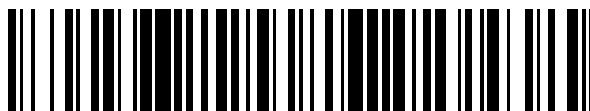


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 755 045**

51 Int. Cl.:

F02C 3/107 (2006.01)

F02C 7/36 (2006.01)

F02K 3/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.04.2014** **PCT/GB2014/051024**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.11.2014** **WO14177836**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.04.2014** **E 14716380 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.10.2019** **EP 2992198**

54 Título: **Máquina turbo de dos ejes**

30 Prioridad:

01.05.2013 GB 201307894

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
21.04.2020

73 Titular/es:

DERWENT AVIATION CONSULTING LTD (33.3%)
c/o Lifestyle Accounting Ltd, 58-60 Wetmore
Road
Burton on Trent, Staffordshire DE14 1SN, GB;
SPEAK, TREVOR H. (33.3%) y
SELICK, ROBERT J. (33.3%)

72 Inventor/es:

SPEAK, TREVOR H. y
SELICK, ROBERT J.

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 755 045 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

Máquina turbo de dos ejes

La presente divulgación se refiere a una máquina turbo.

En particular, la divulgación se refiere a un sistema de ventilador y de compresor de baja presión para una máquina turbo.

La maquinaria turbo, en particular motores de turbina de gas, pueden comprender, en serie, un ventilador, un compresor potenciador y un compresor de alta presión que suministra aire a presión a un núcleo de la maquinaria turbo, por ejemplo, una unidad de combustión, donde se queman combustible y aire y se expulsan a una serie de turbinas para accionar las unidades de ventilador y de compresor, además de proporcionar empuje. Dicha disposición se muestra en la Figura 1, que es un extracto de la patente US Nº 7624581.

En respuesta a la necesidad de una mayor eficiencia de combustible, se han producido motores de turbina de gas que tienen relaciones de derivación más altas y relaciones de presión global más altas. La próxima generación de motores continúa esta tendencia, lo que resulta en un mayor conflicto entre los parámetros de diseño óptimos para el ventilador y el motor central. A relaciones de derivación más altas, la relación de presión óptima del ventilador es relativamente baja, lo que resulta en una velocidad de rotación más baja y un mayor par del eje del ventilador. Las etapas potenciadoras acopladas al eje del ventilador giran más lentamente y requieren más etapas para conseguir la relación de presión deseada o requieren un mayor radio que afecta a la línea del cubo del ventilador y resulta en un mayor diámetro de la punta del ventilador con consecuencias adversas sobre el peso y la resistencia del motor. Para minimizar estos efectos, es deseable conseguir la relación de presión máxima en el motor central, pero esto requiere una tecnología aerodinámica muy avanzada, materiales resistentes a alta temperatura y una tecnología de enfriamiento avanzada para conseguir un diseño de núcleo compacto que pueda alojar el eje del ventilador de alto par.

Se han propuesto motores de ventilador con engranajes que abordan los problemas aerodinámicos del potenciador y el alto par del eje del ventilador, pero requieren que el tren de engranajes sea capaz de hacer frente a niveles muy altos de potencia del ventilador y del potenciador con las dificultades correspondientes para conseguir un peso, una fiabilidad, un coste y una gestión térmica del sistema de aceite satisfactorios.

Las disposiciones de ventiladores con engranajes proporcionan ventiladores accionados, por ejemplo, desde un eje de baja presión a través de una caja de engranajes, de manera que la velocidad de rotación de la turbina de baja presión sea mayor que la del ventilador, reduciendo el peso y reduciendo la carga aerodinámica de la turbina de baja presión. Dichas disposiciones pueden proporcionar relaciones de derivación más altas que los turboventiladores convencionales en el interior del mismo diámetro de góndola nominal. Los ventiladores con engranajes están configurados para transmitir una potencia muy alta a través de su caja de cambios, que por consiguiente debe tener un diseño sustancial, añadiendo de esta manera un peso y un coste considerables al motor, y compensando de esta manera la ventaja de la turbina de baja presión.

En un turboventilador de dos ejes, se conoce también la fijación de un compresor potenciador directamente al eje del ventilador, de manera que el potenciador gire a la misma velocidad que el ventilador. A relaciones de derivación más altas, la velocidad de las palas del potenciador es muy baja y puede requerir muchas etapas para conseguir la relación de presión requerida. Para conseguir una carga aerodinámica del potenciador aceptable en dicha configuración, pueden requerirse varias etapas potenciadoras, y cada etapa potenciadora debe conseguir una velocidad de palas suficiente, lo que requiere que el diámetro de cada etapa potenciadora sea relativamente grande. Ambas características de diseño aumentan el tamaño global del motor resultante, lo que resulta en un peso y una resistencia aerodinámica extra. El eje que acciona el ventilador y el potenciador debe dimensionarse también para hacer frente a la carga de par del potenciador y el ventilador, aumentando adicionalmente el peso y el tamaño de dichas variaciones de diseño.

Una disposición alternativa se describe en la patente US Nº 8209952, y se muestra en la Figura 2. Usando los números de referencia de la patente US Nº 8209952, una etapa 51 de ventilador está acoplada a una turbina 103 de baja presión mediante un eje 64 de baja presión. Se proporciona un potenciador 54 de velocidad intermedio, accionado por un tren 56 de engranajes epicíclico. El tren de engranajes epicíclico permite una rotación en sentido contrario de las etapas 54 de potenciador del compresor con relación a la etapa 51 de ventilador. Dicha configuración puede resultar en un menor número de etapas potenciadoras requeridas o un menor diámetro de la etapa potenciadora, pero, si se requieren relaciones de presión de potenciador más altas para ciclos termodinámicos del motor más avanzados, proporciona una carga adicional en el eje del ventilador, lo que requiere que el eje sea reforzado con material adicional para acomodar la carga y, por lo tanto, aumenta el peso total y afecta negativamente al diseño mecánico del motor de núcleo. Los compresores potenciadores que giran a una relación de engranaje fija con relación al ventilador adolecen de un mal ajuste aerodinámico en condiciones fuera de diseño y generalmente requieren purgar grandes cantidades de

aire al conducto de derivación en condiciones fuera de diseño para evitar sobrecargas. Esto reduce la eficiencia global del motor en estas condiciones fuera de diseño.

Por lo tanto, es altamente deseable un sistema que proporcione una mayor relación de compresión para el mismo diámetro de compresor potenciador y número de etapas potenciadoras que una disposición convencional, y que mantenga en el mínimo la carga sobre el eje de baja presión del motor. También es altamente deseable un sistema que accione el compresor potenciador a una velocidad de rotación que sea una función tanto de la velocidad del ventilador como de la velocidad del compresor de alta presión, particularmente si esa función puede optimizarse para que coincida con el rendimiento aerodinámico de los compresores.

El documento US2013/000323 (KUPRATIS) describe un ejemplo de la técnica relacionada.

Resumen

Según la presente invención, se proporciona un aparato tal como se establece en las reivindicaciones adjuntas. Otras características de la invención serán evidentes a partir de las reivindicaciones dependientes y de la descripción siguiente.

Por consiguiente, puede proporcionarse un sistema de ventilador y de compresor potenciador para una máquina turbo que comprende: un primer eje y un segundo eje; un ventilador que comprende una serie de palas acopladas al segundo eje; y un compresor potenciador que comprende una serie de palas del rotor del compresor; en el que el primer eje está acoplado a un primer miembro de entrada de una unidad de engranaje epicicloidal; el segundo eje está acoplado a un segundo miembro de entrada de la unidad de engranaje epicicloidal; y el compresor potenciador está acoplado a un miembro de salida de la unidad de engranaje epicicloidal, de manera que el compresor potenciador sea accionable tanto por el primer eje como por el segundo eje.

El miembro de salida de la unidad de engranaje epicicloidal puede proporcionarse como un portasatélites, en el que el portasatélites contiene la serie de engranajes satélites; el primer miembro de entrada de la unidad de engranaje epicicloidal es un engranaje anular radialmente hacia el exterior, y engranado de manera giratoria con, una serie de engranajes satélites; estando la serie de engranajes satélites radialmente hacia el exterior y engranados de manera giratoria con el segundo miembro de entrada; proporcionándose el segundo miembro de entrada de la unidad de engranaje epicicloidal como un engranaje central.

El miembro de salida de la unidad de engranaje epicicloidal puede ser un engranaje anular radialmente hacia el exterior, y engranado de manera giratoria con, una serie de engranajes satélites; el primer miembro de entrada de la unidad de engranaje epicicloidal se proporciona como un portasatélites, en el que el portasatélites contiene la serie de engranajes satélites; estando el conjunto de engranajes satélites radialmente hacia el exterior y engranados de manera giratoria con el segundo miembro de entrada; proporcionándose el segundo miembro de entrada de la unidad de engranaje epicicloidal como un engranaje central.

Los diámetros de los engranajes de la unidad de engranajes pueden proporcionarse de manera que, durante el uso, el compresor potenciador gire en la misma dirección que el ventilador y, en un intervalo predeterminado de velocidades de rotación de los ejes primero y segundo, el compresor potenciador gira más rápido que el ventilador.

La máquina turbo puede comprender una trayectoria de flujo del núcleo del motor, proporcionándose el compresor potenciador en, o aguas debajo de, una entrada de la trayectoria de flujo del núcleo del motor y el ventilador se proporciona aguas arriba del compresor potenciador.

La máquina turbo puede comprender además un conducto de derivación radialmente hacia el exterior de la trayectoria de flujo del núcleo del motor.

La máquina turbo puede comprender además una turbina de alta presión y una turbina de baja presión, estando acoplado el segundo eje a la turbina de alta presión y estando acoplado el primer eje a la turbina de baja presión.

El primer eje y el segundo eje pueden estar configurados, durante el uso, para girar en sentido contrario.

Puede proporcionarse un motor de turbina de gas que comprende un sistema de ventilador y de compresor potenciador según la presente divulgación.

De esta manera, se proporciona un sistema en el que el compresor potenciador es accionado tanto a una velocidad de rotación más alta que el ventilador, y a una velocidad que depende tanto de la velocidad del ventilador como de la velocidad del eje de alta presión. Esta configuración permite la generación de una alta relación de compresión mientras permite una menor longitud y un menor diámetro del potenciador y, por lo tanto, un diámetro global del motor más pequeño, un ajuste mejor aerodinámico entre los compresores potenciador y de alta presión, y que mantiene la carga en el eje de baja presión al mínimo en comparación con los dispositivos conocidos.

Breve descripción de los dibujos

Ejemplos de la presente divulgación se describirán con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La Figura 1 muestra una disposición de potenciador conocida para un motor de turbina de gas (tal como se describe en la patente US N° 7624581;

5 La Figura 2 es una disposición descrita en la patente US N° 8209952;

La Figura 3 es una representación esquemática de un motor de turbina de gas que tiene un ventilador y un sistema de compresor de baja presión según la presente divulgación;

La Figura 4 muestra una vista esquemática de una disposición de ventilador y de potenciador para una máquina turbo según la presente descripción;

10 La Figura 5 es una vista esquemática en sección transversal de una disposición de engranaje epicicloidal de la presente descripción; y

La Figura 6 es una vista en sección transversal esquemática alternativa de una disposición de engranaje epicicloidal de la presente descripción.

Descripción detallada

15 Para evitar dudas, los números de referencia usados con relación a las características de los ejemplos de la presente divulgación mostrados en las Figuras 3 a 6 no tienen relación con el sistema de numeración de las Figuras 1 y 2 de la técnica relacionada.

La Figura 3 y la Figura 4 muestran una máquina 10 turbo según la presente descripción, por ejemplo, un motor de turbina de gas. La turbina 10 de gas comprende un ventilador 12 aguas arriba de la trayectoria 14 de flujo del núcleo del motor, la trayectoria 14 de flujo del núcleo del motor está definida por un compresor 16 potenciador y un compresor 20 de alta presión adicionales separados a lo largo de un conducto 22 común. Cada uno de entre el ventilador 12, el compresor 16 potenciador y el compresor 20 de alta presión comprende al menos un anillo (es decir, una serie) de palas 12a, 16a, 20a, del rotor, respectivamente. El compresor 16 potenciador puede comprender además una serie o series de álabes del estator aguas arriba, aguas abajo y/o entre las etapas 16a, 20a del rotor. La trayectoria 14 de flujo del núcleo del motor tiene una entrada 24 aguas abajo del ventilador 12. El compresor 16 potenciador está provisto en la región de la entrada 24 (es decir, en o hacia abajo de la entrada 24), y está también aguas abajo del ventilador 12.

La máquina 10 turbo comprende además un conducto 26 de derivación radialmente hacia el exterior de la trayectoria 14 de flujo del núcleo del motor. El ventilador 12 abarca la entrada 24 y el conducto 26 de derivación, y es operable para suministrar aire a ambos.

30 Aguas abajo del compresor 20 de alta presión hay provista una cámara 30 de combustión, una turbina 32 de alta presión y una turbina 34 de baja presión. El ventilador 12 está acoplado a un primer eje 36 que a su vez está acoplado a la turbina 34 de baja presión. El compresor 20 de alta presión está acoplado a un segundo eje 38 que a su vez está acoplado a la turbina 32 de alta presión. El primer eje 36 y el segundo eje 38, durante el uso, pueden girar en sentido contrario. Es decir, durante el uso, el primer eje 36 y el segundo eje 38 giran en direcciones opuestas.

35 Hay provista también una unidad 40 de engranaje epicicloidal, ejemplos alternativos de la cual se muestran más detalladamente en la Figura 5 y la Figura 6. El primer eje 36 está acoplado a un primer miembro 42 de entrada de la unidad 40 de engranaje epicicloidal, el segundo eje 38 es acoplado a un segundo miembro 44 de entrada de la unidad 40 de engranaje epicicloidal y el compresor 16 potenciador está acoplado a un miembro 46 de salida de la unidad 40 de engranaje epicicloidal.

40 En un primer ejemplo mostrado en las Figuras 3 a 5, el miembro 46 de salida de la unidad 40 de engranaje epicicloidal es un engranaje 48 anular (o "anillo") situado radialmente hacia el exterior y engranado de manera giratoria con una serie 50 de engranajes satélites. El primer miembro 42 de entrada de la unidad 40 de engranaje epicicloidal se proporciona como un portasatélites 52, en el que el portasatélites 52 sostiene la serie 50 de engranajes satélites. La serie 50 de engranajes satélites está radialmente hacia el exterior y engranados de manera giratoria con el segundo miembro 44 de entrada. El segundo miembro 44 de entrada de la unidad 40 de engranaje epicicloidal se proporciona como un engranaje 54 central.

Es decir, en los ejemplos de las Figuras 3 a 5, el primer eje 36 (o "eje de baja presión") está acoplado al portasatélites 52, el segundo eje 38 (o "eje de alta presión") está acoplado al engranaje 54 central y el rotor del compresor 16 potenciador está acoplado al engranaje 48 anular. En la Figura 5 (y la Figura 6) la conexión entre los componentes anteriores se indica mediante la inclusión de los números de referencia del potenciador 16, el primer eje 36 y el

segundo eje 38 entre paréntesis junto a los números de referencia del portasatélites 52, el engranaje 48 anular y el engranaje 54 central, según corresponda. Por lo tanto, el compresor 16 potenciador está en acoplamiento giratorio y, durante el uso, es accionado por el primer eje 36 (baja presión) y el segundo eje 38 (alta presión), donde el primer eje 36 (baja presión) y el segundo eje 38 (alta presión), durante el uso, giran en direcciones opuestas uno con relación al otro. De esta manera, en la Figura 5, el ventilador 12 (acoplado al primer eje 36 o de baja presión) y el compresor 16 potenciador, están configurados para girar en la misma dirección durante el uso, y el compresor 20 de alta presión (acoplado al segundo eje 38 o de alta presión) está configurado para girar en una dirección opuesta al ventilador 12 y al compresor 16 potenciador durante el uso.

En un ejemplo alternativo mostrado en la Figura 6, el primer eje 36 (o "eje de baja presión") está acoplado al engranaje 48 anular, el segundo eje 38 (o "eje de alta presión") está acoplado al engranaje 54 central y el rotor del compresor 16 potenciador está acoplado al portasatélites 52. Por lo tanto, el compresor 16 potenciador está en un acoplamiento giratorio y, durante el uso, es accionado por el primer eje 36 (baja presión) y el segundo eje 38 (alta presión), donde el primer eje 36 (baja presión) y el segundo eje 38 (alta presión), durante el uso, giran en la misma dirección. De esta manera, el compresor 20 de alta presión (acoplado al segundo eje 38 o de alta presión) y el ventilador 12 (acoplado al primer eje 36 o de baja presión) y el compresor 16 potenciador están configurados para girar en la misma dirección durante el uso. Otros ejemplos del dispositivo de la presente divulgación pueden configurarse de manera que un compresor potenciador sea accionado por los ejes de baja presión y de alta presión a través de una disposición de engranaje diferencial.

Los diámetros del engranaje 42 central, los engranajes 44 satélites y el engranaje 48 anular de la unidad 40 de engranaje epicicloidal se proporcionan de manera que, durante el uso, el compresor 16 potenciador gire en la misma dirección que el ventilador 12 y, en un intervalo predeterminado de velocidades de rotación del primer eje 36 y del segundo eje 38, el compresor 16 potenciador gire más rápido que el ventilador 12 y más lento que el compresor de alta presión. Es decir, la velocidad de rotación del compresor potenciador es intermedia entre la velocidad del ventilador y la velocidad del compresor de alta presión. La velocidad actual del compresor potenciador es una función tanto de la velocidad del eje de baja presión como de la velocidad del eje de alta presión, combinada con las dimensiones geométricas de los engranajes en la disposición epicicloidal.

Por lo tanto, durante el funcionamiento del sistema de ventilador y de compresor de la presente divulgación, la disposición es tal que se suministra un par para accionar el compresor 16 potenciador desde el primer eje 36 (baja presión) y el segundo eje 38 (alta presión).

La proporción de par extraído desde cada eje 36, 38 permanece constante en todo el intervalo de funcionamiento del motor y viene dictada por los diámetros del engranaje 42 central, de los engranajes 44 satélites y del engranaje 48 anular de la unidad 40 de engranaje epicicloidal. Tanto la velocidad del compresor potenciador como el par distribuido entre el primer eje 36 (baja presión) y el segundo eje 38 (alta presión) pueden optimizarse para un diseño de motor particular cambiando los diámetros del engranaje 42 central, de los engranajes 44 satélites y del engranaje 48 anular de la unidad 40 de engranaje epicicloidal.

Aunque los ejemplos anteriores se describen con referencia a una unidad de engranaje epicicloidal, puede usarse cualquier unidad de engranaje diferencial apropiada como alternativa.

El dispositivo de la presente divulgación proporciona la ventaja de que el compresor potenciador puede alcanzar una velocidad de rotación más alta, lo que reduce el número de etapas de baja presión y/o de alta presión requeridas para conseguir la relación de alta presión deseada, lo que reduce de esta manera la longitud y el peso requeridos del motor. Además, no es necesario que el diámetro del compresor potenciador sea tan grande como para una disposición de potenciador convencional.

El dispositivo permite que la distribución del trabajo entre los ejes de baja presión y de alta presión se optimice de manera más flexible en el interior de las limitaciones de diseño mecánico y aerodinámico generales de los componentes.

El consiguiente menor diámetro del compresor potenciador permite que la forma del conducto entre el potenciador y el compresor de alta presión se haga más aerodinámica, reduciendo de esta manera la pérdida de presión en el conducto.

Puede mejorarse también la adaptación del motor fuera del diseño, reduciendo el consumo de combustible específico fuera del diseño. La velocidad del potenciador es una función de las velocidades del eje de baja presión y de alta presión y esta función puede optimizarse para una mejor adaptación de las velocidades del compresor en condiciones fuera de diseño.

El menor diámetro del compresor potenciador reduce también el diámetro del cubo del ventilador y, por lo tanto, reduce el diámetro de la punta del ventilador para un área de flujo determinada y, de esta manera, la resistencia aerodinámica del grupo motor cuando se usa en una aeronave.

- 5 La carga de torsión para el eje de baja presión se reduce, lo que permite un eje de menor diámetro y, de esta manera, discos de alta presión más ligeros.

El aumento del trabajo por cada etapa en el potenciador aumentará también la temperatura del aire aguas abajo de la primera o única etapa del rotor del potenciador y, por lo tanto, elimina la necesidad de sistemas anti-hielo de los estatores del compresor aguas abajo.

- 10 Además, debido a que el diámetro del potenciador se reduce, el ángulo de Hade en el interior del ventilador puede reducirse y, por lo tanto, el diámetro exterior en la salida del ventilador y el diámetro del conducto de derivación pueden ser menores que los de una disposición convencional. Esto permite una mayor reducción en el diámetro exterior y el peso de la góndola.

- 15 La mayor flexibilidad ofrecida por el dispositivo para optimizar el diseño del motor permite que el rendimiento deseado del motor se consiga usando tecnologías más convencionales contrastadas que reducirán el riesgo y el coste de desarrollo.

La invención no está restringida a los detalles de la realización o las realizaciones anteriores. El alcance de la invención está definido por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Máquina (10) turbo de dos ejes que comprende:

un sistema compresor;

un eje (36) de baja presión acoplado a una turbina (34) de baja presión; y

5 un eje (38) de alta presión acoplado a una turbina (32) de alta presión;

comprendiendo el sistema compresor:

un ventilador (12) accionado por la turbina (34) de baja presión a través del eje (36) de baja presión;

un compresor (16) potenciador; y

una unidad (40) de engranaje epicicloidal;

10 en la que:

el eje (36) de baja presión está acoplado a un primer miembro (42) de entrada de la unidad (40) de engranaje epicicloidal;

el eje (38) de alta presión está acoplado a un segundo miembro (44) de entrada de la unidad (40) de engranaje epicicloidal; y

15 el compresor (16) potenciador está acoplado a un miembro (46) de salida de la unidad (40) de engranaje epicicloidal;

caracterizada porque:

el compresor (16) potenciador puede ser accionado por el eje (36) de baja presión y el eje (38) de alta presión.

2. Máquina (10) turbo según la reivindicación 1, en la que:

20 el miembro (46) de salida de la unidad (40) de engranaje epicicloidal se proporciona como un portasatélites (52), en el que el portasatélites (52) contiene una serie (50) de engranajes satélites;

el primer miembro (42) de entrada de la unidad (40) de engranaje epicicloidal es un engranaje anular radialmente hacia el exterior, y engranado de manera giratoria con, la serie de engranajes (50) satélites;

25 la serie de engranajes (50) satélites está radialmente hacia el exterior y engranados de manera giratoria con el segundo miembro (44) de entrada;

el segundo miembro (44) de entrada de la unidad (40) de engranaje epicicloidal está provisto como un engranaje (54) central.

3. Máquina (10) turbo según la reivindicación 1, en la que:

30 el miembro (46) de salida de la unidad (40) de engranaje epicicloidal es un engranaje anular radialmente hacia el exterior, y engranado de manera giratoria con, una serie de engranajes (50) satélites;

el primer miembro (42) de entrada de la unidad (40) de engranaje epicicloidal se proporciona como un portasatélites (52), en el que el portasatélites (52) contiene la serie de engranajes (50) satélites;

la serie de engranajes (50) satélites está radialmente hacia el exterior y engranados de manera giratoria con el segundo miembro (44) de entrada;

35 el segundo miembro (44) de entrada de la unidad (40) de engranaje epicicloidal está provisto como un engranaje (54) central.

4. Máquina (10) turbo según se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la máquina (10) turbo comprende además una trayectoria (14) de flujo del núcleo del motor, estando provisto el compresor (16) potenciador en o aguas abajo de una entrada de la trayectoria (14) de flujo del núcleo del motor y el ventilador (12) está provisto aguas arriba del compresor (16) potenciador.

40

5. Máquina (10) turbo según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la máquina (10) turbo comprende además un conducto (26) de derivación radialmente hacia el exterior de la trayectoria (14) de flujo del núcleo del motor.
- 5 6. Máquina (10) turbo según una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5, en la que el eje (36) de baja presión y el eje (38) de alta presión están configurados, durante el uso, para girar en direcciones contrarias.
7. Motor de turbina de gas que comprende un ventilador (12) y una máquina (10) turbo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6.

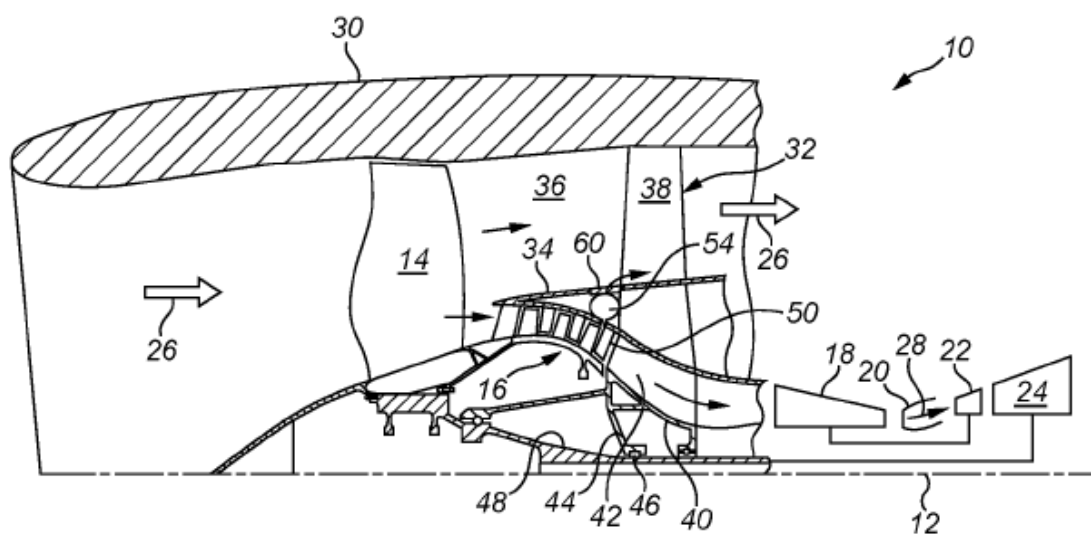


FIG. 1

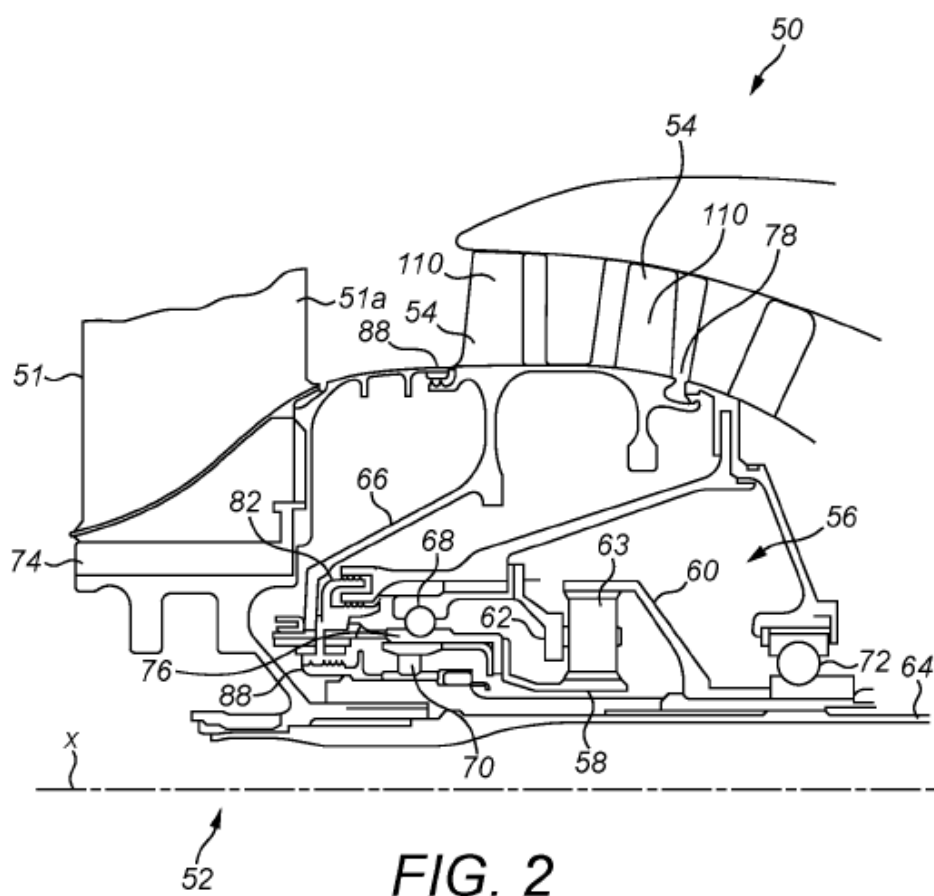


FIG. 2

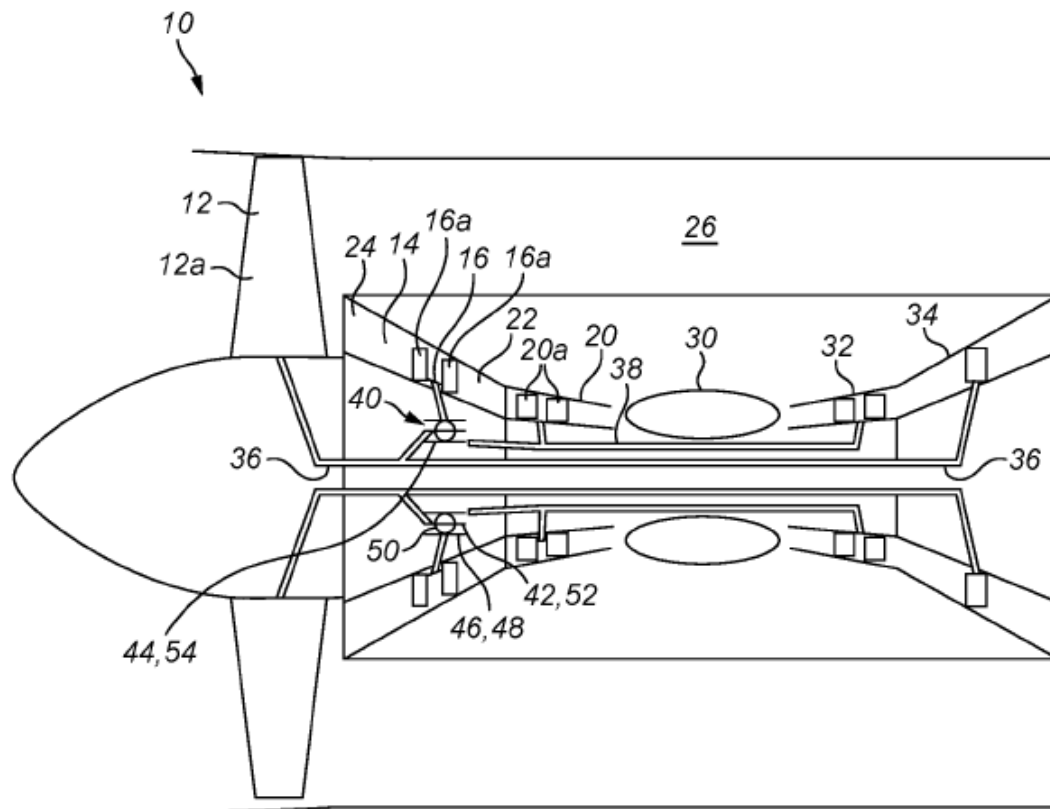


FIG. 3

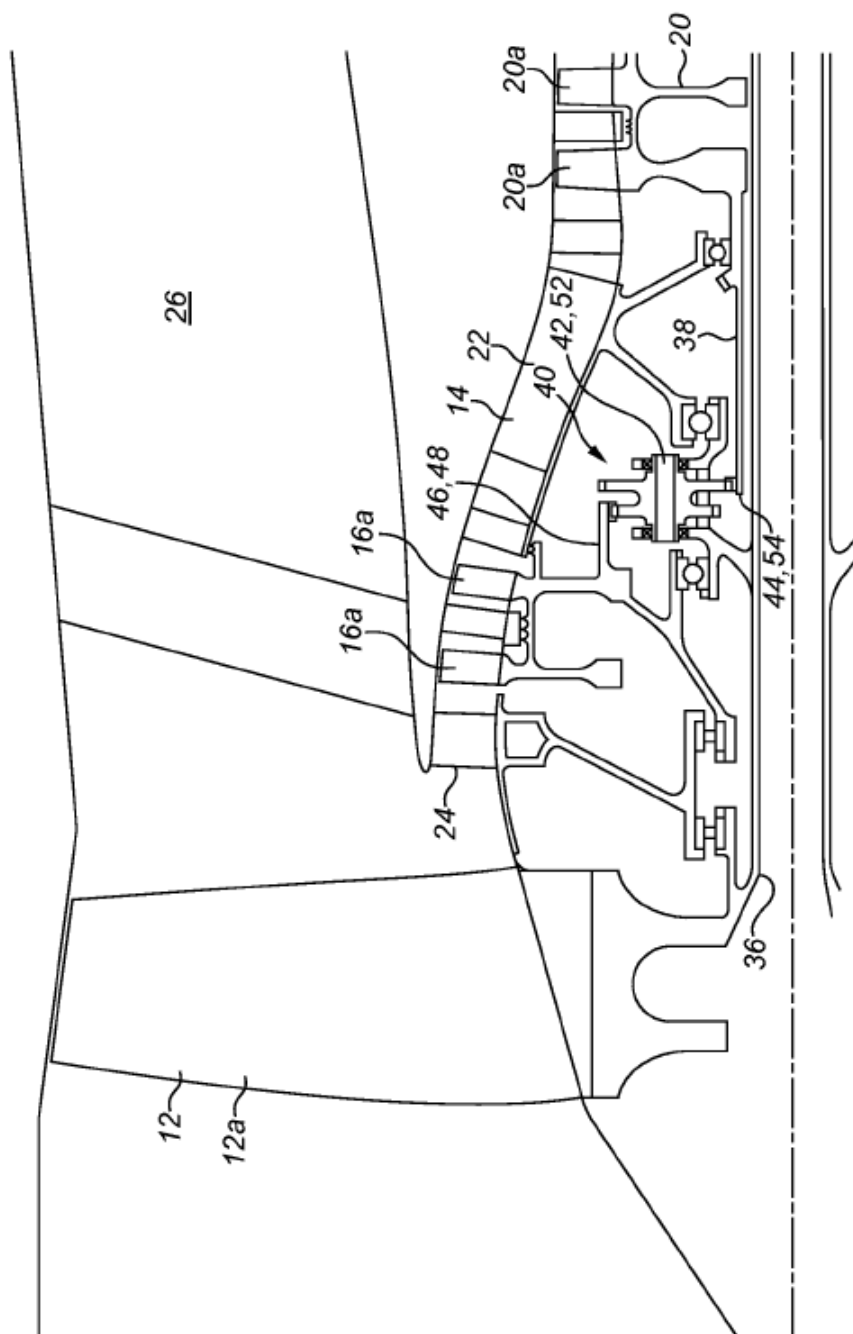


FIG. 4

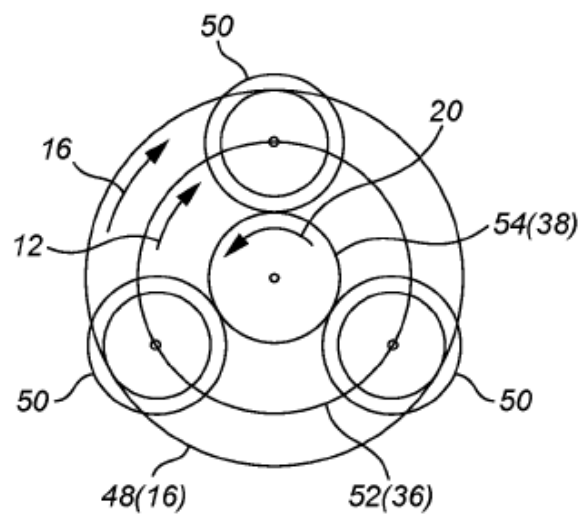


FIG. 5

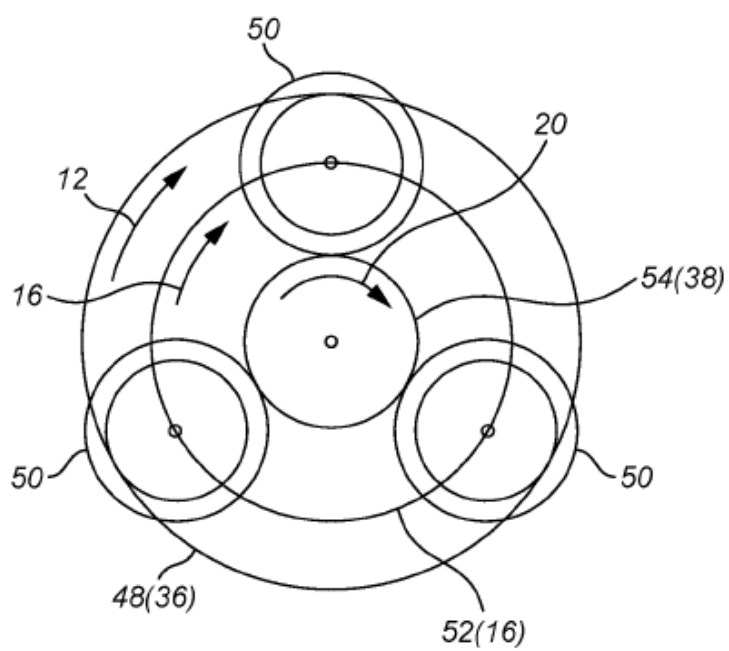


FIG. 6