

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 727 198**

51 Int. Cl.:

**F01D 9/02** (2006.01)  
**F01C 1/22** (2006.01)  
**F01C 11/00** (2006.01)  
**F02C 6/12** (2006.01)  
**F01N 13/18** (2010.01)  
**F02C 5/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.01.2017 E 17153701 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.03.2019 EP 3199767**

54 Título: **Conjunto de motor con carcasa de soporte de turbina**

30 Prioridad:

**29.01.2016 US 201615010933**

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

**14.10.2019**

73 Titular/es:

**PRATT & WHITNEY CANADA CORP. (100.0%)  
1000 Marie-Victorin (01BE5)  
Longueuil, Québec J4G 1A1, CA**

72 Inventor/es:

**FONTAINE, MIKE;  
BOLDUC, SEBASTIEN y  
VILLENEUVE, BRUNO**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

**ES 2 727 198 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 con carcasa de soporte de turbina

5 CAMPO TÉCNICO

La solicitud se refiere en general a conjuntos de motor y, más en particular, a dichos conjuntos de motor que incluyen uno o más motores de combustión interna en comunicación fluida con una turbina.

10 ANTECEDENTES DE LA TÉCNICA

En los conjuntos de motor que incluyen motor o motores de combustión interna en comunicación fluida con una turbina, los tubos de escape y / o cualquier otra estructura de conductos que interconectan el motor o motores y la turbina para proporcionar dicha comunicación fluida pueden experimentar una expansión térmica significativa debido a la temperatura relativamente alta de los gases de escape que circulan a su través. Dicha expansión térmica puede crear cargas en el motor o motores y / o la estructura de la turbina. Además, la o las conexiones rígidas entre la turbina y el motor o motores forman trayectoria o trayectorias de carga para una serie de otras cargas debidas, por ejemplo, al desequilibrio del rotor, las maniobras de vuelo, el peso de los componentes, etc.

20 Se describen conjuntos de motor que tienen módulos de turbina con carcasas de turbina unidas al motor en los documentos WO 2011/113793 A1, WO 2013/109433 A1 y US 4 964 275 A. Se describe un conjunto de motor que tiene las características del preámbulo de la reivindicación 1 en el documento US 2013/0047605 A1. El documento US 2015/0275749 A1 describe un motor de ciclo compuesto que tiene un motor IC y un turbocompresor.

25 RESUMEN

De acuerdo con la invención, se proporciona un conjunto de motor tal como se expone en la reivindicación 1.

DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

30 A continuación se hace referencia a las figuras adjuntas en las que:

la fig. 1 es una representación esquemática de un conjunto de motor compuesto de acuerdo con una realización particular;

35 la fig. 2 es una vista esquemática 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;

la fig. 3 es una vista desde arriba esquemática de parte del conjunto de motor compuesto de la fig. 1, que incluye un módulo de turbina y parte de un módulo de caja de engranajes de acuerdo con una realización particular;

40 la fig. 4 es una vista esquemática en sección transversal del módulo de turbina y parte del módulo de caja de engranajes de la fig. 3, de acuerdo con una realización particular;

la fig. 5 es una vista tridimensional esquemática del módulo de turbina y parte del módulo de caja de engranajes de la fig. 3, con una carcasa de soporte del módulo de turbina que se muestra en una configuración en despiece ordenado;

la fig. 6 es una vista tridimensional esquemática de una voluta de admisión del módulo de turbina de la fig. 3; y

45 la fig. 7 es una vista esquemática en sección transversal de un tubo de escape que se extiende entre un tubo de admisión y un orificio de escape del conjunto de motor de la fig. 1, de acuerdo con una realización particular.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

50 Con referencia a la figura 1, se muestra esquemáticamente un conjunto de motor compuesto (10). El conjunto de motor compuesto (10) incluye un núcleo de motor (12') con uno o más motores de combustión interna (12). El motor o motores centrales (12) impulsan una carga común. En la realización mostrada, la carga común incluye un eje de salida (16) que puede estar conectado, por ejemplo, a un propulsor a través de una caja de engranajes de reducción (no mostrada) y en la que está acoplado cada motor central (12). Otras posibles cargas comunes pueden incluir, pero no se limitan a, uno o más compresores y / o rotores de ventilador, generador o generadores eléctricos, accesorios, mástil o mástiles de rotor, o cualquier otro tipo de carga o combinación de las mismas.

60 En una realización particular, el conjunto de motor compuesto (10) incluye también un turbocompresor que incluye un compresor (20) y una turbina de segunda etapa (22) que están acoplados de manera impulsora; en la realización mostrada están interconectados por un eje de turbina común (24). El compresor (20) y la turbina de segunda etapa (22) pueden ser, cada uno, un dispositivo de una sola etapa o un dispositivo de múltiples etapas con un solo eje o dividirse en múltiples ejes independientes en paralelo o en serie, y cada uno puede ser un dispositivo centrífugo o axial. El compresor (20) comprime el aire antes de que circule al motor o motores centrales (12) a través de un colector de admisión (18). El compresor (20) y la turbina de segunda etapa (22) pueden incluir, cada uno, uno o más rotores, con palas de flujo radial, axial o mixto.

65

En la realización mostrada, el eje de turbina (24) se extiende a lo largo de un eje diferente al del eje de salida (16), y paralelo al mismo; alternatively, el eje de turbina (24) puede extenderse transversalmente al eje de salida (16), o puede definirse coaxialmente con el eje de salida (16). El eje de turbina (24) y el eje de salida (16) están en acoplamiento de impulsión entre sí, a través de un módulo de caja de engranajes (14) que incluye cualquier tipo adecuado de transmisión o caja de engranajes, por ejemplo, un sistema de engranajes planetario, en estrella, desplazado o angular.

Alternativamente, se puede omitir el turbocompresor.

Cada motor central (12) proporciona un flujo de escape en forma de impulsos de escape. El flujo de escape de los motores centrales (12) se suministra a un compuesto o turbina de primera etapa (26) en comunicación fluida con los mismos. La turbina de primera etapa (26) podría ser una turbina de flujo axial, radial o mixto. Las palas de rotor (64) del rotor de la turbina de primera etapa (26) se extienden a través de una trayectoria de flujo anular (66). En la realización mostrada, el rotor de la turbina de primera etapa (26) es un rotor axial y la trayectoria de flujo (66) se extiende axialmente. En la realización mostrada, la turbina de primera etapa (26) está interconectada de manera impulsora con la turbina de segunda etapa (22) montándose en el mismo eje de turbina (24), y, por consiguiente, también se acopla de manera impulsora al eje de salida (16) a través del módulo de caja de engranajes (14). En una realización alternativa, las turbinas (26, 22) pueden girar independientemente, con la turbina (26) de primera etapa acoplada de manera impulsora al eje de salida (16), por ejemplo, a través del módulo de caja de engranajes (14), y la turbina (22) de la segunda etapa conectada de manera impulsora con el compresor (20).

La salida de la turbina de primera etapa (26) está en comunicación fluida con una entrada de la turbina de segunda etapa (22). La energía se extrae del gas de escape que sale de la turbina de primera etapa (26) por medio de la turbina de segunda etapa (22) para accionar el compresor (20) a través del eje de conexión (24). Las dos turbinas forman parte de un módulo de turbina (28), que se describirá con más detalle a continuación. En una realización particular, la turbina de segunda etapa (22) es una turbina de presión, también conocida como turbina de reacción, y la turbina de primera etapa (26) está configurada como una turbina de tipo velocidad, también conocida como una turbina de impulsión.

Una turbina de impulsión pura funciona cambiando la dirección del flujo sin acelerar el flujo dentro del rotor; el fluido se desvía sin una caída de presión significativa en las palas del rotor. Las palas de la turbina de impulsión pura están diseñadas de tal manera que, en un plano transversal perpendicular a la dirección del flujo, el área definida entre las palas es la misma en los bordes delanteros de las palas y en los bordes traseros de la pala: el área de flujo de la turbina es constante, y las palas suelen ser simétricas con respecto al 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 tal manera que, en un plano transversal perpendicular a la dirección del flujo, el área definida entre las palas es la misma en los bordes delanteros de las palas y en los bordes traseros de la pala: el área de flujo de la turbina se reduce a lo largo de la dirección de flujo, y las palas suelen ser simétricas con respecto al 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 actúan 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 del 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 se puede determinar usando la relación de reacción basada en la temperatura (ecuación 1) o la relación de reacción basada en la presión (ecuación 2), que normalmente tienen un valor cercano entre sí para una misma turbina:

$$(1) \text{Reacción}(T) = \frac{(T_{s3} - T_{s5})}{(T_{s0} - T_{s5})} \quad (2) \text{Reacción}(P) = \frac{(P_{s3} - P_{s5})}{(P_{s0} - P_{s5})}$$

donde T es la temperatura y P es la presión, s se refiere a un orificio estático y los números se refieren a la ubicación donde se mide la temperatura o la presión: 0 para la entrada de la paleta de la turbina (estator), 3 para la entrada del álabe 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 %).

Las turbinas aeronáuticas referidas como turbinas de impulsión tienen normalmente una relación de reacción de 0,25 (reacción del 25 %) o inferior, aunque también son posibles otros valores.

En una realización particular, la turbina de primera etapa (26) está configurada de manera que se aproveche de la energía cinética del flujo pulsante que sale del motor o motores centrales (12) mientras se estabiliza el flujo, y la turbina de segunda etapa (22) está configurada de manera que extrae energía de la presión residual en el flujo. Por

consiguiente, la turbina de primera etapa (26) tiene una relación de reacción más baja (es decir, de menor valor) que la de la turbina de segunda etapa (22).

5 En una realización particular, la turbina de segunda etapa (22) tiene una relación de reacción superior a 0,25; en otra realización particular, la turbina de segunda etapa (22) tiene una relación de reacción superior a 0,3; en otra realización particular, la turbina de segunda etapa (22) tiene una relación de reacción de aproximadamente 0,5; en otra realización particular, la turbina de segunda etapa (22) tiene una relación de reacción superior a 0,5.

10 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.

15 Debe entenderse que cualquiera de las relaciones de reacción mencionadas anteriormente para la turbina de segunda etapa (22) se puede combinar con cualquiera de las relaciones de reacción mencionadas anteriormente para la turbina de primera etapa (26) y que estas relaciones pueden basarse en la presión o basarse en la temperatura. También son posibles otros valores.

20 Aunque no se muestra, el aire puede circular opcionalmente a través de un intercooler entre el compresor (20) y el motor o motores centrales (12), y el conjunto de motor (10) incluye también un sistema de refrigeración, que incluye, por ejemplo, un sistema de circulación para un refrigerante (por ejemplo, agua-etileno, aceite, aire) para enfriar el alojamiento de cada motor central (12), un refrigerante de aceite para las partes mecánicas internas del motor o motores centrales (12), uno o más intercambiadores de calor de refrigerante, etc.

25 El o los inyectores de combustible de cada motor central (12), que en una realización particular son inyectores de combustible de conducto común, se comunican con una fuente (30) de combustible pesado (por ejemplo, diésel, queroseno (combustible de aviación), biocombustible equivalente), y suministran el combustible pesado al motor o motores centrales (12) de tal manera que la cámara de combustión esté estratificada con una rica mezcla de aire y combustible cerca de la fuente de ignición y una mezcla más pobre en otras partes.

30 En la realización mostrada, el conjunto de motor compuesto (10) incluye dos (2) motores centrales (12). En una realización particular, cada motor central (12) es un motor rotativo de combustión interna que tiene un rotor acoplado de forma estanca en un alojamiento respectivo, por ejemplo, un motor rotativo Wankel. Con referencia a la fig. 2, se muestra una realización de ejemplo de un motor Wankel; debe entenderse que la configuración del motor o motores centrales (12) usados en el conjunto de motor compuesto (10), por ejemplo, la ubicación de los orificios, el número y la ubicación de las juntas estancas, etc., puede variar con respecto a la de la realización mostrada. Además, debe entenderse que cada motor central (12) puede ser cualquier otro tipo de motor de combustión interna que incluye, pero no se limita a, cualquier otro tipo de motor rotativo y cualquier otro tipo de motor de combustión interna (por ejemplo, motor alternativo). Se pueden proporcionar más o menos motores centrales (12); como ejemplos no limitativos, en otras realizaciones particulares, el núcleo de motor (12') incluye un único motor Wankel, o cuatro (4) motores Wankel, o cualquier número adecuado de motores de combustión interna que tengan cualquier otra configuración adecuada (por ejemplo, motor alternativo).

45 Tal como se muestra en la fig. 2, cada motor Wankel comprende un alojamiento (32) 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).

50 El rotor (34) está acoplado a una parte excéntrica (42) del eje de salida (16) para realizar revoluciones orbitales dentro de la cavidad interna. El eje de salida (16) realiza tres rotaciones por cada revolución orbital del rotor (34). El eje geométrico (44) del rotor (34) está desplazado con respecto al eje (46) del alojamiento (32) y en paralelo al mismo. 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. La diferencia entre los volúmenes máximo y mínimo de cada cámara (40) durante las revoluciones del rotor (34) define un volumen de desplazamiento  $V_d$  del motor.

60 Se proporciona un orificio de admisión (48) a través de la pared periférica (38) para admitir sucesivamente aire comprimido desde el colector de admisión (18) en cada cámara de trabajo (40). También se proporciona un orificio 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) se proporcionan también los pasos (52) para una bujía de motor a reacción, una bujía de encendido u otro elemento de ignición, así como para uno o más inyectores de combustible (no mostrados). Alternativamente, el orificio de admisión (48), el orificio 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 definirse, por ejemplo, en una inserción (no mostrada) recibida en la pared periférica (38).

Para un funcionamiento eficiente, las cámaras de trabajo (40) están cerradas de manera estanca, por ejemplo por cierres estanco de vértice (56) cargados por resorte que se extienden desde el rotor (34) para acoplar la pared periférica (38), y cierres estanco (58) de cara o gas cargados con resorte y cierres estanco (60) de extremo o ángulo que se extienden desde el rotor (34) para acoplarse con las paredes de extremo (54). El rotor (34) también incluye al menos un anillo de estanqueidad de aceite (62) cargado por resorte contra la pared de extremo (54) alrededor del rodamiento para el rotor (34) en la parte excéntrica del eje (42).

Cada motor Wankel proporciona un flujo de escape en forma de un impulso de escape relativamente largo; por ejemplo, en una realización particular, cada motor Wankel tiene una explosión por cada 360° de rotación del eje de salida, con el puerto de escape que permanece abierto durante aproximadamente 270° de esa rotación.

En una realización particular que puede ser adecuada en particular, pero no exclusivamente para baja altitud, cada motor Wankel tiene una relación de expansión volumétrica de 5 a 9, y una relación de compresión volumétrica más baja que la relación de expansión volumétrica. La recuperación de energía de la turbina de primera etapa (26) se puede elevar al máximo teniendo las temperaturas de los gases de escape en el límite del material, y de este modo es adecuada para dichas relaciones de compresión volumétricas relativamente bajas, lo que puede ayudar a aumentar la densidad de energía del motor Wankel y también puede mejorar la combustión a alta velocidad y de combustible pesado.

Con referencia a la fig. 3, el módulo de turbina (28) incluye una carcasa de turbina (70) que contiene las turbinas (22, 26). La carcasa de turbina (70) es anular, y puede ser monolítica o alternativamente estar hecha de dos o más segmentos interconectados. El módulo de turbina (28) incluye además una carcasa de soporte (72) conectada rígidamente con la carcasa de turbina (70), a través de la cual la carcasa de turbina (70) está conectada con un resto del conjunto de motor (10), incluido el núcleo de motor (12'). En la realización mostrada, la carcasa de soporte (72) está conectada rígidamente con el módulo de caja de engranajes (14) (parte del cual se muestra en la fig. 3), y el núcleo de motor (12') también está conectado de manera rígida con el módulo de caja de engranajes (14) (ver fig. 1), por ejemplo con los alojamientos del motor. Por lo tanto, se define una trayectoria de carga entre la carcasa de turbina (70) y el núcleo de motor (12') a través de la carcasa de soporte (72) y el módulo de caja de engranajes (14). También son posibles configuraciones alternativas, que incluyen, pero no se limitan a, la carcasa de soporte (72) que está conectada directamente de forma rígida con el núcleo de motor (12').

En la presente memoria descriptiva y en las reivindicaciones, el término "rígido" o "rígidamente" tal como se aplica a una conexión pretende abarcar cualquier tipo de conexión que permita una transferencia de cargas entre los elementos conectados, lo que incluye, pero no se limita a, conexiones reversibles (por ejemplo, elementos de sujeción) que evitan o están diseñadas para evitar el movimiento relativo entre los elementos conectados, y conexiones permanentes (por ejemplo, soldadura, soldadura fuerte, ensamblaje monolítico de elementos, bridas sujetas con un acoplamiento de banda en V).

En una realización particular y como puede verse mejor en la fig. 4, la carcasa de soporte (72) dirige la alineación de los elementos estáticos del módulo de turbina (por ejemplo, colectores de compresor, álabes y alojamientos) en relación con el eje de turbina (24) y la rotación de los elementos rotatorios del módulo de turbina (28), estando el eje (24) y los elementos rotatorios soportados a través de los rodamientos (74, 74') y la estructura en el módulo de caja de engranajes (14). De este modo, la carcasa de soporte (72) también rodea a una parte del módulo de caja de engranajes (14) que confina el eje de turbina (24), incluyendo los rodamientos del eje trasero (74'), el sistema de alimentación de aceite y las cavidades y tubos de evacuación (76), y los cierres estancos de carbono (78). Una línea de puntos ilustra la separación entre los elementos que forman parte del módulo de turbina (28) (derecha) y los elementos que forman parte del módulo de caja de engranajes (14) (izquierda). De este modo el módulo de turbina (28) está libre de características del sistema de aceite, lo que en una realización particular facilita la eliminación del módulo de turbina (28) del conjunto de motor (10).

En una realización particular, la carcasa de soporte (72) forma la única conexión rígida entre la carcasa de turbina (70) y el resto del conjunto de motor (10).

Con referencia a la fig. 5, en una realización particular, la carcasa de soporte (72) es anular y está configurada como una carcasa dividida, con dos secciones interconectadas (72a, 72b) cada una de las cuales se extiende aproximadamente alrededor de la mitad de la circunferencia completa de la carcasa de soporte (72). Dicha configuración puede facilitar el ensamblaje de la carcasa de soporte (72) y de los elementos recibidos en la misma. También son posibles configuraciones alternativas, por ejemplo, que incluyen más de dos secciones, cada una de las cuales se extiende alrededor de su parte de circunferencia respectiva.

Como puede verse en las fig. 3 y 5, en la realización mostrada, una parte significativa de la carcasa de soporte (72) está formada por una pluralidad de nervaduras de interconexión (84), con aberturas transversales (86) definidas entre las adyacentes de las nervaduras (84) y entre las nervaduras (84) y la estructura adyacente de la carcasa de soporte

(72). Aunque se muestran aberturas triangulares (86), debe entenderse que se puede usar alternativamente cualquier otra forma apropiada. De este modo, parte de la carcasa de soporte (72) tiene una configuración similar a una jaula, de manera que las aberturas (86) permiten la ventilación de los elementos contenidos en la carcasa de soporte (72). En la realización mostrada, las aberturas (86) permiten la ventilación de los alojamientos de rodamientos, cierres estancos y / o cualquier otro elemento que requiera ventilación y ubicados en la parte del módulo de caja de engranajes (14) recibida en la carcasa de soporte (72). Una parte menor o mayor (por ejemplo, la totalidad) de la carcasa de soporte (72) puede tener las aberturas (86) definidas a su través, por ejemplo, dependiendo de los requisitos de enfriamiento de los elementos contenidos en la carcasa de soporte (72).

Con referencia de nuevo a la fig. 3, el módulo de turbina (28) incluye además una voluta de admisión (80) conectada al extremo aguas arriba de la carcasa de turbina (70) (por ejemplo, conectada rígidamente con la misma). La voluta de admisión (80) está contenida, al menos parcialmente, en la carcasa de soporte (72), pero no tiene ninguna conexión rígida directa con la misma, de manera que pueda moverse con respecto a la misma. En una realización particular, no se proporciona una conexión directa entre la voluta de admisión (80) y la carcasa de soporte (72); alternativamente, las dos pueden estar interconectadas directamente por una conexión flotante, es decir, una conexión que permite un movimiento relativo entre las mismas. Las aberturas (86) de la carcasa de soporte (72) permiten la ventilación de la voluta de admisión (80) recibida en la misma. La voluta de admisión (80) incluye un tubo de admisión (82) para cada orificio de escape (50) del núcleo de motor (12'). Cada tubo de admisión (82) está en comunicación fluida con una entrada de la turbina de primera etapa (26), es decir, con la trayectoria de flujo (66) (véanse las fig. 1 y 4) de la turbina de primera etapa (26), aguas arriba de sus palas de rotor (64). Un tubo de escape (68) respectivo proporciona una conexión de fluido entre cada orificio de escape (50) del núcleo de motor (12') y el tubo de admisión (82) respectivo.

Con referencia a la fig. 6, en una realización particular, la voluta de admisión (80) incluye un conducto anular (88). Cada tubo de admisión (82) se extiende alrededor de parte de una circunferencia del conducto (88), y se comunica con una cavidad interna (90) respectiva a través de un orificio de admisión (92) respectivo, con los orificios de admisión (92) y las cavidades internas (90) separados circunferencialmente. La voluta de admisión (80) incluye una brida (94) en su extremo aguas abajo, para unirse a la carcasa de turbina (70), por ejemplo, a través de una disposición circunferencial de elementos de sujeción recibidos a través de los agujeros (96) correspondientes en la brida (94) y en una brida correspondiente de la carcasa de turbina (70). Cuando se unen a la carcasa de turbina (70), las cavidades internas (90) se comunican con la trayectoria de flujo (66) de la turbina de primera etapa (26). En una realización particular, la voluta de admisión (80) es monolítica.

Con referencia a la fig. 7, en una realización particular, el área interna en sección transversal del conducto que dirige el flujo de escape a cada tubo de escape (68) y tubo de admisión (82) es constante, y esta área interna en sección transversal constante se corresponde con la del orificio de escape (50) del motor conectado con el tubo de escape (68). Alternativamente, el tubo de escape (68) y / o el tubo de admisión (82) pueden tener un área interna en sección transversal no constante, y / o un área interna en sección transversal diferente a la del orificio de escape (50) (por ejemplo, menor que la del orificio de escape (50) correspondiente).

El o los tubos de escape (68), el o los tubos de admisión (82) y el resto de la voluta de admisión (80) (por ejemplo, cavidades internas (90)) están configurados para dirigir los impulsos de escape hacia las palas (64) de la turbina de primera etapa (26) para permitir que los impulsos de escape accionen la rotación del rotor de la turbina de primera etapa (26). Los tubos de escape (68) se extienden independientemente unos de otros, y tienen una longitud relativamente pequeña, que en una realización particular permite minimizar la distancia entre el orificio de escape (50) y la turbina (26) para minimizar las pérdidas de presión de los impulsos de escape, y en consecuencia elevar al máximo la extracción de energía de la turbina de los impulsos de escape.

Cada tubo de escape (68) tiene un primer extremo acoplado de forma estanca con el orificio de escape (50) con una primera conexión (68a) y un segundo extremo acoplado de forma estanca con el tubo de admisión (82) con una segunda conexión (68b). El tubo de escape (68) puede moverse alrededor de al menos una de las conexiones (68a, 68b); en una realización particular, dicho movimiento evita que las cargas se transmitan entre el núcleo de motor (12') y la voluta de admisión (80) a través de los tubos de escape (68), por ejemplo, durante la expansión térmica de la voluta de admisión (80), los tubos de escape (68), el núcleo de motor (12) y / o el módulo de turbina (28). Uno o los dos extremos del tubo de escape (68) pueden moverse así con respecto al orificio de escape (50) o el tubo de admisión (82) que está conectado con el mismo, mientras que mantiene un cierre estanco en la conexión contra la pérdida de flujo de escape circundante.

En la realización mostrada, el tubo de escape (68) puede moverse alrededor de las dos conexiones (68a, 68b). Cada extremo del tubo de escape (68) incluye una superficie de apoyo esférica (98), definida como una superficie anular que se extiende alrededor del extremo y que tiene una sección transversal semicircular. La superficie de apoyo esférica (98) de cada extremo está en acoplamiento deslizante con una superficie de apoyo cilíndrica (100) del orificio de escape (50) o tubo de admisión (82) respectivo para formar las conexiones (68a, 68b). De este modo, cada conexión (68a, 68b) permite que el tubo de escape (68) gire alrededor de varios ejes que se extienden transversalmente al eje central  $C_E$  del tubo de escape (68); la posible amplitud de movimientos permite cambiar el ángulo entre el eje central  $C_E$  del tubo de escape (68) y el eje central  $C_I$  del tubo de admisión (82) adyacente a su conexión (68b) con el tubo de escape (68), así como el ángulo entre el eje central  $C_E$  del tubo de escape (68) y el eje central  $C_P$  del orificio de

escape (50) junto con su conexión (68a) con el tubo de escape (68). Un ejemplo de posible movimiento relativo se ilustra en una posición desplazada que se muestra en líneas de puntos en la fig. 7, donde un cambio en la posición del tubo de admisión (82) con respecto al orificio de escape (50) es compensado por un movimiento de giro del tubo de escape (68).

5 Con referencia de nuevo a la fig. 3, uno de entre los tubos de admisión y escape (82, 68) conectados se extiende a través de una abertura respectiva (86') definida en la carcasa de soporte (72). El tubo de admisión o escape (82, 68) se extiende de forma flotante a través de la abertura (86') respectiva, es decir, se puede mover libremente dentro de la abertura. En la realización mostrada, los tubos de admisión y escape (82, 68) están así conectados extendiéndose a través de la abertura de la carcasa de soporte (72), sin entrar en contacto con la carcasa de soporte (72) y sin ninguna conexión directa con la misma. Alternativamente, puede proporcionarse una conexión flotante que evita la transferencia de carga a los tubos de admisión y escape (82, 68). En la realización mostrada, los tubos de admisión (82) se extienden a través de la abertura (86') de la carcasa de soporte (72), de modo que la conexión (68b) entre cada tubo de admisión (82) y su tubo de escape (68) respectivo se encuentra fuera de la carcasa de soporte (72); los tubos de admisión (82) se extienden a través de las aberturas (86') en general de forma circunferencial, es decir, en un ángulo no nulo con respecto al eje de rotación (R) de los rotores de la turbina, y en espiral hacia el interior en dirección a la trayectoria de flujo de la turbina. También son posibles otras configuraciones.

20 Alternativamente, los tubos de escape (68) pueden penetrar en la carcasa de soporte (72) a través de las aberturas (86') correspondientes, de manera que la conexión (68b) entre cada tubo de admisión (82) y cada tubo de escape (68) está situada dentro de la carcasa de soporte (72); las aberturas (86') de la carcasa de soporte (72) y / o la conexión (68b) entre los tubos de admisión y escape (82), (68) están configuradas para evitar el contacto entre el tubo de escape (68) y la carcasa de soporte (72).

25 En una realización particular, la trayectoria de carga entre la carcasa de turbina (70) y el núcleo de motor (12') se define así conectando rígidamente la carcasa de turbina (70) con el módulo de caja de engranajes con al menos la carcasa de soporte (72), y haciendo circular el gas de escape desde cada puerto de escape (50) al colector de compresor de admisión (80) a través de los tubos (68, 82) que se extienden a través de la carcasa de soporte (72) sin entrar en contacto con la misma. La voluta de admisión (80) se excluye de la trayectoria de carga evitando la conexión directa de la voluta de admisión (80) con la carcasa de soporte (72) y permitiendo el movimiento relativo entre cada tubo de escape (68) y uno o los dos de entre el orificio de escape (50) y la voluta de admisión (80). Por lo tanto, la trayectoria de carga se puede definir independientemente de la voluta de admisión (80) y los tubos de escape (68) que experimentan una expansión térmica significativa durante el uso, lo que en una realización particular permite la reducción o minimización de las cargas en el conjunto (10) que podrían ser inducidas por dicha expansión térmica.

35 La descripción anterior pretende ser solo ilustrativa, y un experto en la técnica reconocerá que se pueden realizar cambios en las realizaciones descritas sin apartarse del alcance de la invención descrita. Por ejemplo, el o los tubos de escape 68, la voluta de admisión (80) y la carcasa de soporte (72) se pueden usar entre el núcleo de motor y una o más turbinas que no forman un conjunto compuesto con el núcleo de motor. La voluta de admisión (80) puede configurarse de manera que suministre gases de escape a una turbina radial. Otras modificaciones que se sitúen dentro del alcance de la presente invención serán evidentes para los expertos en la materia, a la luz de una revisión de la presente descripción, y se pretende que dichas modificaciones se encuentren dentro de las reivindicaciones adjuntas.

**REIVINDICACIONES**

1. Un conjunto de motor (10) que comprende:
  - 5 un núcleo de motor (12') que incluye un motor de combustión interna (12) que tiene un orificio de escape (50); un módulo de turbina (28) que incluye una carcasa de turbina (70) que contiene una turbina (22, 26), una carcasa de soporte (72) que conecta rígidamente la carcasa de la turbina (70) con al menos el núcleo de motor (12'), y una voluta de admisión (80) conectada con la carcasa de turbina (70), incluyendo la voluta de admisión (80) un tubo de admisión (82) en comunicación fluida con una entrada de la turbina (22, 26); y
  - 10 un tubo de escape (68) conectado con y que proporciona comunicación fluida entre el orificio de escape (50) y el tubo de admisión (82); donde la voluta de admisión (80) está conectada con la carcasa de turbina (70) sin ninguna conexión rígida directa con la carcasa de soporte (72); y el tubo de escape (68) se puede desplazar con respecto a al menos uno de entre el orificio de escape (50) y el tubo de admisión (82) en una conexión (68a, 68b) correspondiente con el mismo; **caracterizado porque:**
  - 15 uno de entre los tubos de escape y admisión (68, 82) se extiende de manera flotante a través de una abertura (86') correspondiente definida en la carcasa de soporte (72), de manera que uno de entre los tubos de escape y admisión (68, 82) tiene libertad para moverse dentro de la abertura (86') correspondiente.
- 20 2. El conjunto de motor de acuerdo con la reivindicación 1, donde el uno de entre los tubos de escape y admisión (68, 82) se extiende a través de la abertura (86') correspondiente en un ángulo no nulo con respecto a un eje de rotación (R) de la turbina (22, 26).
- 25 3. El conjunto de motor de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, donde el tubo de admisión (82) se extiende a través de la abertura (86') correspondiente, estando los tubos de admisión y escape (68, 82) conectados con el exterior de la carcasa de soporte (72).
- 30 4. El conjunto de motor de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde el tubo de escape (68) se puede desplazar con respecto a cada uno de entre el orificio de escape (50) y el tubo de admisión (82) alrededor de la conexión (68a, 68b) correspondiente.
- 35 5. El conjunto de motor de acuerdo con la reivindicación 4, donde los extremos primero y segundo del tubo de escape (68) incluyen superficies de apoyo esféricas (98) en acoplamiento deslizante con las superficies del orificio de escape (50) y del tubo de admisión (82) para formar las conexiones primera y segunda (68a, 68b), donde el tubo de escape (68) puede girar alrededor de cada una de las conexiones primera y segunda (68a, 68b) para cambiar un ángulo entre un eje central (C<sub>E</sub>) del tubo de escape (68) y los ejes centrales (C<sub>P</sub>, C<sub>I</sub>) del orificio de escape (50) y el tubo de admisión (82) respectivos.
- 40 6. El conjunto de motor de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde la carcasa de soporte (72) conecta rígidamente la carcasa de turbina (70) con un módulo de caja de engranajes (14) conectado rígidamente con el núcleo de motor (12'), con el módulo de caja de engranajes (14) acoplado de manera impulsora un eje rotatorio (16) del motor de combustión interna (12) con un eje rotatorio (24) de la turbina (22, 26).
- 45 7. El conjunto de motor de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde la voluta de admisión (80) incluye un conducto anular (88) que define una cavidad interna (90) respectiva que proporciona la comunicación fluida entre el tubo de admisión (82) y la entrada de la turbina (22, 26).
- 50 8. El conjunto de motor de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde la carcasa de soporte (72) es anular e incluye al menos dos secciones interconectadas (72a, 72b), extendiéndose cada sección (72a, 72b) alrededor de solo una parte de una circunferencia completa de la carcasa de soporte (72) anular.
- 55 9. El conjunto de motor de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde al menos una parte de la carcasa de soporte (72) está formada por una pluralidad de nervaduras de interconexión (84) con aberturas transversales (86, 86') definidas entre las adyacentes de las nervaduras (84).
- 60 10. El conjunto de motor de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde el motor de combustión interna (12) incluye un rotor (34) recibido de forma estanca y rotatoria dentro de una cavidad interna para proporcionar cámaras rotatorias (40) de volumen variable en la cavidad interna, teniendo el rotor (34) tres partes de vértice (36) que separan las cámaras rotatorias (40) y montadas para revoluciones excéntricas dentro de la cavidad interna, teniendo la cavidad interna una forma epitrocoide con dos lóbulos.
- 65 11. El conjunto de motor de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde: el núcleo de motor (12') incluye al menos un motor de combustión interna (12) en acoplamiento de impulsión con un eje de salida (16), incluyendo cada motor de combustión interna (12) un rotor (34) recibido de forma estanca y rotatoria dentro de una cavidad interna para proporcionar cámaras rotatorias de volumen variable (20) en la cavidad interna,

incluyendo cada motor de combustión interna (12) un orificio de escape (50) en comunicación fluida con la cavidad interna del mismo;

5 la turbina (22, 26) tiene un eje de turbina (24) en acoplamiento de impulsión con el eje de salida (16) a través de un módulo de caja de engranajes (14), conectando la carcasa de soporte (72) rígidamente la carcasa de turbina (70) con el módulo de caja de engranajes (14), extendiéndose el eje de turbina (24) dentro de la carcasa de soporte (72) e incluyendo la voluta de admisión (80) un tubo de admisión (82) respectivo para cada orificio de escape (50), con cada tubo de admisión (82) en comunicación fluida con la entrada de la turbina (22, 26);

10 se proporciona un tubo de escape (68) para cada orificio de escape (50), con cada tubo de escape (68) conectado con y proporcionando comunicación fluida entre el orificio de escape (50) respectivo y el tubo de admisión (82) respectivo, pudiendo desplazarse cada tubo de escape (68) con respecto a al menos uno de entre el orificio de escape (50) respectivo y el tubo de admisión (82) respectivo en una conexión (68a, 68b) correspondiente con el mismo;

15 donde uno de cada uno de entre los tubos de escape y admisión (68, 82) conectados se extiende a través de una abertura (86') correspondiente definida a través de la carcasa de soporte (72) sin ninguna conexión rígida directa con la carcasa de soporte (72).

12. El conjunto de motor de acuerdo con la reivindicación 11, donde la turbina (22, 26) tiene una relación de reacción basada en la presión de como máximo 0,25.

20 13. El conjunto de motor de acuerdo con la reivindicación 11 ó 12, donde la turbina es una primera turbina (26), conteniendo también la carcasa de turbina (70) una segunda turbina (22) que tiene una entrada en comunicación fluida con una salida de la primera turbina (26), teniendo la segunda turbina (22) una relación de reacción mayor que la de la primera turbina (26).

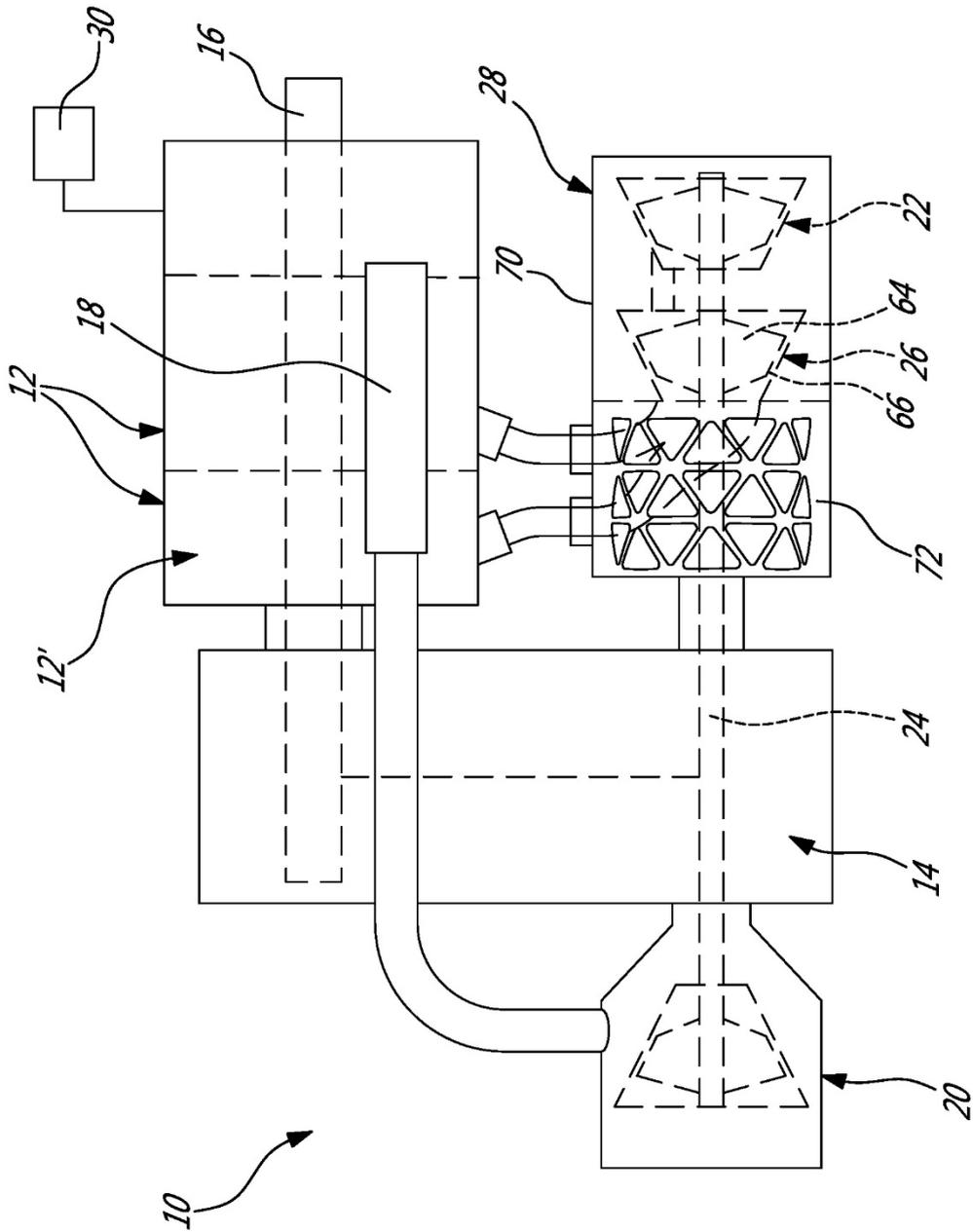


Fig-1

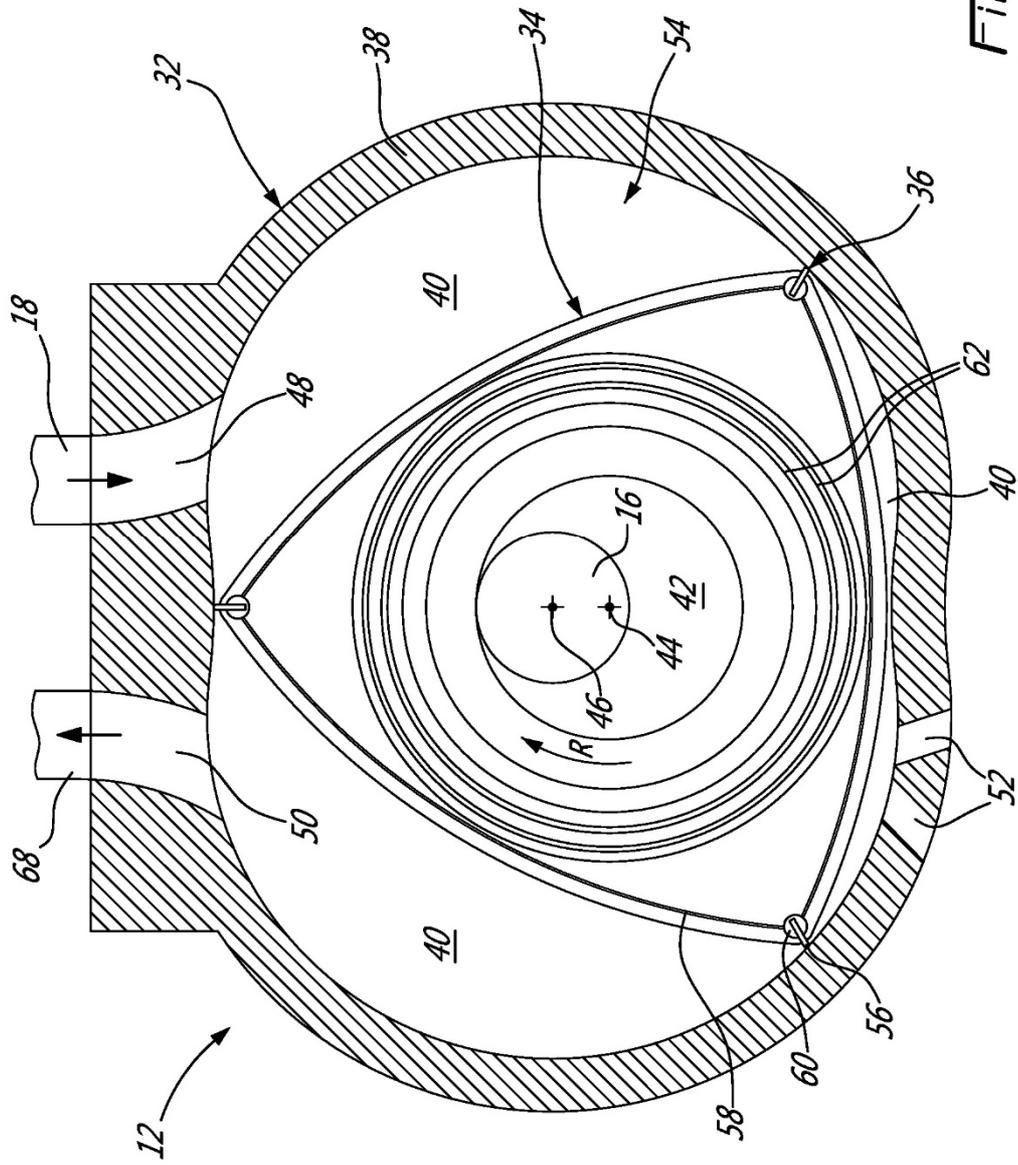


Fig-2

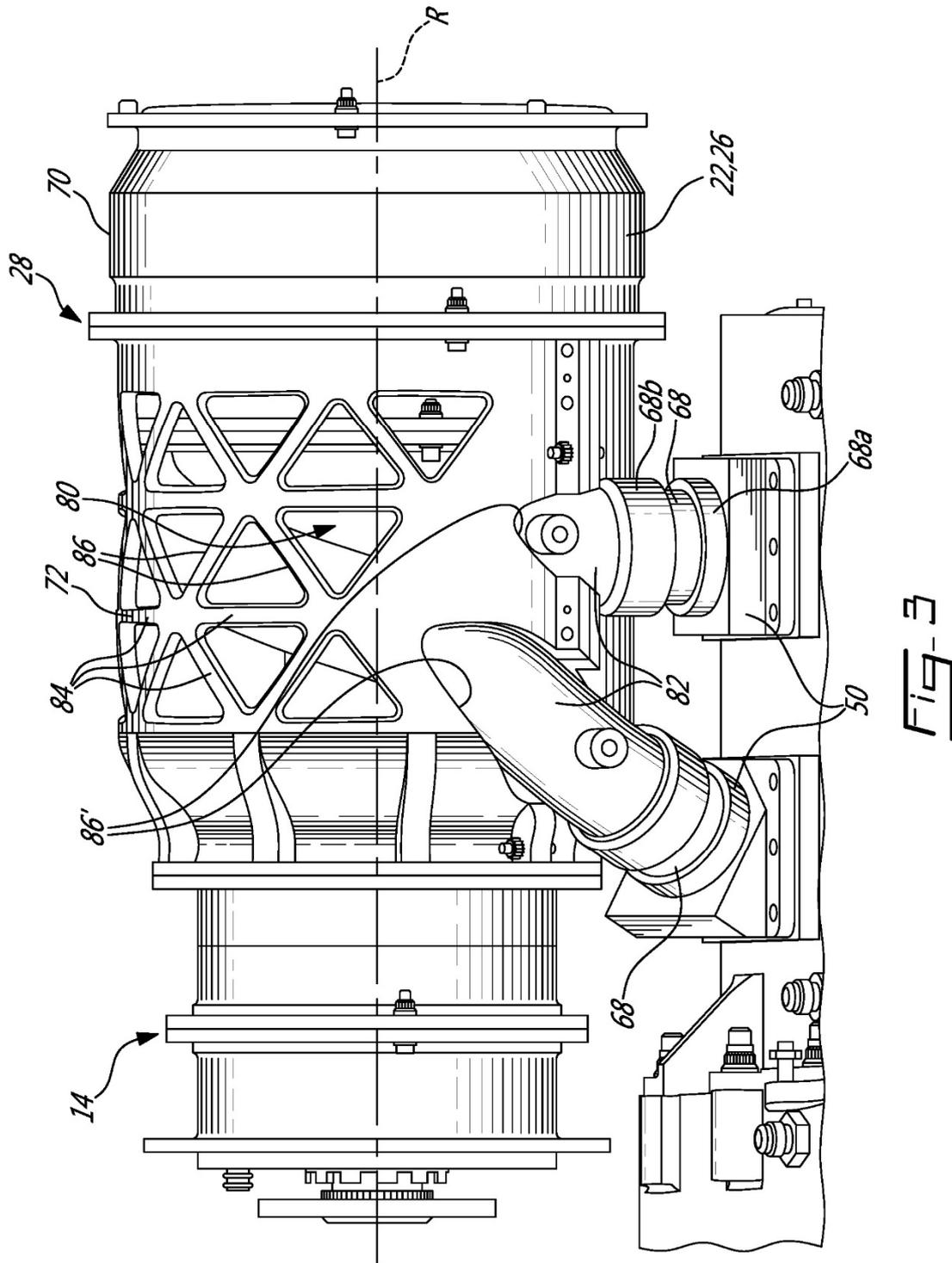


FIG-3

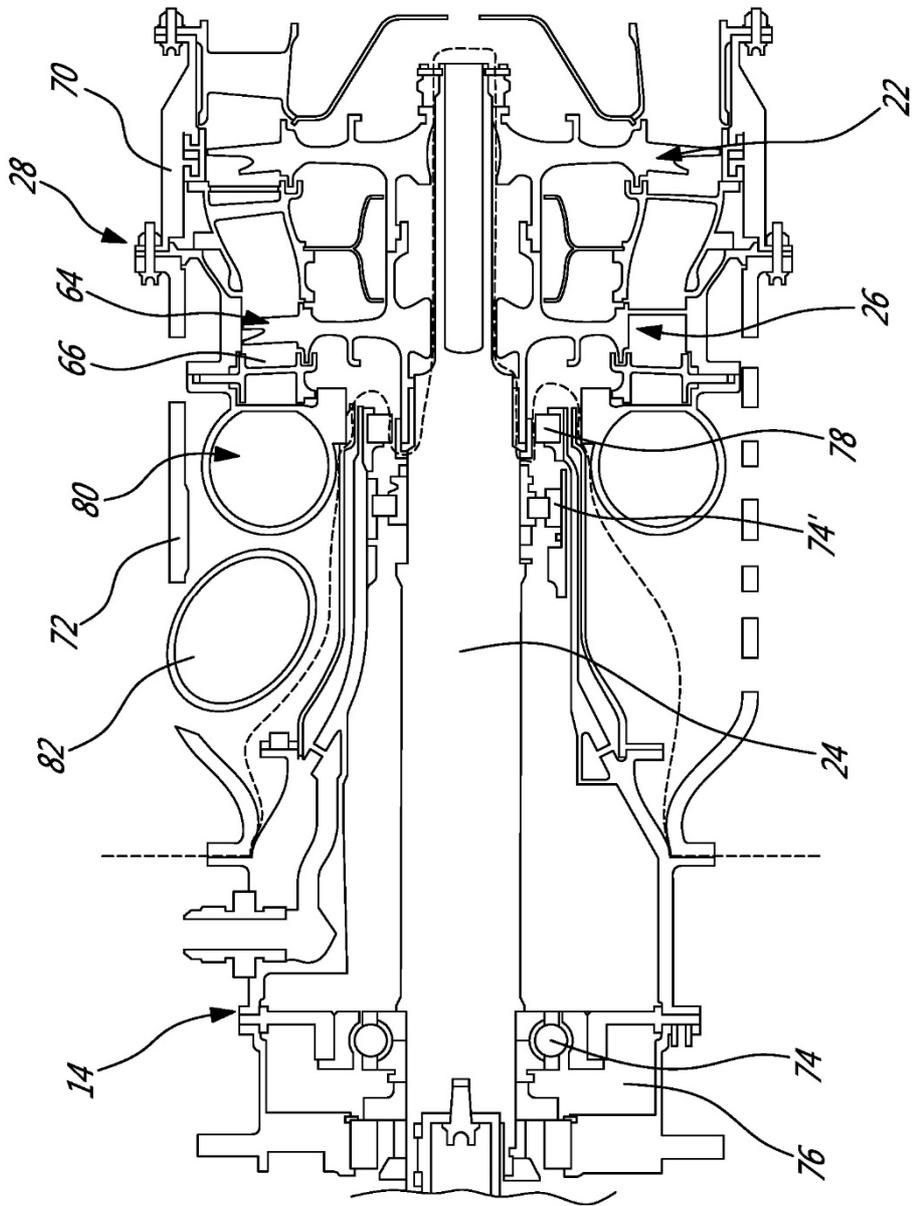


FIG-4

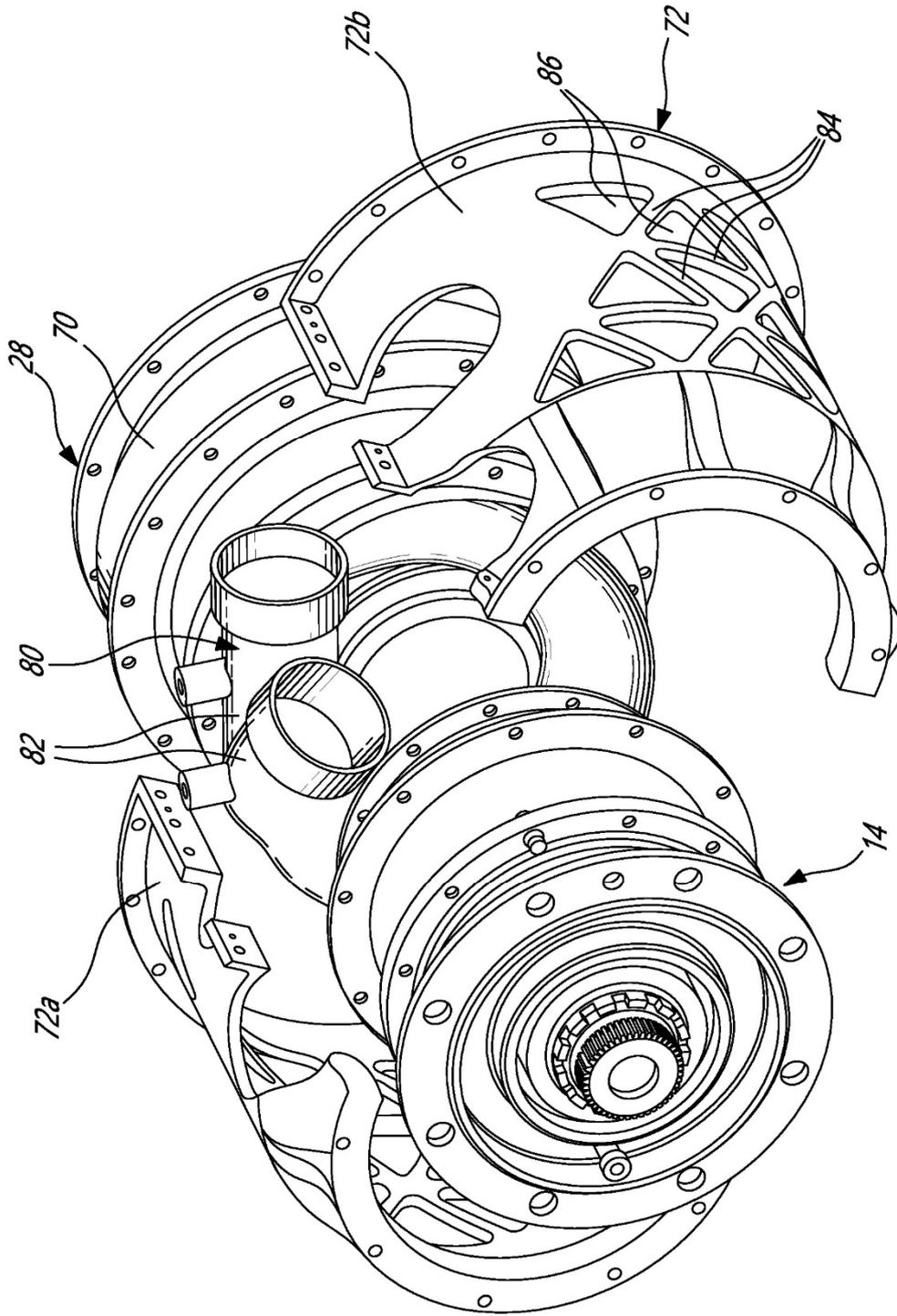


FIG-5

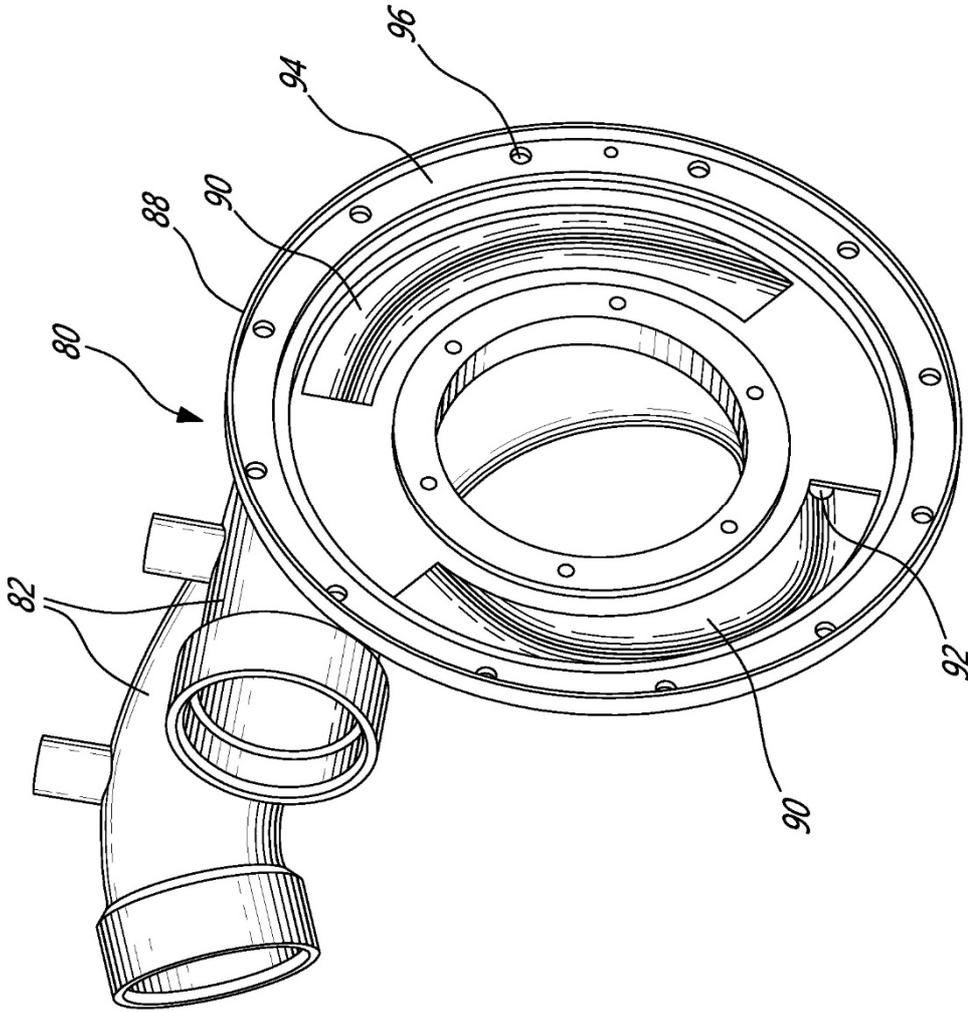


FIG. 6

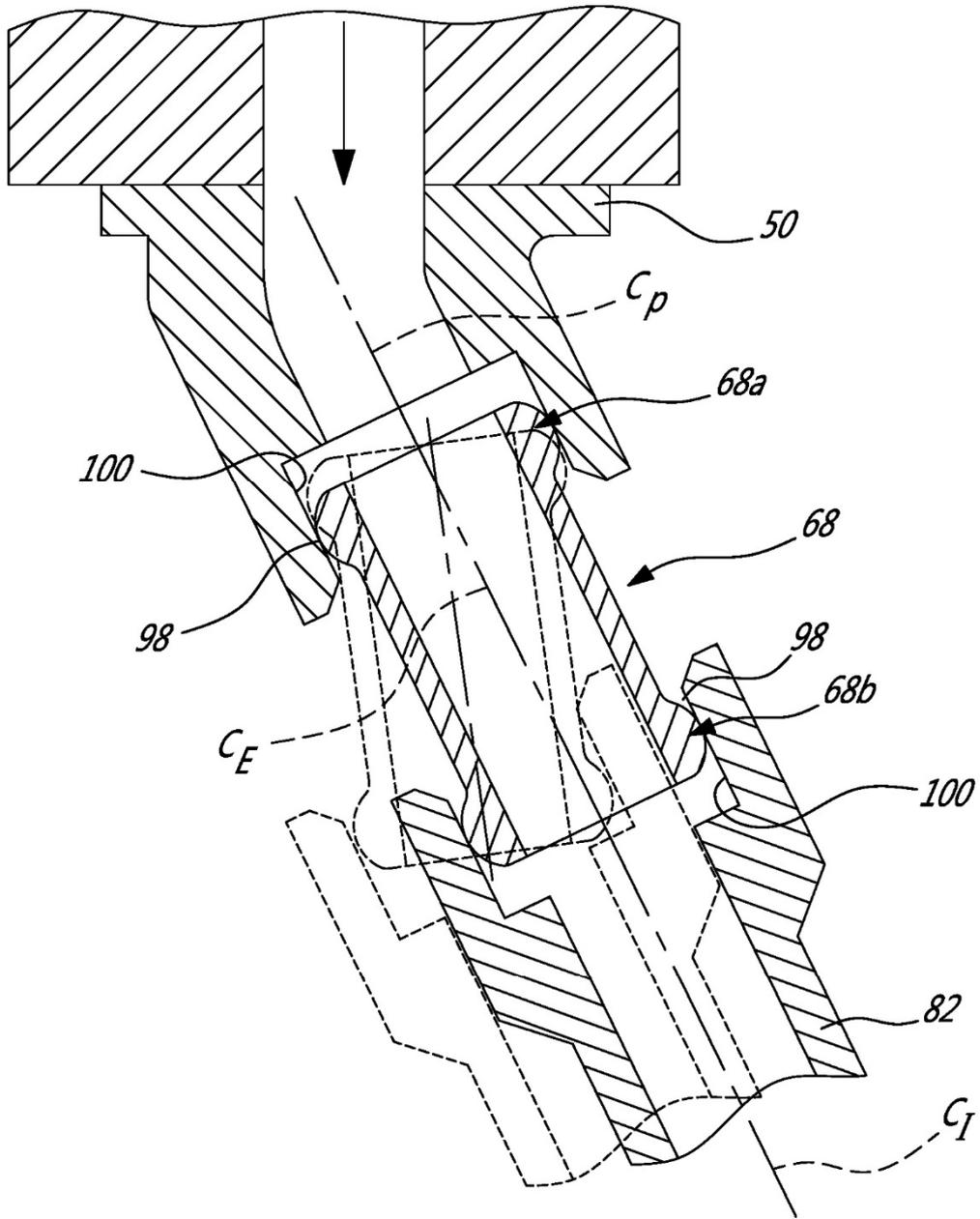


Fig. 7