado para separar las partículas de hielo a partir de la mezcla de combustible/hielo no homogénea por sedimentación.
- 35 5. Un procedimiento para fundir el hielo en una mezcla de combustible/hielo no homogénea en un sistema de combustible, comprendiendo el procedimiento las etapas de:
- 40 a) recepción de un primer combustible que comprende una mezcla de combustible/hielo no homogénea en una primera entrada (106) de un recipiente separador de hielo (104), teniendo el primer combustible una primera temperatura;
- b) separación de al menos una parte de partículas de hielo a partir de la mezcla de combustible/hielo no homogénea en el recipiente separador de hielo (104);
- 45 c) suministro de combustible a una bomba de primera etapa (112) acoplada con una salida (108) del recipiente separador de hielo (104);
- d) calentamiento del combustible recibido desde una salida (114) de la bomba de primera etapa (112) con un intercambiador de calor (118); y
- 50 e) suministro de un segundo combustible en dicha primera entrada (106) o en una segunda entrada (162) del recipiente separador de hielo (104) desde una válvula de retención y alivio (158) acoplada con una salida de una bomba de segunda etapa (144) acoplada con una salida de combustible (132) del intercambiador de calor (118), de manera que el segundo combustible está a una segunda temperatura mayor que la primera temperatura; y
- 55 (f) fusión de al menos una parte de las partículas de hielo en el recipiente separador de hielo con dicho segundo combustible.
6. El procedimiento según la reivindicación 5, donde el intercambiador de calor (118) es un intercambiador de calor de aceite de combustible (118) en un motor de turbina de gases.
- 60 7. El procedimiento según las reivindicaciones 5 o 6, donde la etapa (b) comprende la separación de al menos una parte de las partículas de hielo con respecto a la mezcla de combustible/hielo no homogénea por centrifugación.
- 65 8. El procedimiento según las reivindicaciones 5 o 6, donde la etapa (b) comprende la separación de al

menos una parte de las partículas de hielo con respecto a la mezcla de combustible/hielo no homogénea por sedimentación.

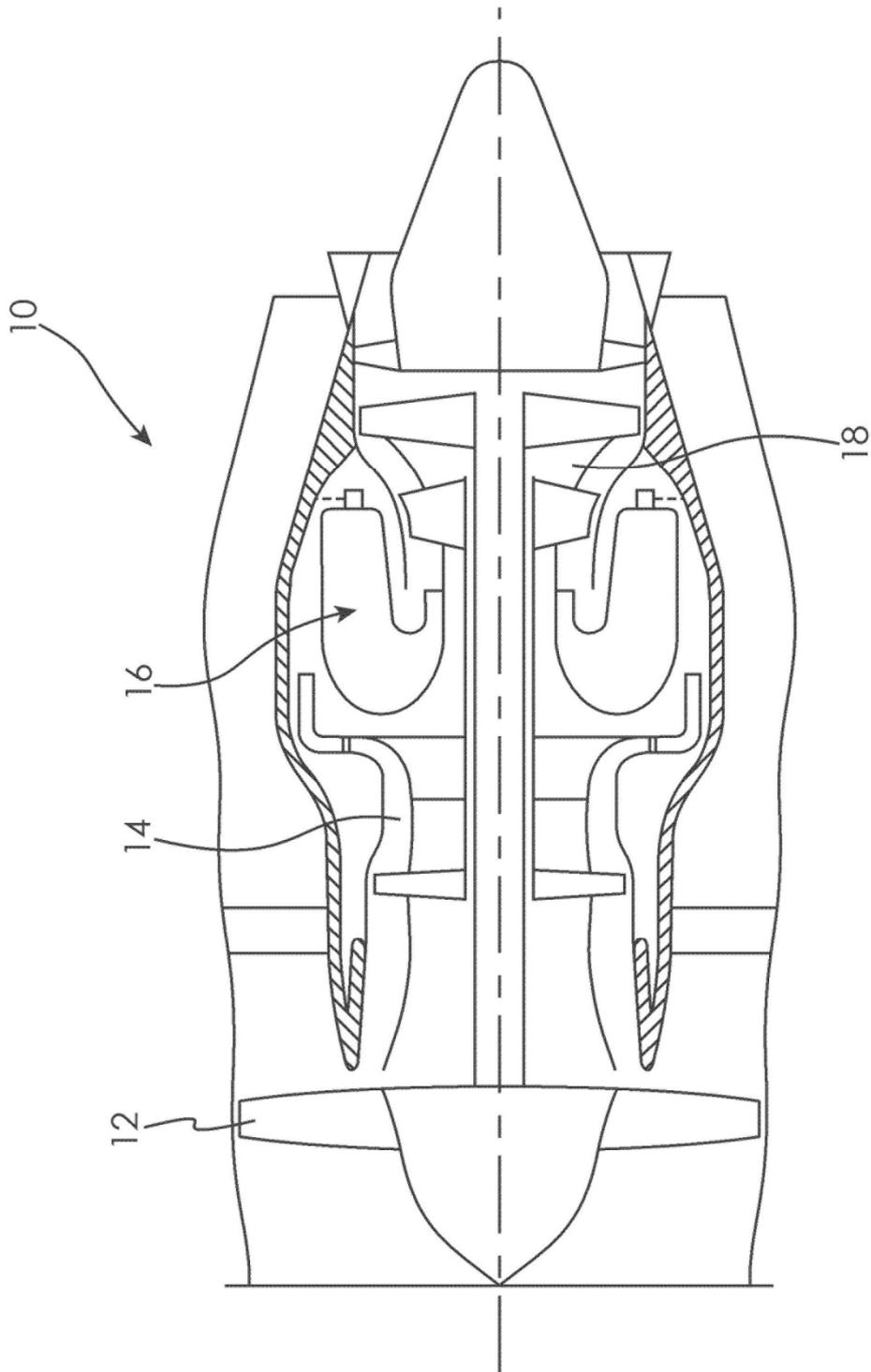


Fig. 1a

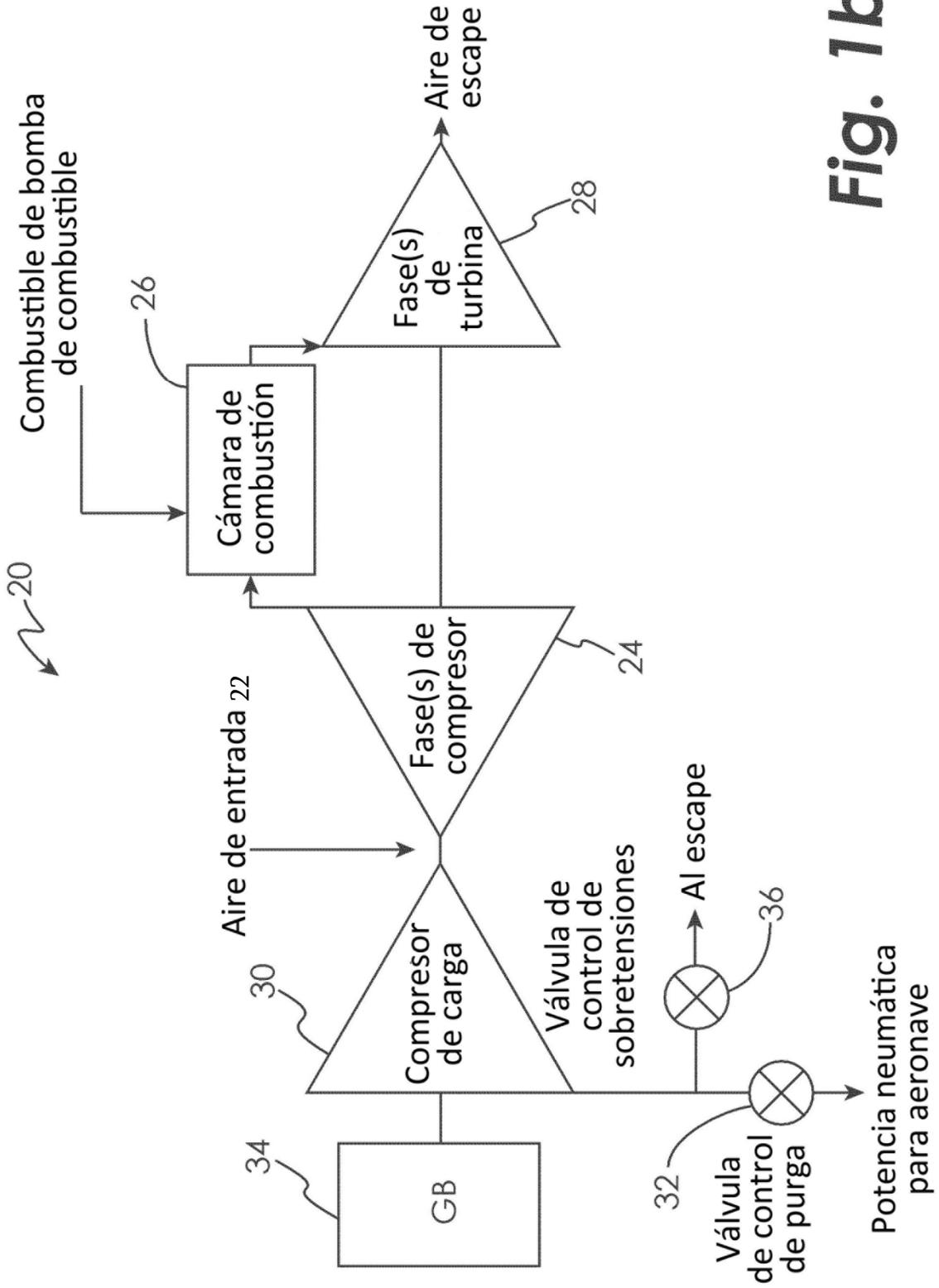


Fig. 1b

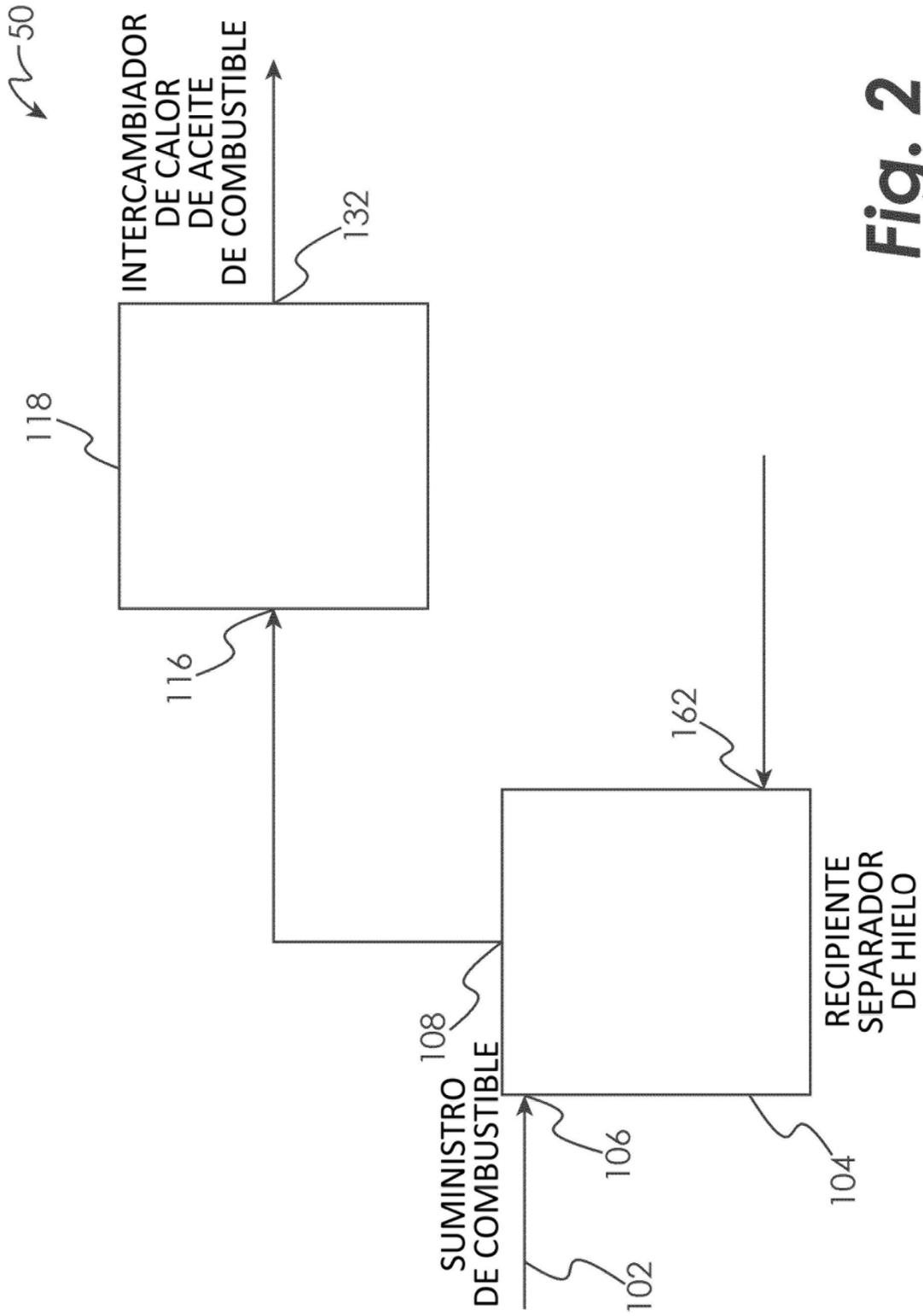


Fig. 2

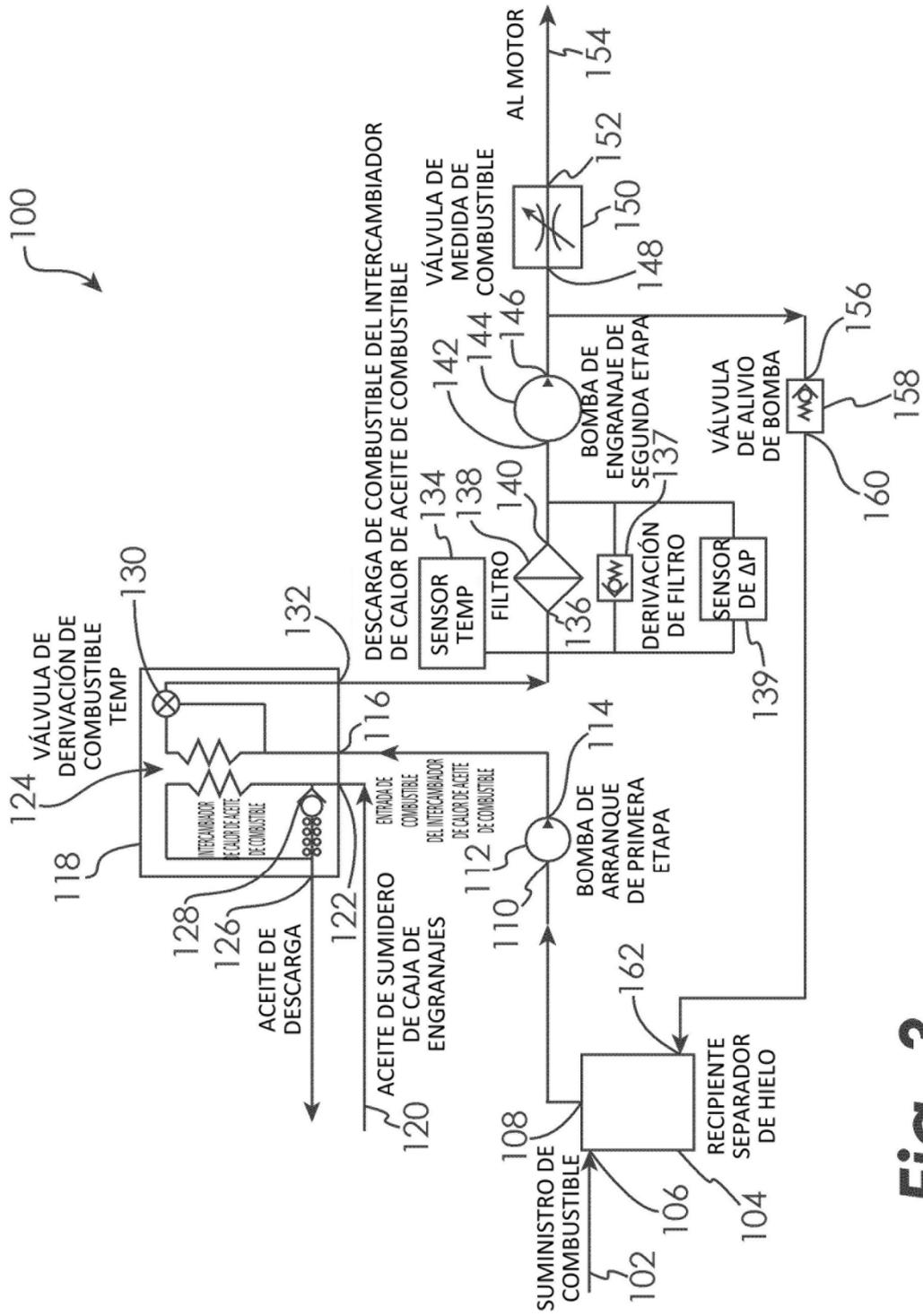


Fig. 3

200

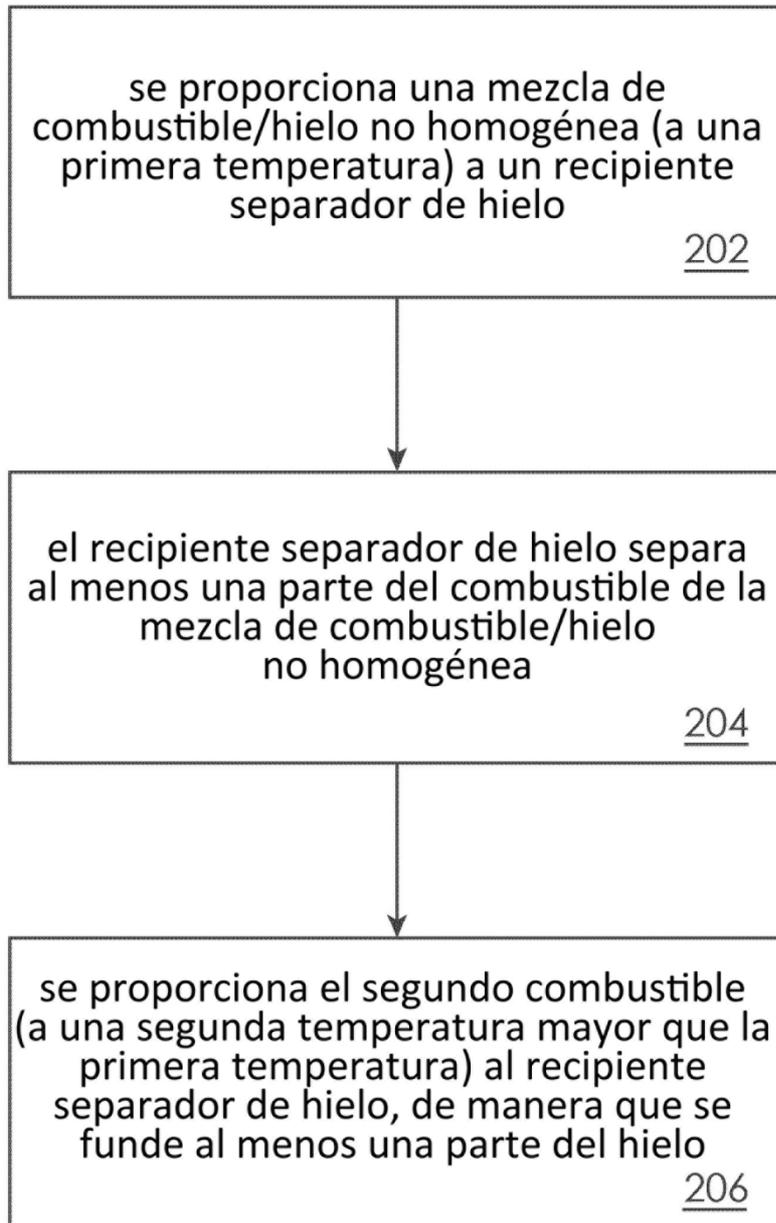


Fig. 4