

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 803 205**

51 Int. Cl.:

**F02C 7/04** (2006.01)

**F02C 7/042** (2006.01)

**F02C 7/14** (2006.01)

**B64D 33/10** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.02.2016** E 16156742 (5)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.05.2020** EP 3059419

54 Título: **Conjunto de motor de pistón rotativo de compuesto turbo con flujo de enfriador modulado**

30 Prioridad:

**20.02.2015 US 201562118891 P**

**23.07.2015 US 201514806902**

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

**25.01.2021**

73 Titular/es:

**PRATT & WHITNEY CANADA CORP. (100.0%)**

**1000 Marie-Victorin (01BE5)**

**Longueuil, Québec J4G 1A1, CA**

72 Inventor/es:

**THOMASSIN, JEAN;**

**BOLDUC, SEBASTIEN;**

**VILLENEUVE, BRUNO;**

**BERUBE, STEPHANE;**

**FONTAINE, MIKE;**

**GAGNON-MARTIN, DAVID;**

**CUNNINGHAM, MARK;**

**LAFORTUNE, SERGE;**

**LEGARE, PIERRE-YVES y**

**JULIEN, ANDRE**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 803 205 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

Conjunto de motor de pistón rotativo de compuesto turbo con flujo de enfriador modulado

### 5 REFERENCIA CRUZADA A SOLICITUDES RELACIONADAS

Esta solicitud reivindica la prioridad de la solicitud de EE. UU. n.º 14/806.902, depositada el 23 de julio de 2015, y la solicitud provisional de EE. UU. n.º 62/118.891, depositada el 20 de febrero de 2015.

### 10 CAMPO TÉCNICO

La solicitud se refiere generalmente a conjuntos de motor compuesto y, más particularmente, a conjuntos de motor compuesto sobrealimentado o turboalimentado usados en aeronaves.

### 15 ANTECEDENTES DE LA TÉCNICA

Los conjuntos de motor compuesto que incluyen un compresor utilizado como sobrealimentador o turbocompresor pueden definir un conjunto relativamente voluminoso que puede ser difícil de encajar en las góndolas de las aeronaves existentes, creando así cierta dificultad para adaptarlos para aplicaciones aeronáuticas. En el documento EP 2011962 se enseñan conjuntos de motor compuesto.

### RESUMEN

En un aspecto, se proporciona un conjunto de motor compuesto como se define en la reivindicación 1.

En una realización, se proporciona un conjunto de motor compuesto como se define en la reivindicación 8.

En un aspecto adicional, se proporciona un procedimiento de dirección de flujo a través de un conjunto de motor compuesto como se define en la reivindicación 9.

### 30 DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Ahora se hace referencia a las figuras adjuntas en las que:

35 La Fig. 1 es una vista esquemática de un conjunto de motor compuesto de acuerdo con una realización particular;

La Fig. 2 es una vista en sección transversal de un motor Wankel que puede usarse en un conjunto de motor compuesto tal como se muestra en la Fig. 1, de acuerdo con una realización particular;

40 La Fig. 3 es una vista tridimensional esquemática del conjunto de motor compuesto de la Fig. 1 de acuerdo con una realización particular;

45 La Fig. 4 es una vista en sección transversal esquemática de una instalación de góndola del conjunto de motor compuesto de la Fig. 3 de acuerdo con una realización particular;

La Fig. 5 es una vista tridimensional esquemática de un conjunto de admisión del conjunto de motor compuesto de la Fig. 4 de acuerdo con una realización particular;

50 La Fig. 6A es una vista en sección transversal lateral esquemática de parte del conjunto de admisión de la Fig. 5;

La Fig. 6B es una vista en sección transversal lateral esquemática ampliada de parte del conjunto de admisión de la Fig. 6A; y

55 La Fig. 7 es una vista tridimensional esquemática de un borde de admisión del conjunto de admisión de la Fig. 5, de acuerdo con una realización particular.

### DESCRIPCIÓN DETALLADA

60 En esta invención se describen un conjunto de motor compuesto 10 y su instalación para un avión de hélice. En la realización mostrada, el conjunto de motor compuesto 10 incluye un núcleo de motor rotativo multirroto de combustible pesado refrigerado por líquido 12 y una sección de turbina 18 usada como sistema de recuperación de energía de escape. Como se detallará a continuación, también son posibles otras configuraciones para el núcleo de motor 12.

65 Con referencia a la Fig. 1, el núcleo de motor 12 tiene un árbol de motor 16 accionado por el motor o motores rotativos y que acciona una carga rotatoria, que se muestra aquí como una hélice 8. Se entiende que el conjunto de motor compuesto 10 puede estar configurado alternativamente para accionar cualquier otro tipo apropiado de carga,

incluyendo, pero no limitados a uno o más generadores, árboles de transmisión, accesorios, mástiles de rotor, compresores, o cualquier otro tipo apropiado de carga o combinación de los mismos. El conjunto de motor compuesto 10 incluye además un compresor 14 y una sección de turbina 18 que combina la potencia con el núcleo de motor 12.

5 El núcleo de motor 12 puede incluir 2, 3, 4 o más motores rotativos acoplados de manera motriz al árbol 16. En otra realización, el núcleo de motor 12 incluye un único motor rotativo. Cada motor rotativo tiene un rotor acoplado de manera estanca en un alojamiento respectivo, teniendo cada motor rotativo una fase de combustión de volumen casi constante para una alta eficiencia del ciclo. El (los) motor(es) rotativo(s) puede(n) ser motor(es) Wankel. Con referencia a la Fig. 2, se muestra una realización ejemplar de un motor Wankel. Cada motor Wankel comprende un alojamiento 10 que define una cavidad interna con un perfil que define dos lóbulos, que es preferentemente un epitrocoide. Dentro de la cavidad interna se recibe un rotor 34. El rotor define tres partes de vértice 36 separadas circunferencialmente y un perfil generalmente triangular con lados arqueados hacia fuera. Las partes de vértice 36 están en acoplamiento estanco con la superficie interior de una pared periférica 38 del alojamiento 32 para formar tres cámaras de trabajo 40 entre el rotor 34 y el alojamiento 32.

15 El rotor 34 se acopla a una parte excéntrica 42 del árbol 16 para realizar revoluciones orbitales dentro de la cavidad interna. El árbol 16 realiza tres rotaciones por cada revolución orbital del rotor 34. El eje geométrico 44 del rotor 34 está desplazado y en paralelo con respecto al eje 46 del alojamiento 32. Durante cada revolución orbital, cada cámara 40 varía en volumen y se desplaza alrededor de la cavidad interna para someterse a las cuatro fases de admisión, compresión, expansión y escape.

20 Se proporciona una lumbrera de admisión 48 a través de la pared periférica 38 para admitir sucesivamente aire comprimido en cada cámara de trabajo 40. También se proporciona una lumbrera de escape 50 a través de la pared periférica 38 para descargar sucesivamente los gases de escape de cada cámara de trabajo 40. A través de la pared periférica 38 también se proporcionan pasos 52 para una bujía incandescente, una bujía de chispa u otro elemento de ignición, así como para uno o más inyectores de combustible (no mostrados). Alternativamente, la lumbrera de admisión 48, la lumbrera de escape 50 y/o los pasos 52 pueden proporcionarse a través de una pared de extremo o lateral 54 del alojamiento; y/o el elemento de ignición y un inyector de combustible piloto pueden comunicarse con una subcámara piloto (no mostrada) definida en el alojamiento 32 y comunicarse con la cavidad interna para proporcionar una inyección piloto. La subcámara piloto puede estar definida, por ejemplo, en una inserción (no mostrada) recibida en la pared periférica 38.

35 En una realización particular, los inyectores de combustible son inyectores de combustible de conducto común, y se comunican con una fuente de combustible pesado (por ejemplo, diésel, queroseno (combustible de aviación), biocombustible equivalente), y suministran el combustible pesado al motor o motores de modo que la cámara de combustión esté estratificada con una mezcla rica de aire y combustible cerca de la fuente de ignición y una mezcla más pobre en otras partes.

40 Para un funcionamiento eficiente, las cámaras de trabajo 40 están selladas, por ejemplo, mediante juntas estancas de vértice accionadas por resorte 56, que se extienden desde el rotor 34 para acoplar con la pared periférica 38, y juntas estancas de superficie o de gas accionadas por resorte 58 y juntas estancas de extremo o de esquina 60 que se extienden desde el rotor 34 para acoplar con las paredes de extremo 54. El rotor 34 también incluye al menos un anillo de estanqueidad de aceite accionado por resorte 62, sesgado contra la pared del extremo 54 alrededor del cojinete para el rotor 34 en la parte excéntrica de árbol 42.

45 Cada motor Wankel proporciona un flujo de escape en forma de pulso de escape relativamente largo; por ejemplo, en una realización particular, cada motor Wankel tiene una explosión por 3600 de rotación del árbol, permaneciendo abierta la lumbrera de escape durante aproximadamente 2700 de esa rotación, proporcionando así un ciclo de trabajo de pulso de aproximadamente el 75 %. Por el contrario, un pistón de un motor de pistón de 4 tiempos alternativo generalmente tiene una explosión por 7200 de rotación del árbol, permaneciendo abierta la lumbrera de escape durante aproximadamente 1800 de esa rotación, proporcionando así un ciclo de trabajo de pulso del 25 %.

50 En una realización particular que puede ser especialmente, pero no exclusivamente, adecuada para baja altitud, cada motor Wankel tiene una relación de expansión volumétrica de 5 a 9, y funciona siguiendo el ciclo Miller, con una relación de compresión volumétrica menor que la relación de expansión volumétrica, por ejemplo, al tener la lumbrera de admisión ubicada más cerca del punto muerto superior (PMS) que un motor donde las relaciones de compresión y expansión volumétrica son iguales o similares. Alternativamente, cada motor Wankel funciona con relaciones de compresión y expansión volumétrica similares o iguales.

60 Se entiende que son posibles otras configuraciones para el núcleo de motor 12. La configuración del motor o motores del núcleo de motor 12, por ejemplo, la ubicación de las lumbreras, el número y ubicación de las juntas estancas, etc., pueden variar con respecto a la realización mostrada. Además, se entiende que cada motor del núcleo de motor 12 puede ser cualquier otro tipo de motor de combustión interna, incluyendo, pero no limitado a, cualquier otro tipo de motor rotativo y cualquier otro tipo de motor de combustión interna no rotativo, como un motor alternativo.

65 Con referencia de nuevo a la Fig. 1, el núcleo de motor rotativo 12 está sobrealimentado por el compresor 14 montado

en línea con el núcleo de motor, es decir, el rotor o rotores del compresor 14a giran coaxialmente con el árbol de motor 16. En la realización mostrada, el rotor o rotores de compresor 14a están acoplados en un árbol de compresor 15, y el árbol de motor 16 está en acoplamiento motriz con el árbol de compresor 15 a través de una caja de engranajes multiplicadora 20. En una realización particular, la caja de engranajes 20 es un sistema de engranajes planetarios. En una realización particular, el árbol de compresor 15 incluye un engranaje solar 20s que está acoplado de manera motriz a engranajes planetarios montados en portaplanetas 20p, que están acoplados de manera motriz a una corona dentada fija 20r. El conjunto de soporte rotatorio está conectado al árbol de motor 16, por ejemplo, a través de una conexión estriada. En una realización particular, los elementos del sistema de engranajes planetarios (engranaje solar, engranajes planetarios y corona dentada) del interior de la caja de engranajes 20 están configurados para definir una relación de engranajes de aproximadamente 7:1 entre el árbol de compresor 15 y el árbol de núcleo de motor 16. Se entiende que se puede usar alternativamente cualquier otra configuración y/o relación de engranajes apropiadas para la caja de engranajes 20.

En la realización mostrada y con referencia en particular a la Fig. 1, el compresor 14 es un compresor centrífugo con un solo rotor 14a. Alternativamente, son posibles otras configuraciones. El compresor 14 puede ser un dispositivo de una sola etapa o un dispositivo de múltiples etapas y puede incluir uno o más rotores que tienen palas de flujo radial, axial o mixto.

La salida del compresor 14 está en comunicación de fluido con la entrada del núcleo de motor 12, que corresponde o se comunica con la entrada de cada motor del núcleo de motor 12. Por consiguiente, el aire entra al compresor 14 y se comprime y circula hacia la entrada del núcleo de motor 12. En una realización particular, el compresor 14 incluye álabes de guía de entrada variable 22 a través de los que circula el aire antes de alcanzar el rotor o rotores de compresor 14a.

El núcleo de motor 12 recibe el aire a presión del compresor 14 y quema combustible a alta presión para proporcionar energía. La potencia mecánica producida por el núcleo de motor 12 acciona la hélice 8.

Cada motor del núcleo de motor 12 proporciona un flujo de escape en forma de pulsos de escape de gas caliente a alta presión que sale a velocidad máxima elevada. La salida del núcleo de motor 12 (es decir, la salida de cada motor del núcleo de motor 12) está en comunicación de fluido con la entrada de la sección de turbina 18 y, por consiguiente, el flujo de escape del núcleo de motor 12 se suministra a la sección de turbina 18.

La sección de turbina 18 incluye al menos un rotor acoplado en un árbol de turbina 19. La energía mecánica recuperada por la sección de turbina 18 se combina con la del árbol de motor 16 para accionar la hélice 8. El árbol de turbina 19 está unido mecánicamente a, y en acoplamiento motriz con el árbol de motor 16 a través de una caja de engranajes reductora 24, por ejemplo, a través de un tren de engranajes desplazado con engranaje loco. En una realización particular, los elementos de la caja de engranajes reductora 24 (por ejemplo, el tren de engranajes desplazado) están configurados para definir una relación de reducción de aproximadamente 5:1 entre el árbol de turbina 19 y el árbol de motor 16. El árbol de motor 16 también está unido mecánicamente y en acoplamiento motriz a la hélice 8 a través de la misma caja de engranajes reductora 24. En una realización particular, la caja de engranajes reductora 24 incluye dos ramas de tren de engranajes: una rama de combinación 24c que une mecánicamente el árbol de turbina 19 y el árbol de motor 16 y una rama planetaria aguas abajo 24p que une mecánicamente el árbol de motor 16 y la hélice 8. En otra realización, el árbol de turbina 19 y el árbol de motor 16 pueden estar acoplados a la hélice 8 a través de diferentes cajas de engranajes, o el árbol de turbina 19 puede estar acoplado al árbol de motor 16 por separado del acoplamiento entre el árbol de motor 16 y la hélice 8. En realización particular, el árbol de turbina 19 está acoplado a la caja de engranajes de compresor 20.

Como puede verse en las Figs. 1 y 3, el árbol de turbina 19 es paralelo a y está desplazado radialmente (es decir, no coaxial a) del árbol de motor 16 y el árbol de compresor 15. El rotor o rotores de compresor 14a y el árbol de motor 16, por lo tanto, son rotatorios alrededor de un eje común (eje central del compresor y los árboles de motor 15, 16) que es paralelo a y está desplazado radialmente del eje de rotación del rotor o rotores de turbina 26a, 28a (eje central del árbol de turbina 19). En una realización particular, la configuración del desplazamiento de la sección de turbina 18 permite que la sección de turbina 18 esté encerrada en una carcasa separada de la del núcleo de motor 12 y el compresor 14, de modo que la sección de turbina 18 es modular y extraíble (por ejemplo, extraíble sin desmontarla del ala) del resto del conjunto de motor compuesto 10.

Con referencia particularmente a la Fig. 1, la sección de turbina 18 puede incluir una o más etapas de turbina. En una realización particular, la sección de turbina 18 incluye una turbina de primera etapa 26 que recibe el escape del núcleo de motor 12, y una turbina de segunda etapa 28 que recibe el escape de la turbina de primera etapa 26. La turbina de primera etapa 26 está configurada como una turbina de velocidad, también conocida como turbina de impulsión, y recupera la energía cinética del gas de escape del núcleo mientras crea una contrapresión mínima o nula al escape del núcleo de motor 12. La turbina de segunda etapa 28 está configurada como una turbina de presión, también conocida como turbina de reacción, y completa la recuperación de la energía mecánica disponible del gas de escape. Cada turbina 26, 28 puede ser un dispositivo centrífugo o axial con uno o más rotores con palas de flujo radial, axial o mixto. En otra realización, la sección de turbina 18 puede incluir una turbina única, configurada como turbina de impulsión o como turbina de presión.

Una turbina de impulsión pura funciona cambiando la dirección del flujo sin acelerar el flujo dentro del rotor; el fluido es desviado sin una caída de presión significativa a través de las palas del rotor. Las palas de la turbina de impulsión pura están diseñadas de modo que, en un plano transversal perpendicular a la dirección de flujo, el área definida entre las palas es la misma en los bordes de ataque de las palas y en los bordes de salida de la pala: el área de flujo de la turbina es constante, y las palas normalmente son simétricas alrededor del plano del disco rotatorio. El trabajo de la turbina de impulsión pura se debe únicamente al cambio de dirección en el flujo a través de las palas de la turbina. Las turbinas de impulsión pura típicas incluyen turbinas de vapor e hidráulicas.

En cambio, una turbina de reacción acelera el flujo dentro del rotor, pero necesita una caída de presión estática a través del rotor para permitir esta aceleración del flujo. Las palas de la turbina de reacción están diseñadas de modo que, en un plano transversal perpendicular a la dirección de flujo, el área definida entre las palas es la misma en los bordes de ataque de las palas y en los bordes de salida de la pala: el área de flujo de la turbina se reduce a lo largo de la dirección de flujo, y las palas normalmente son no simétricas alrededor del plano del disco rotatorio. El trabajo de la turbina de reacción pura se debe principalmente a la aceleración del flujo a través de las palas de la turbina.

La mayoría de las turbinas aeronáuticas no son de "impulsión pura" o de "reacción pura", sino que más bien funcionan de acuerdo con una mezcla de estos dos principios opuestos pero complementarios, es decir, existe una caída de presión a través de las palas, existe cierta reducción del área de flujo de las palas de la turbina a lo largo de la dirección de flujo y la velocidad de rotación de la turbina se debe tanto a la aceleración como al cambio de dirección del flujo. El grado de reacción de una turbina puede determinarse usando la relación de reacción basada en la temperatura (ecuación 1) o la relación de reacción basada en la presión (ecuación 2), que generalmente tienen un valor cercano entre sí para una misma turbina:

$$(1)Reacción(T) = \frac{(t_{s3} - t_{s5})}{(t_{s0} - t_{s5})}$$

$$(1)Reacción(P) = \frac{(P_{s3} - P_{s5})}{(P_{s0} - P_{s5})}$$

donde T es temperatura y P es presión, s se refiere a una lumbreira estática, y los números se refieren a la ubicación donde se mide la temperatura o presión: 0 para la entrada de la aleta de la turbina (estator), 3 para la entrada de la pala de la turbina (rotor) y 5 para la salida de la pala de la turbina (rotor); y donde una turbina de impulsión pura tendría una relación de 0 (0 %) y una turbina de reacción pura tendría una relación de 1 (100 %).

En una realización particular, la turbina de primera etapa 26 está configurada para aprovechar la energía cinética del flujo pulsante que sale del núcleo de motor 12 mientras que estabiliza el flujo y la turbina de segunda etapa 28 está configurada para extraer energía de la presión restante en el flujo mientras se expande el flujo. Por consiguiente, la turbina de primera etapa 26 tiene una relación de reacción menor que la de la turbina de segunda etapa 28.

En una realización particular, la turbina de segunda etapa 28 tiene una relación de reacción superior a 0,25; en otra realización particular, la turbina de segunda etapa 28 tiene una relación de reacción superior a 0,3; en otra realización particular, la turbina de segunda etapa 28 tiene una relación de reacción de aproximadamente 0,5; en otra realización particular, la turbina de segunda etapa 28 tiene una relación de reacción superior a 0,5.

En una realización particular, la turbina de primera etapa 26 tiene una relación de reacción de, como máximo, 0,2; en otra realización particular, la turbina de primera etapa 26 tiene una relación de reacción de, como máximo, 0,15; en otra realización particular, la turbina de primera etapa 26 tiene una relación de reacción de, como máximo, 0,1; en otra realización particular, la turbina de primera etapa 26 tiene una relación de reacción de, como máximo, 0,05.

Se entiende que cualquier relación de reacción apropiada para la turbina de segunda etapa 28 (incluida, pero no limitada a cualquiera de las relaciones de reacción mencionadas anteriormente) se puede combinar con cualquier relación de reacción apropiada para la turbina de primera etapa 26 (incluida, pero no limitada a cualquiera de las relaciones de reacción mencionadas anteriormente), y que estos valores pueden corresponder a relaciones basadas en la presión o basadas en la temperatura. También son posibles otros valores. Por ejemplo, en una realización particular, las dos turbinas 26, 28 pueden tener una relación de reacción igual o similar; en otra realización, la turbina de primera etapa 26 tiene una relación de reacción más alta que la de la turbina de segunda etapa 28. Ambas turbinas 26, 28 pueden estar configuradas como turbinas de impulsión, o ambas turbinas 26, 28 pueden estar configuradas como turbinas de presión.

En una realización en la que el núcleo de motor 12 incluye uno o más motores rotativos que funcionan cada uno con el ciclo Miller, la relación de presión del compresor y la relación de presión de la sección de turbina pueden ser más altas que un conjunto de motor similar donde el núcleo de motor incluye uno o más motores rotativos que tienen relaciones de expansión y compresión volumétrica similares o iguales. Puede admitirse una relación de presión más alta de la sección de turbina mediante etapa(s) de turbina axial adicional(es), una turbina radial adicional y/o una

combinación de turbinas axiales y radiales adecuadas para aceptar la relación de presión más alta.

Con referencia a la Fig. 4, se muestra una instalación de góndola del conjunto de motor compuesto 10 según una realización particular. La instalación incluye un conjunto de admisión 66 que presenta una entrada común 68 y un conducto de aire 70 para el conjunto de motor (a través del compresor 14) y los intercambiadores de calor de aceite y refrigerante 72, 74. El conducto de aire 70 se extiende desde la entrada 68 hasta una salida opuesta 76. La entrada 68 y la salida 76 del conducto de aire 70 se comunican con el aire ambiente fuera o alrededor del conjunto 10, por ejemplo, el aire ambiente fuera de una góndola que recibe el conjunto. En la realización mostrada, el aire ambiente penetra en el conjunto de motor compuesto 10 a través de la entrada 68 del conducto de aire 70; la entrada 68 del conducto de aire 70 define así una entrada de góndola, es decir, una entrada del conjunto 10 en su totalidad.

Puede verse que los intercambiadores de calor 72, 74 se extienden a través del conducto de aire 70, de modo que el flujo de aire a través del conducto de aire 70 circula a través de los intercambiadores de calor 72, 74. En la realización mostrada, los intercambiadores de calor 72, 74 incluyen un intercambiador de calor de aceite 72 que recibe el aceite del sistema de aceite del conjunto de motor y lo hace circular en relación de intercambio de calor con el flujo de aire, como para enfriar el aceite; y un intercambiador de calor de refrigerante 74 que recibe el refrigerante del núcleo de motor 12 (por ejemplo, agua, aceite u otro refrigerante líquido) y lo hace circular en una relación de intercambio de calor con el flujo de aire, como para enfriar el refrigerante. Aunque se muestran dos intercambiadores de calor 72, 74, se entiende que, alternativamente, en el conducto de aire 70 puede proporcionarse un solo intercambiador de calor o más de dos intercambiadores de calor. Los dos intercambiadores de calor 72, 74 se muestran situados en paralelo, de modo que una parte del flujo de aire circula por separado a través de cada intercambiador de calor. Alternativamente, los intercambiadores de calor 72, 74 pueden estar situados en el conducto de aire 70 en serie, de modo que circule la misma parte del flujo de aire a través de uno de los intercambiadores de calor que del otro, aunque tal configuración puede necesitar el uso de intercambiadores de calor más grandes. También se entiende que el ángulo de los intercambiadores de calor 72, 74 dentro del conducto 70 puede ser diferente del mostrado. En una realización particular, el ángulo de los intercambiadores de calor 72, 74 con respecto al flujo de aire dentro del conducto 70 se selecciona para obtener el equilibrio deseado entre las pérdidas de presión y la efectividad de los intercambiadores de calor, teniendo en cuenta el espacio disponible dentro del conducto 70.

El conjunto de admisión 66 incluye una cámara de admisión 78 configurada para conexión y comunicación de fluido con la entrada del compresor 14. En la realización mostrada, y como puede verse más claramente en la Fig. 5, la cámara de admisión 78 es anular. Son posibles otras configuraciones.

Con referencia a las Figs. 4, 5 y 6A, el conjunto de admisión 66 incluye un primer y segundo conductos de admisión 80, 82 que proporcionan comunicación de fluido entre el conducto de aire 70 y la cámara de admisión 78. El primer conducto de admisión 80 está conectado al conducto de aire 70 aguas arriba de los intercambiadores de calor 72, 74, de modo que la parte del conducto de aire 70 aguas arriba de los intercambiadores de calor 72, 74 define una primera fuente de aire. El segundo conducto de admisión 82 está conectado al conducto de aire 70 aguas abajo de los intercambiadores de calor 72, 74, de modo que la parte del conducto de aire 70 aguas abajo de los intercambiadores de calor 72, 74 define una segunda fuente de aire más cálida que el de la primera fuente. En la realización mostrada, y como puede verse más claramente en la Fig. 4, el conducto de aire 70 está configurado para definir un difusor aguas arriba de los intercambiadores de calor 72, 74, como para desacelerar el flujo a un flujo de baja velocidad en la entrada de los intercambiadores de calor 72, 74. El primer conducto de admisión 80 está conectado en el difusor; en una realización particular, el primer conducto de admisión 80 está conectado al conducto de aire 70 donde la velocidad del aire es mínima. Tal configuración puede permitir minimizar las pérdidas de presión.

Con referencia a las Figs. 6A-6B, en una realización particular, los conductos de admisión 80, 82 están en comunicación de fluido con la cámara de admisión 78 a través de una admisión de motor 84 que contiene un filtro de aire 86. Se proporciona una válvula de derivación de filtro de aire 88 en la admisión de motor 84 para permitir el flujo de aire a la cámara de admisión 78 alrededor del filtro de aire 86 en caso de bloqueo accidental del filtro de aire. En una realización particular, la válvula de derivación de filtro de aire 86 es una válvula operada por diferencial de presión accionada por resorte.

El conjunto de admisión 66 incluye además una válvula selectora 90 colocada aguas arriba del filtro de aire 86 y que permite la selección del conducto de admisión 80, 82 usado para hacer circular el aire desde el conducto de aire 70 a la cámara de admisión 78. La válvula selectora 90, por lo tanto, es configurable entre una configuración en la que se permite la comunicación de fluido entre la cámara de admisión 78 y el conducto de aire 70 a través del primer conducto de admisión 80 y una configuración en la que se impide la comunicación de fluido entre la cámara de admisión 78 y el conducto de aire 70 a través del primer conducto de admisión 80.

En la realización particular mostrada en la Fig. 4, la válvula selectora 90 solo actúa para bloquear selectivamente o impedir la comunicación a través del primer conducto de admisión 80, es decir, el conducto de admisión conectado al conducto de aire 70 aguas arriba de los intercambiadores de calor 72, 74. La comunicación a través del segundo conducto de admisión 82 permanece abierta en ambas configuraciones.

En la realización particular mostrada en las Figs. 6A y 6B, la válvula selectora 90 se proporciona en una unión entre

los dos conductos de admisión 80, 82, y actúa para bloquear selectivamente o impedir la comunicación a través de ambos conductos de admisión 80, 82. Por consiguiente, en la configuración mostrada en la Fig. 6A, la válvula selectora 90 permite la comunicación de fluido entre la cámara de admisión 78 y el conducto de aire 70 a través del primer conducto de admisión 80 mientras que impide la comunicación de fluido entre la cámara de admisión 78 y el conducto de aire 70 a través del segundo conducto de admisión 82; y en la configuración mostrada en la Fig. 6B, la válvula selectora 90 impide la comunicación de fluido entre la cámara de admisión 78 y el conducto de aire 70 a través del primer conducto de admisión 80 mientras que permite la comunicación de fluido entre la cámara de admisión 78 y el conducto de aire 70 a través del segundo conducto de admisión 82. En las realizaciones mostradas, la válvula selectora 90 incluye una aleta pivotante entre las dos configuraciones, y bloquea la comunicación a través de uno u otro de los conductos de admisión 80, 82 bloqueando la comunicación entre ese conducto de admisión 80, 82 y la cámara de admisión 78. También son posibles otros tipos de válvulas 90 y/o posiciones de válvulas.

La válvula selectora 90 permite así la selección de aire más frío (primer conducto de admisión 80, que toma aire aguas arriba de los intercambiadores de calor 72, 74) o aire más cálido (segundo conducto de admisión 82, que toma aire aguas abajo de los intercambiadores de calor 72, 74) para alimentar el compresor 14 y el conjunto de motor 10, en función de las condiciones de funcionamiento del conjunto de motor 10. Por ejemplo, en condiciones de formación de hielo, la comunicación de fluido a través del segundo conducto 82 puede seleccionarse bloqueando la comunicación de fluido a través del primer conducto 80, de modo que el aire más cálido de aguas abajo de los intercambiadores de calor 72, 74 se use para alimentar el compresor 14, como para proporcionar capacidad de deshielo para la admisión de motor 84, el filtro de aire 86, la cámara de admisión 78 y la entrada del compresor con geometrías fijas y variables; y en condiciones de vuelo sin formación de hielo, puede seleccionarse la comunicación de fluido a través del primer conducto 80 de modo que se use aire más frío para alimentar el compresor 14 para proporcionar mejor rendimiento del motor (en comparación con aire más caliente).

Además, la selección del flujo a través del segundo conducto de admisión 82 para extraer el aire del motor aguas abajo de los intercambiadores de calor 72, 74 puede usarse para generar flujo de aire a través de los intercambiadores de calor 72, 74. Por ejemplo, para un motor de turbohélice a ralentí en tierra, no hay presión dinámica de entrada para forzar el aire a través del conducto de aire 70 y los intercambiadores de calor 72, 74, y el aumento de presión de la hélice puede no bastar para sacar suficiente aire para proporcionar un enfriamiento suficiente en los intercambiadores de calor 72, 74; pueden producirse condiciones similares en las operaciones de rodaje en tierra (motor a baja potencia). La extracción del aire del motor aguas abajo de los intercambiadores de calor 72, 74 produce un efecto de "aspiración" que extrae el aire a través de los intercambiadores de calor 72, 74, lo que en una realización particular puede permitir un enfriamiento suficiente sin necesidad de un ventilador o soplador que proporcione la circulación de aire necesaria. Opcionalmente, puede proporcionarse una válvula de purga 75 aguas abajo del compresor 14 y aguas arriba del núcleo de motor 12 (es decir, en la comunicación de fluido entre la salida del compresor y la entrada del núcleo de motor), y abrirse durante el funcionamiento al ralentí o la operación de rodaje para aumentar el flujo del compresor como para aumentar el efecto de "aspiración" de extraer el aire del motor aguas abajo de los intercambiadores de calor 72, 74 y, por consiguiente, aumentar el flujo de aire a través de los intercambiadores de calor 72, 74. Además, puede proporcionar opcionalmente un radiador intermedio justo aguas arriba del núcleo de motor 12 para enfriar el flujo del compresor antes de dirigirlo al núcleo de motor.

En una realización particular, el conjunto de admisión de motor 66 puede estar configurado como un separador de partículas inercial cuando se selecciona la comunicación de fluido a través del primer conducto 80, de modo que cuando se usa el aire de aguas arriba de los intercambiadores de calor 72, 74 para alimentar el motor, las partículas pesadas son arrastradas aguas abajo de los intercambiadores de calor 72, 74. En la realización mostrada en la Fig. 4, la unión entre el primer conducto 80 y el conducto de aire 70 está configurada como el separador de partículas inercial: el primer conducto 80 define un giro brusco con respecto al conducto de aire 70 (por ejemplo, extendiéndose cerca de o aproximadamente perpendicular al mismo), que se extiende en un ángulo suficiente desde el conducto de aire 70 de modo que las partículas más pesadas (por ejemplo, hielo, arena) continúen en un recorrido recto mientras el aire sigue el giro brusco, y por el primer conducto 80 y el conducto de aire 70 que están dimensionados para lograr velocidades de aire adecuadas para asegurar la separación de las partículas.

En la realización mostrada, el conducto de aire 70 está configurado de modo que todo el aire que entra en el conducto de aire 70 se hace circular a través de los intercambiadores de calor 72, 74 y/o a la cámara de admisión 78. Alternativamente, podría proporcionarse un conducto de derivación de modo que una parte del aire que entra en el conducto 70 sea desviada de (es decir, evita) los intercambiadores de calor 72, 74 y la cámara de admisión 78 y, en cambio, se haga circular directamente a la salida 76. En una realización particular, la unión entre el conducto de derivación y el conducto de aire 70 está configurada como el separador de partículas inercial, mediante la selección de una orientación apropiada y el dimensionamiento relativo del conducto de derivación con respecto al conducto de aire 70.

En una realización particular y como se muestra en la Fig. 7, el borde de la entrada de conjunto 68 se descongela haciendo circular refrigerante caliente a través de un tubo helicoidal 98 dispuesto en el borde y hecho de un material que tiene propiedades de conducción de calor apropiadas. El tubo helicoidal 98 tiene una entrada en comunicación de fluido con el sistema de refrigerante del núcleo de motor 12 y una salida en comunicación de fluido con el intercambiador de calor de refrigerante 74, de modo que una fracción del refrigerante caliente que fluye fuera del

núcleo de motor 12 se dirige al tubo helicoidal 98 del borde de entrada 68 para la descongelación, y a continuación se vuelve a unir al resto del flujo de refrigerante caliente del núcleo de motor 12 antes de enviar el flujo al intercambiador de calor 74.

5 Aunque en la realización mostrada los intercambiadores de calor 72, 74 y el conjunto de motor 10 tienen una entrada común 68 y el primer y el segundo conducto de admisión 80, 82 se comunican con un mismo conducto de aire 70 que se extiende desde esa entrada, se entiende que, alternativamente, el conjunto de motor 10 y los intercambiadores de calor 72, 74 pueden tener entradas separadas. El primer conducto de admisión 80 puede comunicarse así con una fuente de aire fresco separada de la que alimenta los intercambiadores de calor 72, 74.

10 Alternativamente, la entrada común 68 y el conducto de aire 70 usados para alimentar los intercambiadores de calor 72, 74 y el compresor 14 pueden usarse con un único conducto de admisión que proporcione la comunicación de fluido entre la cámara de admisión 78 y el conducto de aire 70, y conectado al conducto de aire 70 en cualquier ubicación apropiada (aguas abajo o aguas arriba de los intercambiadores de calor).

15 Con referencia de nuevo a la Fig. 4, en una realización particular, las aletas de refrigeración variables 92 están conectadas de manera pivotante a una pared exterior 94 del conducto de aire 70 aguas abajo de los intercambiadores de calor 72, 74, cada una adyacente a una abertura correspondiente 96 definida a través de la pared exterior 94. Las aletas 92 son móviles entre una posición extendida (mostrada) en la que se extienden lejos de la abertura respectiva 96 y una posición retraída en la que cierran la abertura respectiva 96, como para modular el flujo de aire a través del conducto de aire 70 y los intercambiadores de calor 72, 74. Las aberturas 96 se comunican con el aire ambiente fuera o alrededor del conjunto 10 cuando las aletas están extendidas, por ejemplo, el aire ambiente fuera de la góndola que recibe el conjunto, de modo que el aire procedente del conducto de aire 70 puede salir del conducto a través de las aberturas 96. En una realización particular, las aletas de refrigeración 92 están colocadas de acuerdo con la demanda de potencia en el conjunto de motor 10, como para regular la temperatura del aceite y del refrigerante que son enfriados en los intercambiadores de calor 72, 74 mientras que reducen o minimizan la resistencia aerodinámica de enfriamiento; por ejemplo, las aletas de refrigeración 92 están abiertas durante el despegue y cerradas a velocidad de crucero.

20 Las aletas de refrigeración 92 pueden tener cualquier configuración apropiada. Por ejemplo, en una realización particular, las aletas de refrigeración 92 tienen una forma de superficie aerodinámica recta; en otra forma de realización, las aletas de refrigeración 92 tienen una forma de superficie aerodinámica curvada, configurada para hacer fluir el aire de salida horizontalmente para producir un empuje más efectivo. En una realización particular, las aletas de refrigeración 92 están configuradas como persianas, cada una conectada a una varilla, y un actuador desliza la varilla para hacer pivotar las aletas de refrigeración 92 entre las posiciones extendida y retraída para abrir o cerrar las persianas. También son posibles otras configuraciones.

25 En una realización particular, la salida de conducto de aire 76 aguas abajo de las aletas de refrigeración 92 está conformada para definir una tobera, para formar una abertura de chorro de salida. En una realización particular, la configuración de la tobera está optimizada para minimizar la resistencia aerodinámica inducida por los intercambiadores de calor 72, 74 en las condiciones de funcionamiento a velocidad de crucero.

30 Aunque cualquiera de las características descritas y mostradas anteriormente y cualquier combinación de las mismas puede proporcionar una configuración adecuada para ser usada como motor de turbohélice y/o recibida en una góndola de aeronave, en una realización particular, la combinación de todo lo descrito anteriormente y las características mostradas del conjunto de motor compuesto proporcionan una configuración de motor específicamente diseñada para su uso como motor de turbohélice de aeronave.

35 Esta descripción solo pretende ser ejemplar. Por ejemplo, aunque el conjunto de motor se ha descrito como un conjunto de motor compuesto, se entiende que los elementos del conjunto de motor compuesto pueden usarse con conjuntos de motor no compuestos y con conjuntos de motor compuestos que tienen diferentes configuraciones, por ejemplo, conjuntos de motor donde el compresor está en acoplamiento motriz con la sección de turbina sin estar acoplado directamente al núcleo de motor; tales elementos incluyen, pero no están limitados al conjunto de admisión y sus componentes.

50 El alcance de la invención se define en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un conjunto de motor compuesto que comprende:

5 un compresor (14);  
 un núcleo de motor (12) que incluye al menos un motor de combustión interna que tiene cada uno un rotor (34) recibido de manera estanca y rotativa dentro de una cavidad interna respectiva para proporcionar cámaras rotatorias (40) de volumen variable en la cavidad interna respectiva, teniendo el núcleo de motor (12) una entrada en comunicación de fluido con una salida del compresor (14);  
 10 una sección de turbina (18) que tiene una entrada en comunicación de fluido con una salida del núcleo de motor (12), la sección de turbina (18) configurada para combinar la potencia con el núcleo de motor (12); y  
 un conducto de aire (70) que tiene al menos un intercambiador de calor (72, 74) que se extiende a través del mismo de modo que un flujo de aire a través del conducto de aire (70) circula a través del al menos un intercambiador de calor (72, 74), cada uno del al menos un intercambiador de calor (72, 74) configurado para hacer  
 15 circular un fluido que ha de ser enfriado en relación de intercambio de calor con el flujo de aire que circula a través del mismo; **caracterizado porque**  
 el conducto de aire tiene entrada y salidas opuestas (68, 76) en comunicación de fluido con el aire ambiente alrededor del conjunto de motor compuesto;  
 y **porque** una pared exterior (94) del conducto de aire (70) tiene una pluralidad de aberturas (96) definidas a través de la misma aguas abajo del al menos un intercambiador de calor (72, 74), pudiéndose cerrar cada una de la pluralidad de aberturas (96) selectivamente mediante una aleta pivotante respectiva (92) móvil entre una posición retraída en la que la abertura (96) está obstruida y una posición extendida alejada de la abertura (96), definiendo cada una de la pluralidad de aberturas (96) una comunicación de fluido entre el conducto de aire (70) y el aire ambiente alrededor del conjunto de motor compuesto cuando la aleta pivotante respectiva está en la posición  
 25 extendida.

2. El conjunto de motor compuesto como se define en la reivindicación 1, donde el rotor (34) de cada uno del al menos un motor de combustión interna tiene tres partes de vértice (36) que separan las cámaras rotatorias (40) y montado para revoluciones excéntricas dentro de la cavidad interna respectiva, teniendo la cavidad interna respectiva  
 30 una forma epitrocoide con dos lóbulos.

3. El conjunto de motor compuesto como se define en la reivindicación 1 o 2, donde una entrada del compresor (14) está en comunicación de fluido con el conducto de aire (70) a través de un conducto de admisión (80) conectado al conducto de aire (70) aguas arriba del al menos un intercambiador de calor (72, 74).  
 35

4. El conjunto de motor compuesto como se define en la reivindicación 3, donde el conducto de aire (70) define un difusor aguas arriba del al menos un intercambiador de calor (72, 74), estando conectado el conducto de admisión (80) al conducto de aire (70) en el difusor.

5. El conjunto de motor compuesto como se define en cualquier reivindicación anterior, donde una entrada del compresor (14) está en comunicación de fluido con el conducto de aire (70) a través de un primer conducto de admisión (80) conectado al conducto de aire (70) aguas arriba del al menos un intercambiador de calor (72, 74) y a través de un segundo conducto de admisión (82) conectado al conducto de aire (70) aguas abajo del al menos un intercambiador de calor (72, 74), comprendiendo además el conjunto una válvula selectora (90) configurable para abrir y cerrar selectivamente al menos la comunicación de fluido entre la entrada del compresor (14) y el primer conducto de admisión.  
 45

6. El conjunto de motor compuesto como se define en cualquier reivindicación anterior, donde la sección de turbina (18) incluye una turbina de primera etapa (26) que tiene una entrada en comunicación de fluido con la salida del núcleo de motor (12), y una turbina de segunda etapa (28) que tiene una entrada en comunicación de fluido con una salida de la turbina de primera etapa (26).  
 50

7. El conjunto de motor compuesto como se define en la reivindicación 6, donde la turbina de primera etapa (26) está configurada como una turbina de impulsión con una relación de reacción basada en la presión que tiene un valor de, como máximo, 0,25, teniendo la turbina de segunda etapa (28) una relación de reacción más alta que la de la turbina de primera etapa (26).  
 55

8. El conjunto de motor compuesto como se define en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde  
 60 el al menos un motor de combustión interna rotativo está en acoplamiento motriz con un árbol de motor (16);  
 la sección de turbina (18) incluye al menos un rotor de turbina (26a, 28a) acoplado en un árbol de turbina rotatorio (19), estando el árbol de turbina (19) y el árbol de motor (16) acoplados de manera motriz a una misma carga rotatoria.

9. Un procedimiento de dirección de flujo a través del conjunto de motor compuesto de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo el procedimiento:  
 65

dirigir el aire a la entrada del compresor (14) del conjunto de motor compuesto;  
dirigir el aire comprimido desde el compresor (14) a la entrada del al menos un motor de combustión interna rotativo del conjunto de motor compuesto, accionando el al menos un motor de combustión interna rotativo la rotación de un árbol de motor (16);

5            dirigir el escape del al menos un motor de combustión interna rotativo en al menos un rotor de turbina (26a, 28a) de una sección de turbina (18) del conjunto de motor compuesto para accionar la rotación de un árbol de turbina (19), combinando la potencia el árbol de turbina (19) con el árbol de motor (16) para accionar una carga rotatoria;

10            y  
              dirigir el aire a través del conducto de aire (70) que contiene el al menos un intercambiador de calor (72, 74) y a través del al menos un intercambiador de calor (72,74) para enfriar un fluido del conjunto de motor compuesto, incluyendo la modulación de un flujo del aire a través del al menos un intercambiador de calor (72, 74) abriendo y cerrando selectivamente la pluralidad de aberturas (96) definidas en la pared exterior del conducto de aire (70) aguas abajo del al menos un intercambiador de calor (72, 74).

15            10.        El procedimiento como se define en la reivindicación 9, donde dirigir el aire hacia la entrada del compresor (14) incluye dirigir el aire desde el conducto de aire (70) hacia la entrada del compresor (14).

20            11.        El procedimiento como se define en la reivindicación 10, donde dirigir el aire desde el conducto de aire (70) hacia la entrada del compresor (14) incluye seleccionar entre dirigir el aire a través de un primer conducto de admisión (80) conectado al conducto de aire (70) aguas arriba del al menos un intercambiador de calor (72, 74) y dirigir el aire a través de un segundo conducto de admisión (82) conectado al conducto de aire (70) aguas abajo del al menos un intercambiador de calor (72, 74) y aguas arriba de la pluralidad de aberturas (96).

25            12.        El procedimiento como se define en la reivindicación 11, donde el conjunto de motor compuesto es un motor de aviación, comprendiendo además el procedimiento dirigir el aire a través del segundo conducto de admisión (82) durante el ralentí en tierra.

30            13.        El procedimiento como se define en la reivindicación 11, donde el conjunto de motor compuesto es un motor de aviación, dirigiendo además el procedimiento el aire a través del segundo conducto de admisión (82) durante condiciones de formación de hielo.

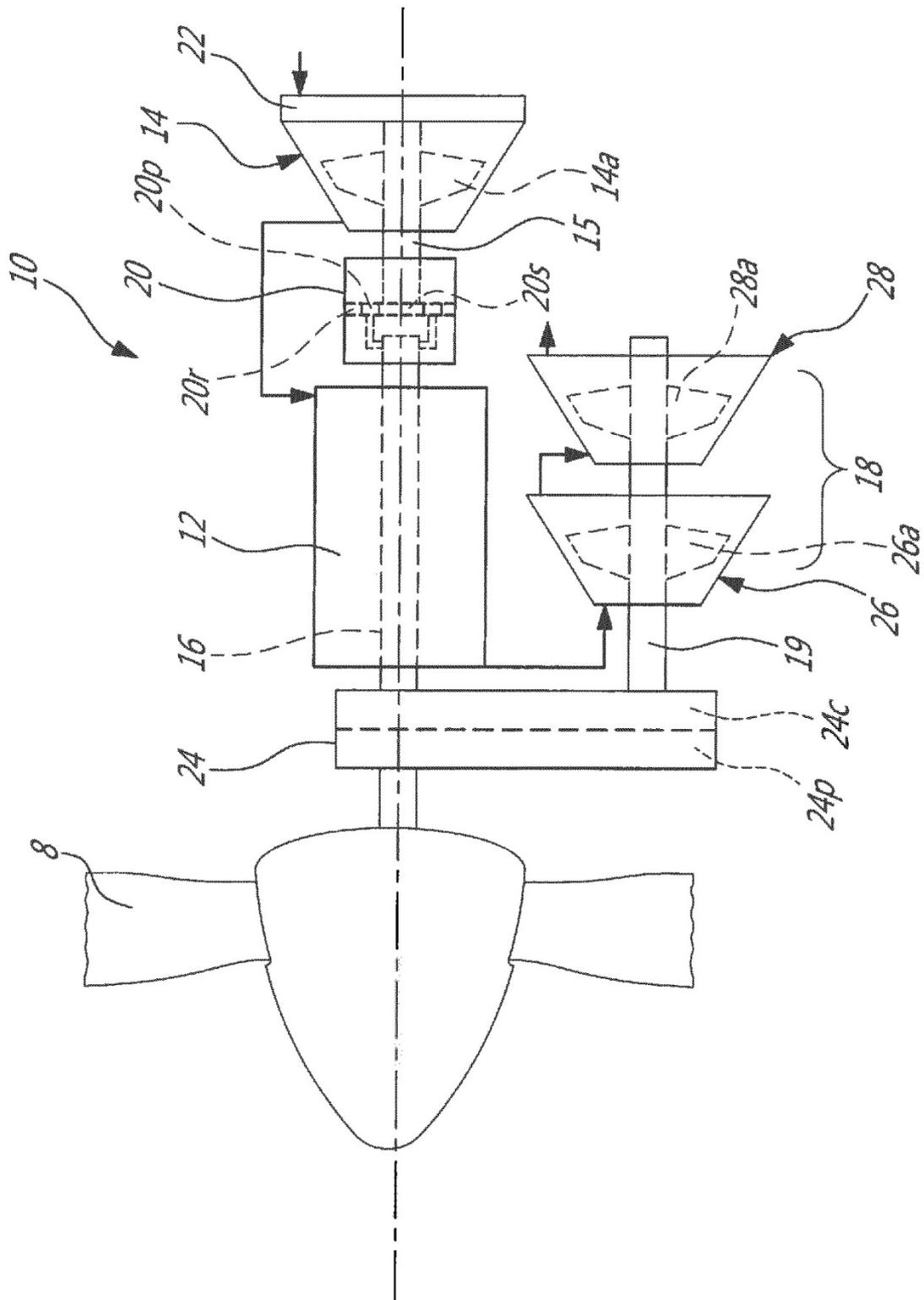


FIG-1

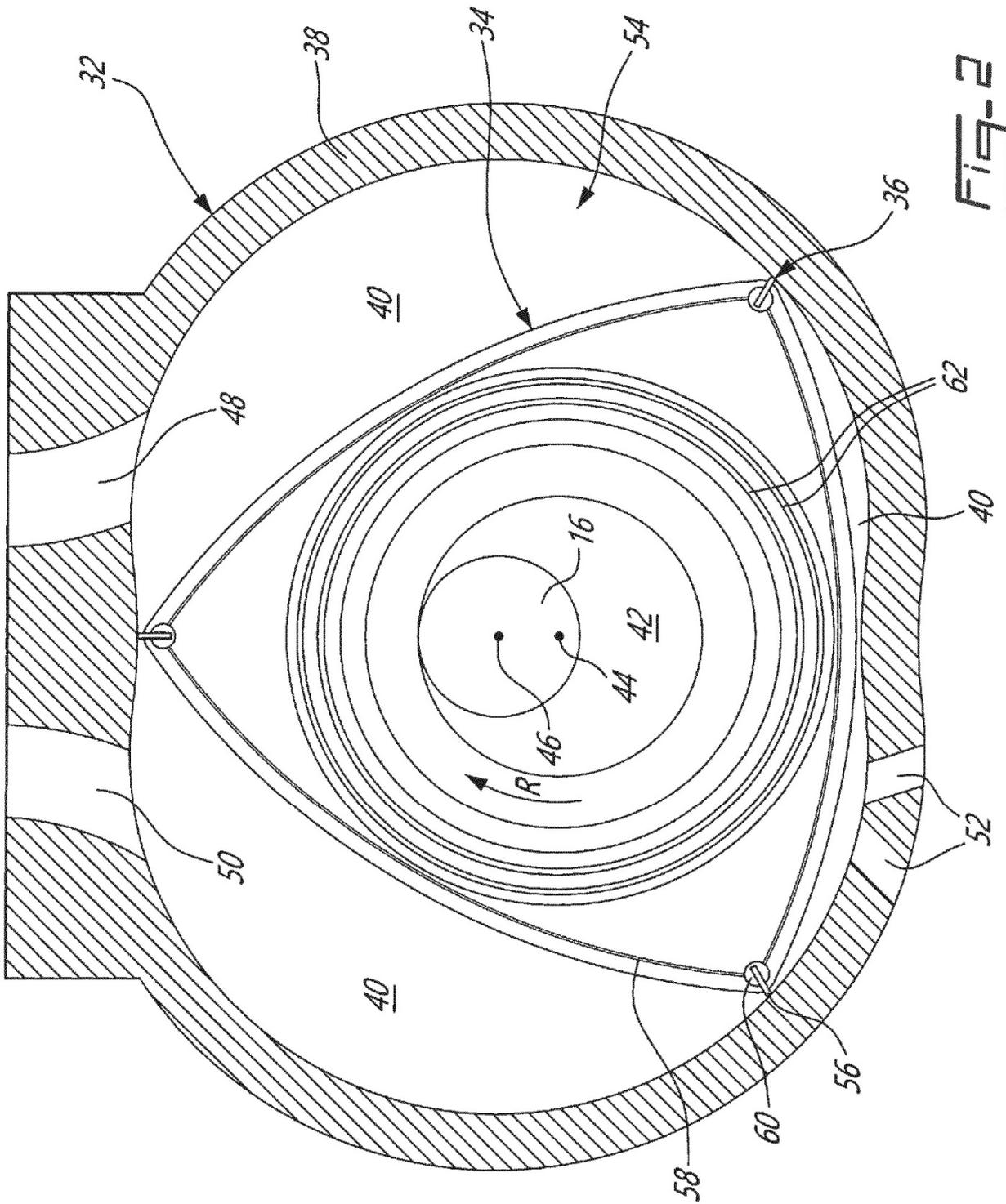


FIG-2

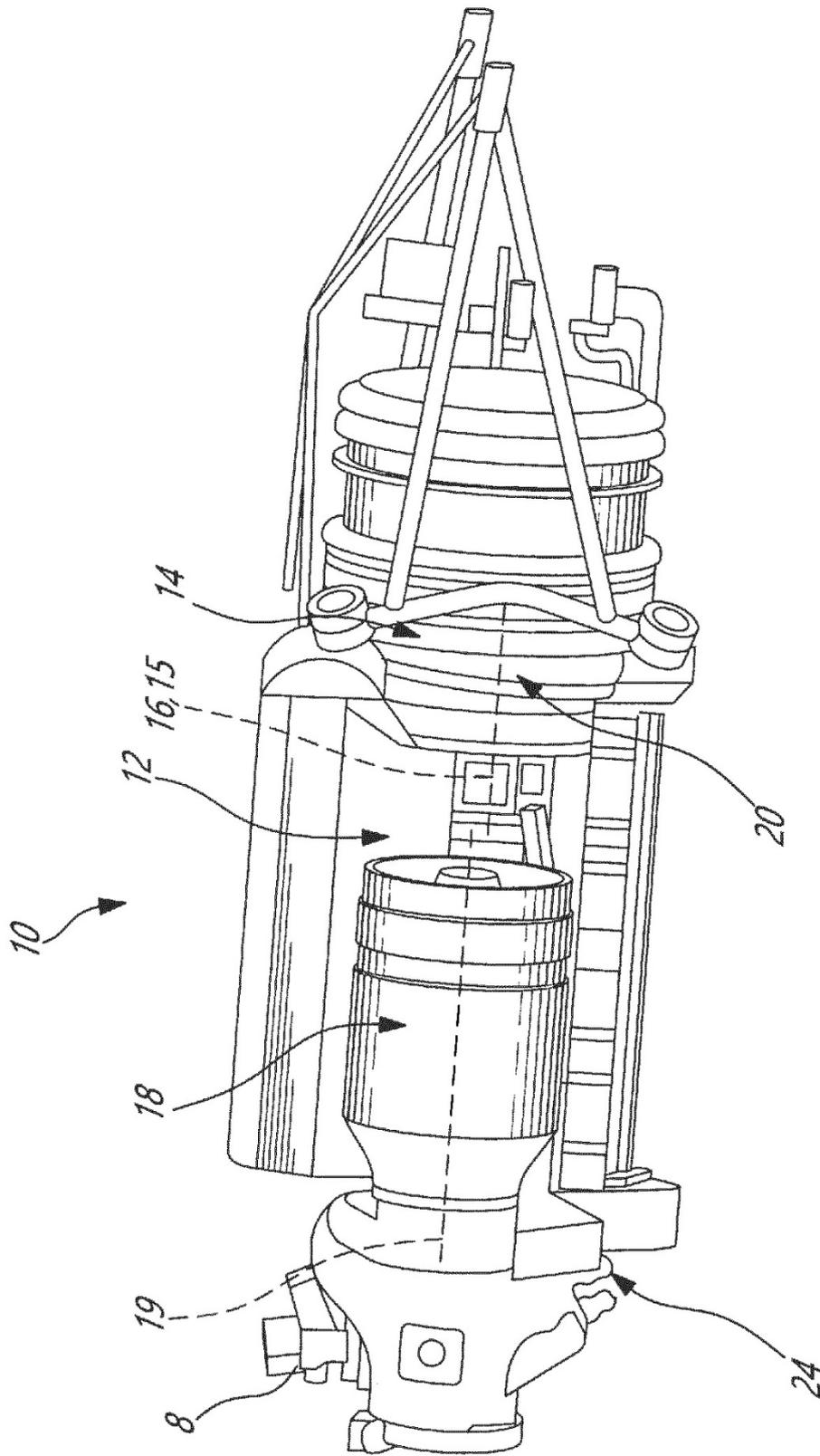


Fig-3

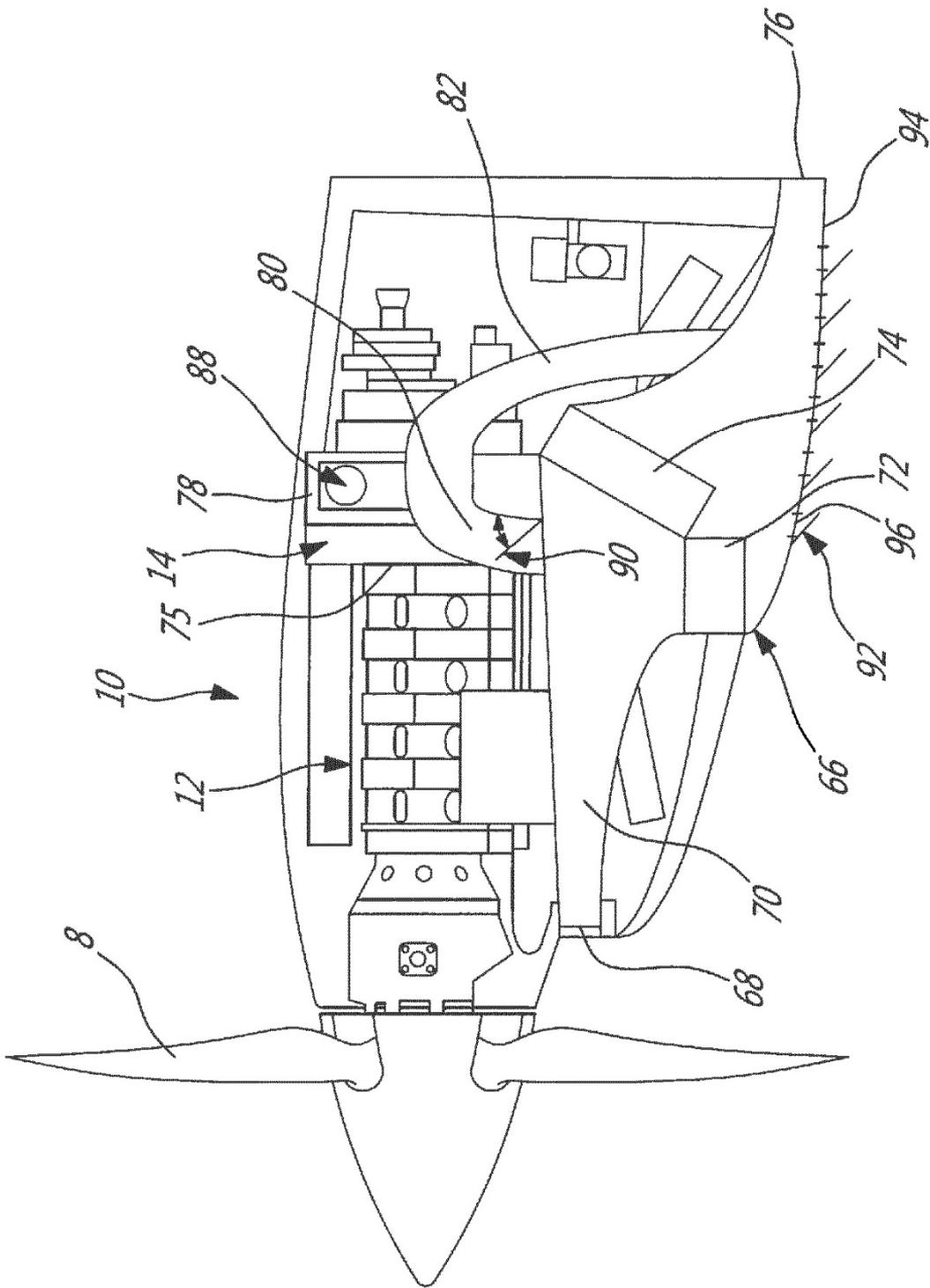
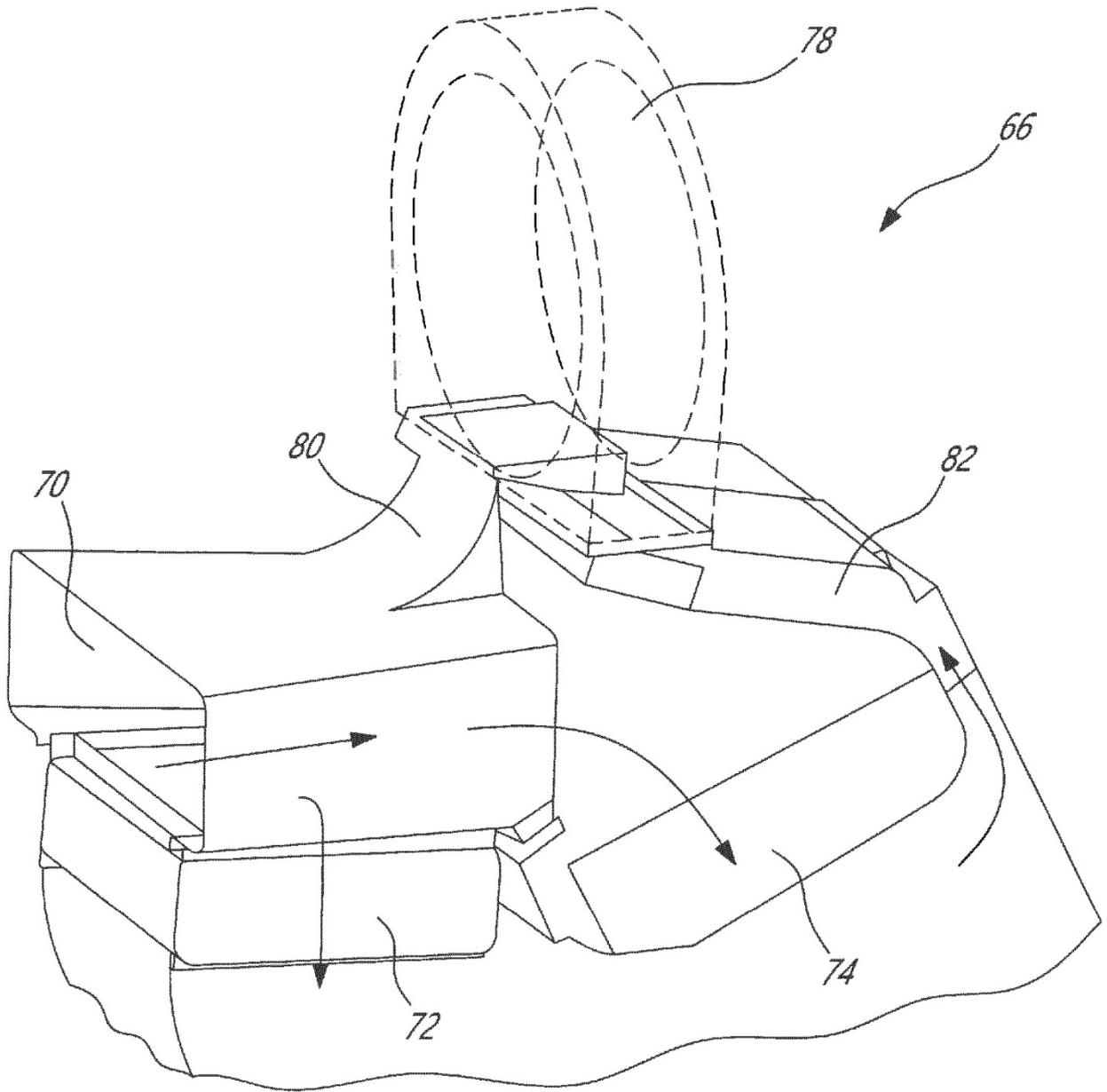


Fig-4



**Fig-5**

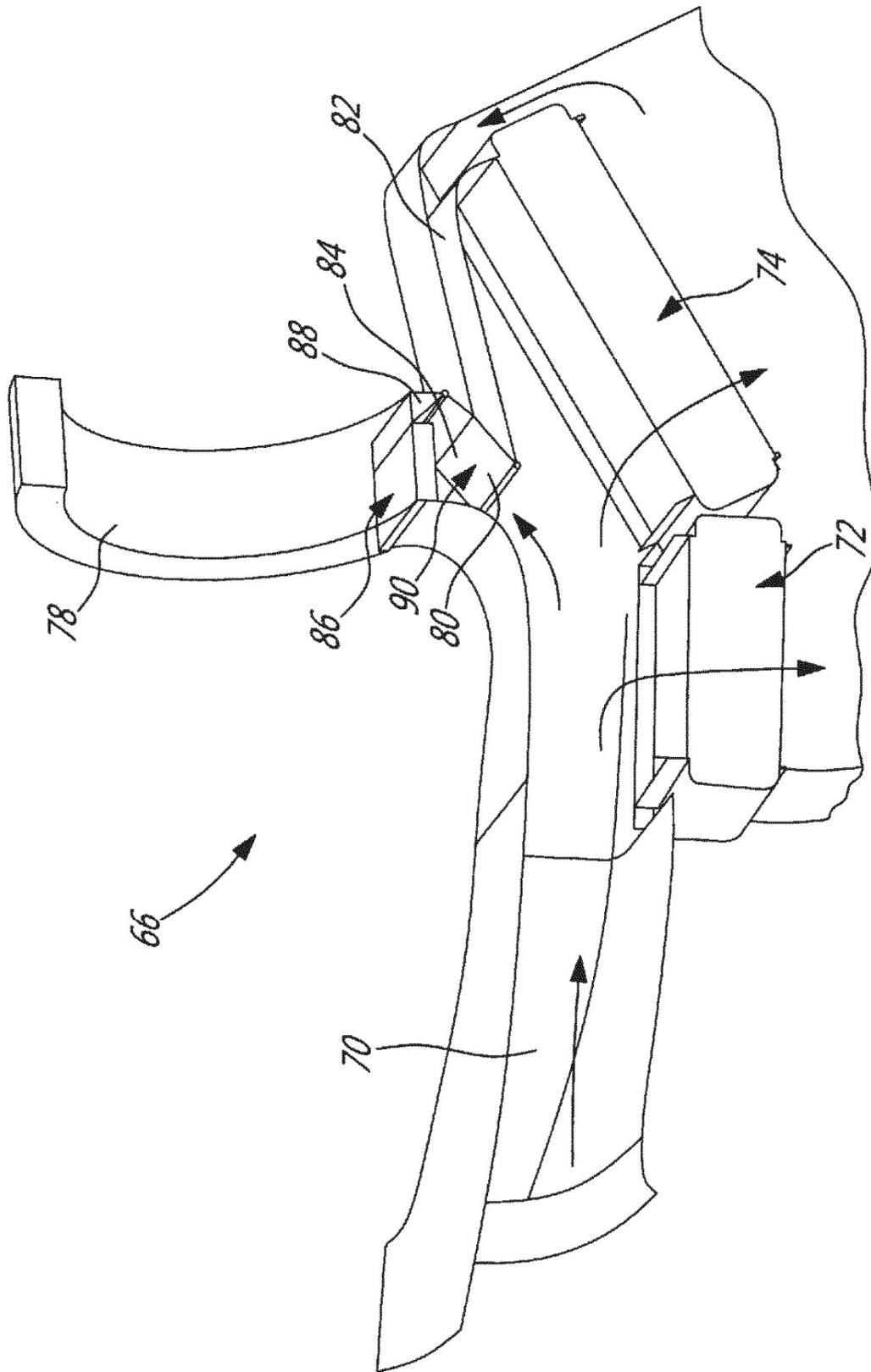
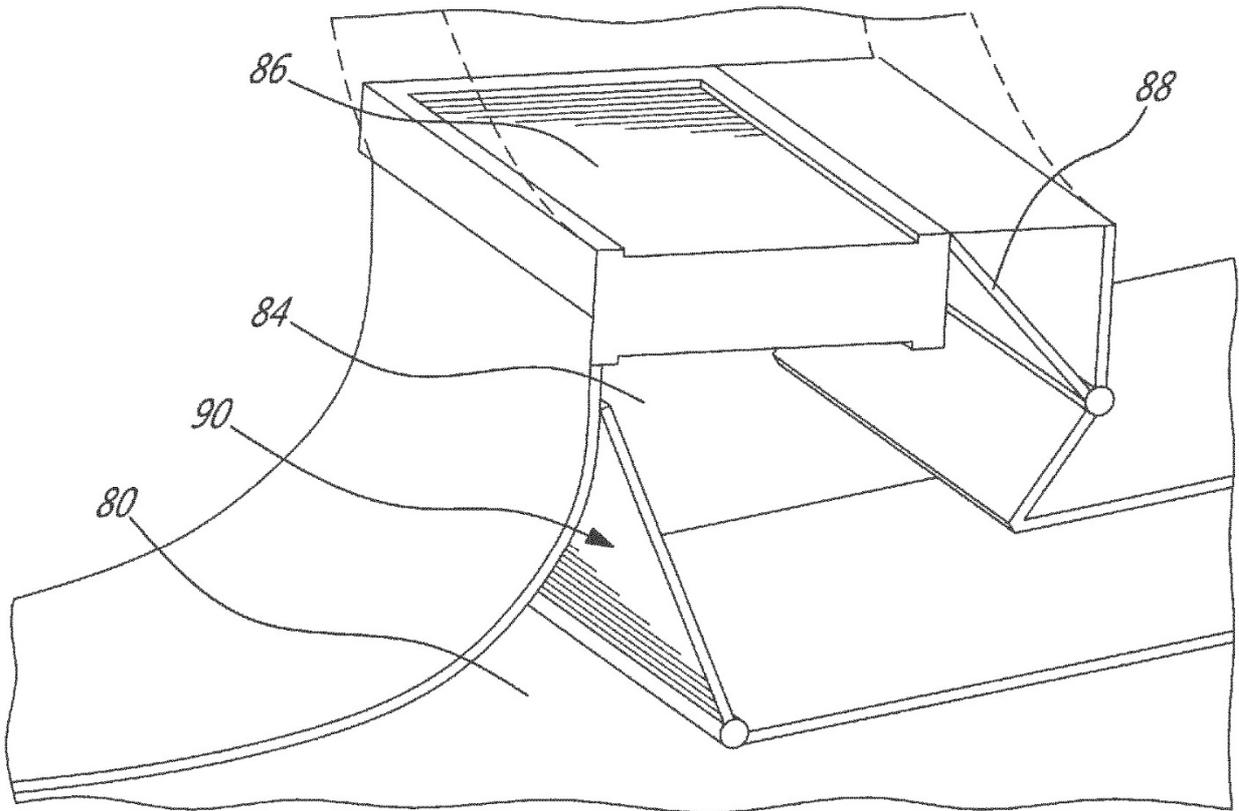


FIG-6A



**FIG. 6B**

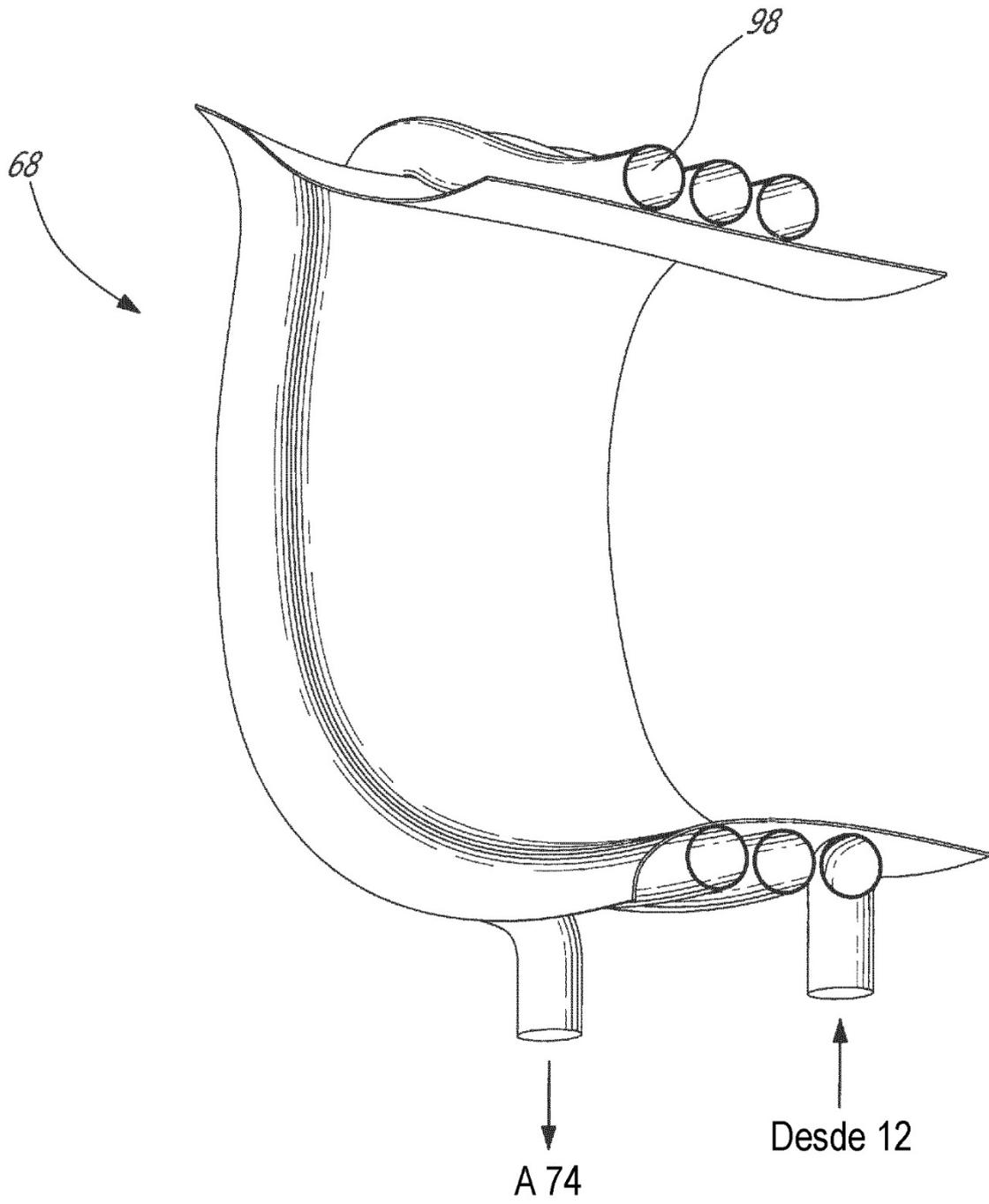


FIG-7