

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 623 876**

51 Int. Cl.:

**F01D 25/30** (2006.01)

**F01N 1/02** (2006.01)

**F02C 7/24** (2006.01)

**F02K 1/82** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.02.2011 PCT/FR2011/050277**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.08.2011 WO11098729**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.02.2011 E 11708916 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.04.2017 EP 2534358**

54 Título: **Dispositivo de eyección de gases de un motor de turbina de gas y motor de turbina de gas**

30 Prioridad:

**12.02.2010 FR 1000592**

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

**12.07.2017**

73 Titular/es:

**SAFRAN HELICOPTER ENGINES (100.0%)  
B.P. 2  
64510 Bordes, FR**

72 Inventor/es:

**BOUTY, ERIC, JEAN-LOUIS;  
REGAUD, PIERRE-LUC y  
VALLON, ANTOINE, YVAN, ALEXANDRE**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

ES 2 623 876 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**

Dispositivo de eyección de gases de un motor de turbina de gas y motor de turbina de gas

La invención se refiere al campo de la reducción del ruido de un motor de turbina de gas.

5 Un motor de turbina de gas para una aeronave tal como un avión o un helicóptero generalmente comprende, de aguas arriba a aguas abajo en el sentido del flujo de los gases, una o varias etapas de compresores, una cámara de combustión, una o varias etapas de turbinas y un dispositivo de eyección de los gases tal como una tobera.

10 Un problema constante de los fabricantes de motores es la reducción del ruido, especialmente en interés del confort de los pasajeros y de los habitantes de las zonas que las aeronaves sobrevuelan. En particular, los helicópteros se desplazan en proximidad a las zonas pobladas, y el ruido emitido por sus toberas de escape determina una componente importante del ruido total que generan. La atenuación del ruido emitido por la tobera se puede obtener mediante la utilización de un revestimiento de atenuación acústica conformante de la pared interna de la tobera y, por lo tanto, de la envuelta externa de la vena de gas, véanse, por ejemplo, los documentos US 2988302, US 4244441.

15 Tal revestimiento puede incluir, por ejemplo, una chapa perforada que desemboca en una o varias cavidades de resonancia, determinando cada conjunto de una cavidad y de uno o varios orificios un resonador de Helmholtz. Las cavidades pueden ser, por ejemplo, de estructura del tipo de nidos de abeja o determinadas simplemente mediante tabiques transversales y/o longitudinales.

20 Tales revestimientos de atenuación o tratamiento acústico generalmente permiten la atenuación de las frecuencias sonoras llamadas medianas, por ejemplo comprendidas entre 2 y 5 kHz. Las frecuencias sonoras tratadas dependen especialmente de la profundidad de las cavidades de resonancia, las cuales, por tanto, se dimensionan al efecto.

25 Ahora bien, un motor de turbina de gas genera ruidos a diferentes frecuencias. En el caso de un motor de turbina de gas para helicóptero, generalmente se advierten picos de ruidos en un primer margen de (bajas) frecuencias, alrededor de 0,5 kHz, y en un segundo margen de (medianas) frecuencias, alrededor de 2 kHz. Si bien se puede dimensionar con bastante facilidad las cavidades de resonancia para atenuar los sonidos del segundo margen de frecuencias, en cambio, es bastante difícil, por motivos de restricciones de ocupación de espacio, atenuar los sonidos del primer margen de frecuencias, puesto que su atenuación llevaría consigo la utilización de cavidades demasiado profundas, a la vista del volumen disponible. Ahora bien, estos sonidos de bajas frecuencias son causantes de ruidos desagradables, en particular en el despegue del helicóptero.

30 El objetivo de la presente invención es proponer una tobera de motor de turbina de gas que permita una atenuación eficaz de varios márgenes de frecuencias, en particular de bajas y de medianas frecuencias.

La invención se aplica particularmente bien en la atenuación del ruido de tobera de un motor de turbina de gas de helicóptero. No obstante, la firma solicitante no pretende restringir el campo del alcance de sus derechos a esta sola aplicación, siendo la invención de más general aplicación en un dispositivo de eyección de gases de un motor de turbina de gas.

35 Así pues, la invención se refiere a un dispositivo de eyección de gases de un motor de turbina de gas que incluye una pared externa y una pared interna que entre sí delimitan una vena de flujo de los gases, determinando la pared interna un cuerpo central definitorio de una cavidad interna, estando la pared externa perforada y comunicando con al menos una cavidad externa de resonancia para la atenuación de ruido en un primer margen de frecuencias sonoras, incluyendo asimismo medios de establecimiento de comunicación fluida entre las cavidades externa e interna que se extienden a través de la vena de flujo de los gases, configurándose así la cavidad interna en cavidad de resonancia para la atenuación de ruido en un segundo margen de frecuencias sonoras. El dispositivo se caracteriza por el hecho de que los medios de establecimiento de comunicación fluida incluyen brazos radiales que asimismo cumplen una función de sujeción mecánica del cuerpo central.

40 Merced a la invención, es posible atenuar los ruidos de dos márgenes de frecuencias sonoras sin incremento de volumen de la o las cavidades situadas por el lado externo de la vena de gas. De este modo, a igualdad de ocupación de espacio, se pueden atenuar ruidos que en la técnica anterior no podían serlo. Por último, con la invención, las cavidades externa e interna determinan una cavidad resonante única con posibilidad de tratar varios márgenes de frecuencias sonoras.

45 De acuerdo con un modo preferido de realización, los brazos son huecos y abocan en la cavidad externa de resonancia en correspondencia con la pared externa y, en la cavidad interna de resonancia, en correspondencia con la pared interna.

50 De acuerdo con un modo preferido de realización, la pared interna incluye, por su lado interno, un revestimiento de atenuación acústica.

De acuerdo con un modo preferido de realización, el primer margen de frecuencias sonoras corresponde a frecuencias medianas, por ejemplo centradas alrededor de 2 kHz, y el segundo margen de frecuencias sonoras corresponde a frecuencias bajas, por ejemplo centradas alrededor de 0,5 kHz.

5 Se hace constar que, alternativamente, las cavidades externa e interna podrían atenuar un mismo margen de frecuencias sonoras (superponiéndose total o parcialmente los márgenes de frecuencias atenuados), siendo entonces el objetivo el de aumentar la eficiencia de la atenuación en este margen.

10 De acuerdo con un modo preferido de realización, la cavidad interna y/o la cavidad externa está(n) tabicada(s) para el ajuste de las frecuencias que atenúan. En otras palabras, la o las cavidades incluyen uno o varios tabiques; los volúmenes arbitrados entre los tabiques pueden ser idénticos o diferentes. Estos volúmenes están dimensionados en función de las frecuencias a las que se desea sintonizar el tratamiento acústico, de manera conocida para un experto en la materia.

De acuerdo con un modo de realización en este caso, los tabiques cumplen asimismo una función estructural.

De acuerdo con un modo preferido de realización, el dispositivo de eyección de gases es una tobera de eyección de gases de un motor de turbina de gas.

15 La invención aún se refiere a un motor de turbina de gas que incluye un dispositivo de eyección de gases tal y como el presentado anteriormente.

Se comprenderá mejor la invención con ayuda de la siguiente descripción del modo preferido de realización de la invención, con referencia a las láminas de dibujos que se acompañan, en las cuales:

20 la figura 1 representa una vista esquemática en sección de un motor de turbina de gas para helicóptero con una tobera conforme al modo preferido de realización de la invención;

la figura 2 es una vista en sección axial esquemática de la tobera del motor de la figura 1 y

la figura 3 es una vista de frente, desde el lado aguas abajo, de la tobera de la figura 2.

25 Con referencia a la figura 1, y de manera conocida, un motor de helicóptero de turbina de gas incluye un compresor 2 (en este caso concreto, centrífugo y de una sola etapa), alimentado con aire exterior por un canal anular 3 de entrada de aire, una cámara de combustión anular 4 (que, en este documento, es de corriente invertida), dotada de inyectores (no representados) que permiten su alimentación de combustible para la combustión de los gases comprimidos procedentes del compresor 2. Los gases quemados impulsan una primera turbina 5 (en este caso concreto, de una sola etapa), relacionada con el compresor 2 mediante un árbol 6 que los hace solidarios en su giro, y una segunda turbina 7, llamada de potencia (en este caso concreto, de una sola etapa), relacionada mediante 30 un árbol con un engranaje que permite una transferencia de energía mecánica desde la turbina de potencia 7 hacia un árbol de salida 9, por ejemplo unido a un rotor que impulsa unas palas del helicóptero.

A la salida de la turbina de potencia 7, el motor incluye un dispositivo de eyección de gases 10, en este caso concreto una tobera de eyección de gases 10, cuya función es la de guiar los gases de escape según una vena V de flujo de los gases o vena de gas V, desde aguas arriba hacia aguas abajo.

35 La tobera 10 (y, por tanto, sus paredes 11, 12) se extiende en su conjunto según un eje A. Salvo indicación en contra, las nociones de longitudinal, radial, transversal, interno y externo se utilizan, más adelante en la descripción, con referencia a este eje A.

40 La tobera 10 incluye una pared o carcasa externa 11 (de forma cilíndrica en su conjunto) y una pared o carcasa interna 12. La pared interna 12 es menos larga longitudinalmente que la pared externa 11, por lo que se extiende de cara a tan solo una parte aguas arriba de esta última. La pared externa 11 delimita la envuelta externa de la vena de gas V, en tanto que la pared interna 12 delimita la envuelta interna de la vena de gas V (en la correspondiente porción aguas arriba); en otras palabras, los gases fluyen entre las paredes interna 12 y externa 11. En ocasiones, en lo referente a la pared externa 11, se hace mención de difusor.

45 La pared interna 12 de la tobera 10 determina un cuerpo central 12 de la tobera 10. Este se materializa, en este caso concreto, en forma de una pared con simetría de revolución alrededor del eje A del turborreactor; el cuerpo central 12, en este caso concreto, es de forma troncocónica y está cerrado en su extremo aguas arriba 12a y en su extremo aguas abajo 12b (por correspondientes paredes, visibles en la figura 2). En ocasiones, un cuerpo central de tobera es designado por los expertos en la materia con su denominación en inglés "plug"; también lo designan 50 en ocasiones con la palabra "cono", ya que un cuerpo central es, muchas veces, de forma troncocónica en su conjunto. En lo que sigue, se hará mención indistintamente de pared interna 12 o de cuerpo central 12, por ser coincidentes estas dos nociones. El cuerpo central 12 define una cavidad interna C que se corresponde con su volumen interno.

La tobera 10 incluye, por lo demás, una cavidad externa 13, en este caso concreto de forma anular y que se extiende alrededor de una porción aguas arriba de la pared externa 11 de la tobera 10 situada, al menos en parte, de cara al cuerpo central 12. Esta cavidad externa 13 está delimitada por unas paredes aguas arriba 13a,

- 5 exterior 13b y aguas abajo 13c, así como, por el lado interior, por dicha porción aguas arriba de la pared externa 11. La pared externa 11 está perforada con una pluralidad de orificios 14 (representados de manera esquemática en la figura 1); estos orificios 14 cumplen una función de establecimiento de comunicación fluida de la vena de gas V con la cavidad de resonancia 13 para la atenuación de ruido y, al efecto, tienen salida a ambos lados de la pared interna 12; están distribuidos, por ejemplo, según una malla cuadrada, aunque es concebible cualquier tipo de distribución. La pared externa 11 está perforada, en este documento, en toda su superficie aguas arriba correspondiente a la cavidad externa 13. La cavidad externa 13 y la pared externa perforada 11 determinan un revestimiento de atenuación acústica R del tipo resonador de cuarto de onda. Este revestimiento R determina directamente, en este caso concreto, la envuelta externa de la tobera.
- 10 La tobera 10 incluye, por otro lado, unos brazos radiales 15 que en este caso concreto cumplen una función de sujeción mecánica del cuerpo central 12; estos brazos 15 se extienden entre la pared externa 11 y la pared interna 12 y están fijados a cada una de estas paredes 11, 12, por ejemplo por soldadura, o también por remachado. Los brazos radiales 15, en el presente documento, son en número de cuatro, equiangularmente repartidos, es decir, diametralmente opuestos dos a dos, hallándose los sucesivos brazos 15 distanciados 90°. Más generalmente, el número de brazos 15 está comprendido preferentemente entre 3 y 5, estando preferentemente repartidos los brazos equiangularmente.
- 15 Aparte de su función de sujeción mecánica del cuerpo central 12, los brazos 15 se establecen para poner la cavidad externa 13 y la cavidad interna C en comunicación fluida, para permitir que el sonido pase de una hacia la otra, permitiendo así que la cavidad interna C determine una cavidad de resonancia para la atenuación de los sonidos que por ella se propagan.
- 20 Más exactamente, los brazos 15 son huecos y abocan, por su lado externo, en la cavidad externa 13, por su lado interno, en la cavidad interna C. En este caso concreto, están completamente abiertos tanto por el lado externo 15a como por el lado interno 15b, es decir, están abiertos, en sus extremos radiales externo 15a e interno 15b, según toda su sección transversal a su dimensión radial.
- 25 De conformidad con otro modo de realización no representado, los brazos 15 tan solo están parcialmente abiertos en su extremo externo 15a y/o en su extremo interno 15b; por ejemplo, un brazo 15 puede incluir, en correspondencia con uno y/u otro de sus extremos externo 15a e interno 15b, una chapa perforada que separa físicamente el volumen interior del brazo 15 de la cavidad externa 13 y/o interna C, pero que, no obstante, habilita una comunicación fluida entre los volúmenes que se consideren. Esto permite, de ser deseable, afinar el tratamiento acústico mediante la capa resistiva así creada.
- 30 Cualquiera que sea el modo de realización, el sonido se propaga, a través de las perforaciones 14 de la pared externa 11, desde la vena de gas V al interior de la cavidad externa de resonancia 13, tal y como se ilustra esquemáticamente mediante las flechas 16. La profundidad de la cavidad externa 13 está dimensionada (tal como más adelante se explica) para permitir la atenuación de una primera banda de frecuencias sonoras, en este caso concreto, una banda de frecuencias medianas centrada alrededor de 2 a 2,5 kHz.
- 35 Merced a los brazos 15 de establecimiento de comunicación fluida entre las cavidades externa 13 e interna C, el sonido se propaga igualmente desde la cavidad externa 13 al interior de la cavidad interna C, tal y como se ilustra esquemáticamente mediante las flechas 17. Esto permite atenuar una segunda banda de frecuencias sonoras dentro de la cavidad de resonancia determinada por la cavidad interna C, por donde se propaga el sonido con origen en la cavidad externa 13 por mediación de los brazos radiales 15. Preferentemente, merced al volumen relativamente importante que el cuerpo central 12 puede definir para la cavidad interna C, esta última puede permitir la atenuación de un margen de bajas frecuencias, por ejemplo comprendidas entre 0,3 y 1 kHz.
- 40 La atenuación de dos márgenes de frecuencias se lleva a cabo sin utilización de un volumen suplementario para la tobera 10 con respecto a una tobera de la técnica anterior que hubiera incluido un cuerpo central y una cavidad externa semejante a la de la tobera 10; y es que el volumen suplementario utilizado para la atenuación acústica es el del cuerpo central 12 que se logra, merced a los brazos radiales 15, por mediación de la cavidad externa 13.
- 45 Los diferentes elementos constitutivos de la tobera 10 son preferentemente metálicos, por ejemplo conformados en acero basado en níquel o en titanio.
- 50 El ajuste de los márgenes de frecuencias tratados por la tobera 10 se lleva a cabo especialmente basándose en el volumen de las cavidades externa 13 e interna C.
- 55 De este modo, la sintonización en frecuencia del revestimiento externo de atenuación acústica R (es decir, la determinación de las frecuencias principales que atenúa) se lleva a cabo especialmente mediante el ajuste del volumen de la cavidad externa 13 y, más en particular, mediante el ajuste de su profundidad radial. En efecto, el revestimiento de atenuación acústica R funciona según el principio de un resonador llamado "de cuarto de onda", es decir, de un resonador cuya profundidad es igual a la cuarta parte de la longitud de onda de la frecuencia central de la banda de frecuencias que atenúa. De este modo, cuanto más altas frecuencias se deseen atenuar, menor deberá ser la profundidad radial de la cavidad 13. En cambio, cuanto más bajas frecuencias se deseen atenuar, mayor deberá ser la profundidad radial de la cavidad 13. Dependiendo de las frecuencias que se vayan a atenuar, la

5 cavidad 13, por otro lado, se puede compartimentar en una pluralidad de cavidades (pudiendo ser los tabiques divisorios longitudinales o transversales); por lo demás, en este caso, se puede utilizar una estructura del tipo en nidos de abeja; los tabiques divisorios pueden cumplir asimismo una función de sujeción mecánica. Por su parte, la longitud L o dimensión longitudinal L de la cavidad 13 actúa sobre el coeficiente o la eficiencia de la atenuación acústica resultante.

Por ejemplo, para atenuar una banda de frecuencias centrada en 2 kHz, se puede prever una cavidad única 13 de profundidad radial igual a 4 cm, presentando la pared externa 11 una porosidad (relación de la superficie combinada de los orificios 14 a la superficie total) comprendida preferentemente entre el 5 y el 10 %, por ejemplo igual al 8 %.

10 Igualmente, la sintonización en frecuencia del cuerpo central 12 se lleva a cabo mediante regulación de su volumen. Por lo tanto, su forma está adaptada a las mayores frecuencias que se desee atenuar, típicamente un margen de frecuencias centrado alrededor de 0,3 ó 0,5 kHz. También el volumen de los brazos radiales 15 participa en la atenuación acústica y puede ser tomado en cuenta. De conformidad con el modo de realización descrito, el cono tiene una dimensión longitudinal comprendida entre 11 y 23 cm y un radio comprendido entre 6 y 12 cm.

15 De acuerdo con un modo de realización no representado, la cavidad interna C y/o la cavidad externa 11 está(n) dividida(s) por al menos un tabique para el ajuste de las frecuencias del ruido que atenúan. Este o estos tabiques puede o pueden cumplir asimismo una función estructural de rigidizador(es).

20 De acuerdo con un modo de realización no representado, para mejorar aún más la atenuación acústica obtenida mediante el cuerpo central 12, este último incluye, por el lado interno de la pared interna 12, un revestimiento de atenuación acústica. Esto es particularmente ventajoso por cuanto que, al no estar directamente sometida la cavidad interna C a la corriente de gases de escape, es posible utilizar, para este revestimiento, materiales que tradicionalmente no son utilizables para el tratamiento de una pared externa de tobera, por incompatibles con las condiciones a las que se verían sometidos por los gases de escape.

25 El cuerpo central 12 se ha descrito de forma troncocónica. Se hace constar que, dependiendo del motor y de sus tensiones aerodinámicas, puede presentar otras formas con simetría de revolución (por ejemplo, una forma cilíndrica). Asimismo, puede no ser con simetría de revolución, por motivos de reducción del ruido del chorro de gas o de reducción de la firma infrarroja; el cuerpo central puede presentar, en este caso, una sección transversal de forma ondulada, rectangular o elíptica, por ejemplo. La presente invención es de aplicación en todas las formas de cuerpos centrales, en tanto puedan definir una cavidad de resonancia relacionada con la cavidad externa de la tobera por medios que se extienden a través de la vena de gas V.

30 Se hace constar, por otro lado, que el cuerpo central 12 puede, en ciertos motores de turbina de gas y, en particular, en los turborreactores para aviones, cumplir otra función, que es la de guiar la corriente de desgasificación del motor. En efecto, en ciertos motores se prevé, en el extremo aguas abajo de su árbol central, un orificio de desgasificación, por el que escapan diversos fluidos tales como vapor de aceite, ciertos gases de refrigeración, etc. Generalmente se alude como separador de aceite. En este caso, bien una tubería de guía de la corriente de desgasificación se extiende en el seno del cuerpo central hasta su extremo, para un guiado canalizado de la corriente de desgasificación, o bien no se prevé ninguna tubería, encargándose el cuerpo central, mediante su superficie interna, del guiado de la corriente de desgasificación. La desgasificación generalmente se lleva a cabo por aspiración, al ser la presión en el seno de la tubería o del cuerpo central inferior a la presión dentro del recinto del turborreactor. Esta función de guía de la corriente de desgasificación puede estar combinada con la función de cavidad de resonancia de la invención.

35 Se hace constar, por otro lado, que también se pueden prever cavidades de resonancia aguas abajo de la cavidad externa 13, para mejorar aún más la atenuación acústica.

También se hace constar que en la tobera puede estar previsto un eyector (que alimenta la tobera con una corriente de gas secundaria), no siendo incompatible con la invención la presencia de tal eyector.

45 En los motores donde hay necesidad, los brazos radiales 15 pueden permitir asimismo el paso de elementos de servicio tales como cables o arneses eléctricos, canalizaciones de transporte de fluido, etc.

La invención se ha presentado en relación con una tobera rectilínea según un eje A. De acuerdo con un modo de realización no representado, la tobera puede ser de forma curva, lo cual puede ser útil en la aplicación a un helicóptero; tal modo de realización no es incompatible con la invención.

50

**REIVINDICACIONES**

1. Dispositivo de eyección de gases de un motor de turbina de gas que incluye una pared externa (11) y una pared interna (12) que entre sí delimitan una vena (V) de flujo de los gases, determinando la pared interna (12) un cuerpo central (12) definitorio de una cavidad interna (C), estando la pared externa (11) perforada y comunicando con al menos una cavidad externa de resonancia (13) para la atenuación de ruido en un primer margen de frecuencias sonoras, incluyendo asimismo medios de establecimiento de comunicación fluida (15) entre las cavidades externa (13) e interna (C) que se extienden a través de la vena de flujo de los gases (V), configurándose así la cavidad interna (C) en cavidad de resonancia para la atenuación de ruido en un segundo margen de frecuencias sonoras, caracterizado por el hecho de que los medios de establecimiento de comunicación fluida (15) incluyen brazos radiales (15) que asimismo cumplen una función de sujeción mecánica del cuerpo central (12).  
5
2. Dispositivo de eyección de gases según la reivindicación 1, en el que los brazos (15) son huecos y abocan en la cavidad externa de resonancia (13) en correspondencia con la pared externa (11) y, en la cavidad interna de resonancia (C), en correspondencia con la pared interna (12).  
10
3. Dispositivo de eyección de gases según la reivindicación 1 ó 2, en el que la pared interna (12) incluye, por su lado interno, un revestimiento de atenuación acústica.  
15
4. Dispositivo de eyección de gases según una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el primer margen de frecuencias sonoras corresponde a frecuencias medianas, por ejemplo centradas alrededor de 2 kHz, y el segundo margen de frecuencias sonoras corresponde a frecuencias bajas, por ejemplo centradas alrededor de 0,5 kHz.
5. Dispositivo de eyección de gases según una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la cavidad interna (C) y/o la cavidad externa (11) incluyen al menos un tabique para el ajuste de las frecuencias del ruido que atenúan.  
20
6. Dispositivo de eyección de gases según la reivindicación 5, en el que el tabique (7) cumple asimismo una función estructural.
7. Dispositivo de eyección de gases según una de las reivindicaciones 1 a 6, que es una tobera de eyección de gases de un motor de turbina de gas.
8. Motor de turbina de gas que incluye un dispositivo de eyección de gases según una de las reivindicaciones 1 a 7.  
25

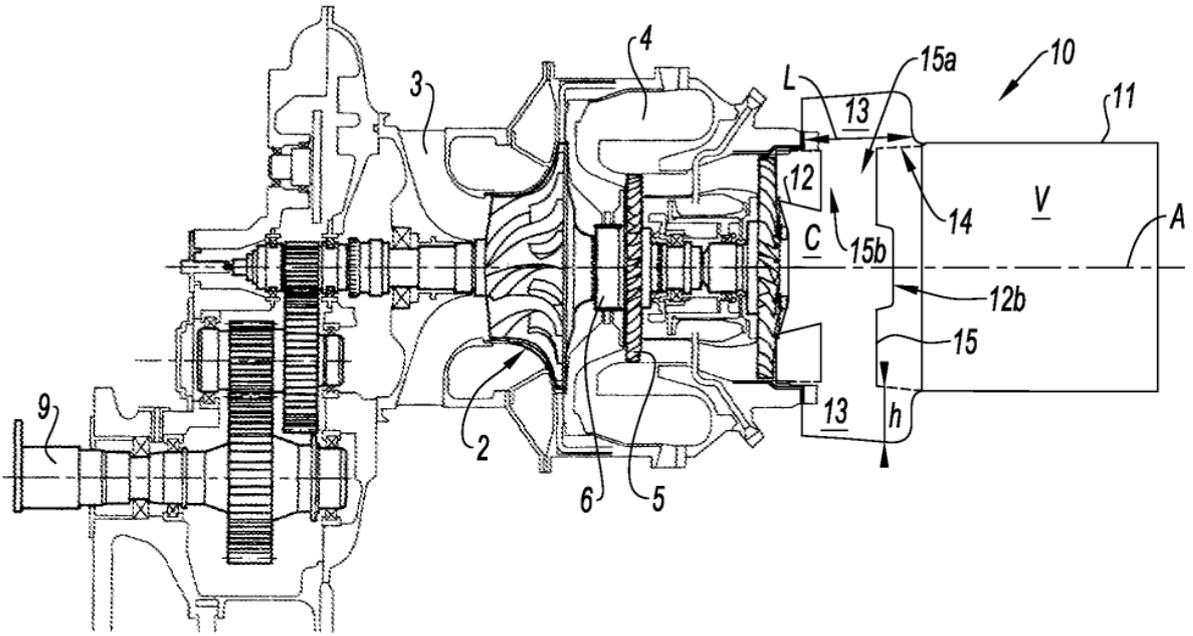


Fig. 1

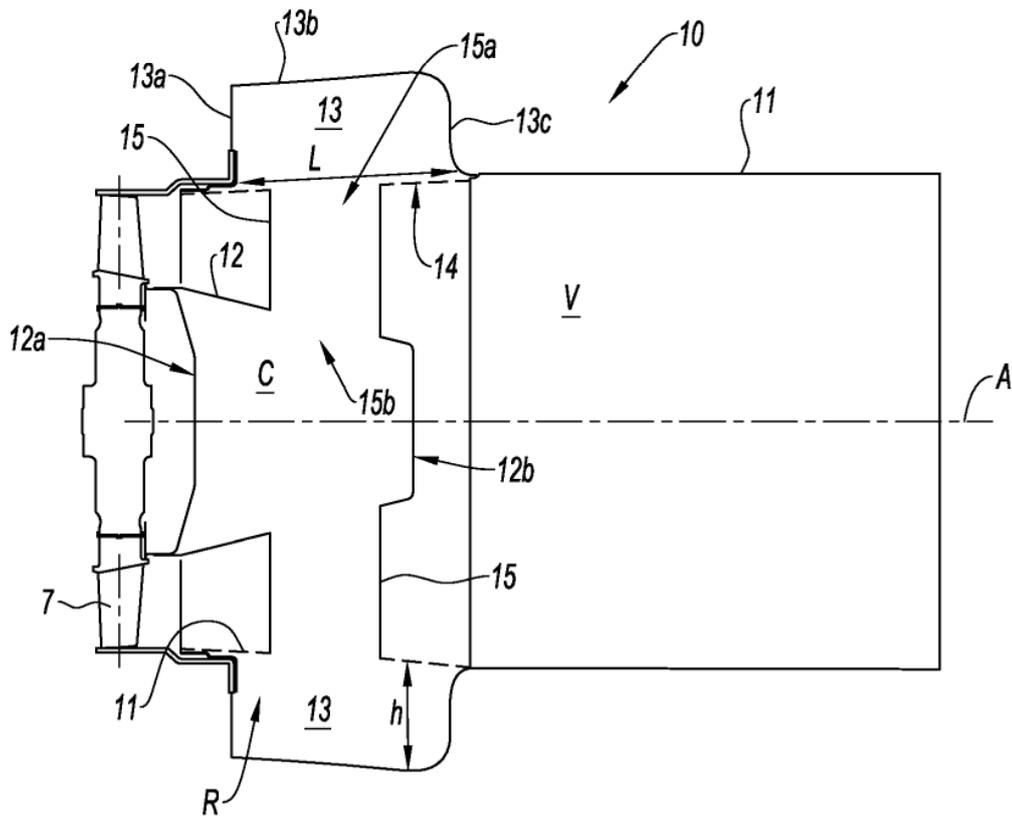
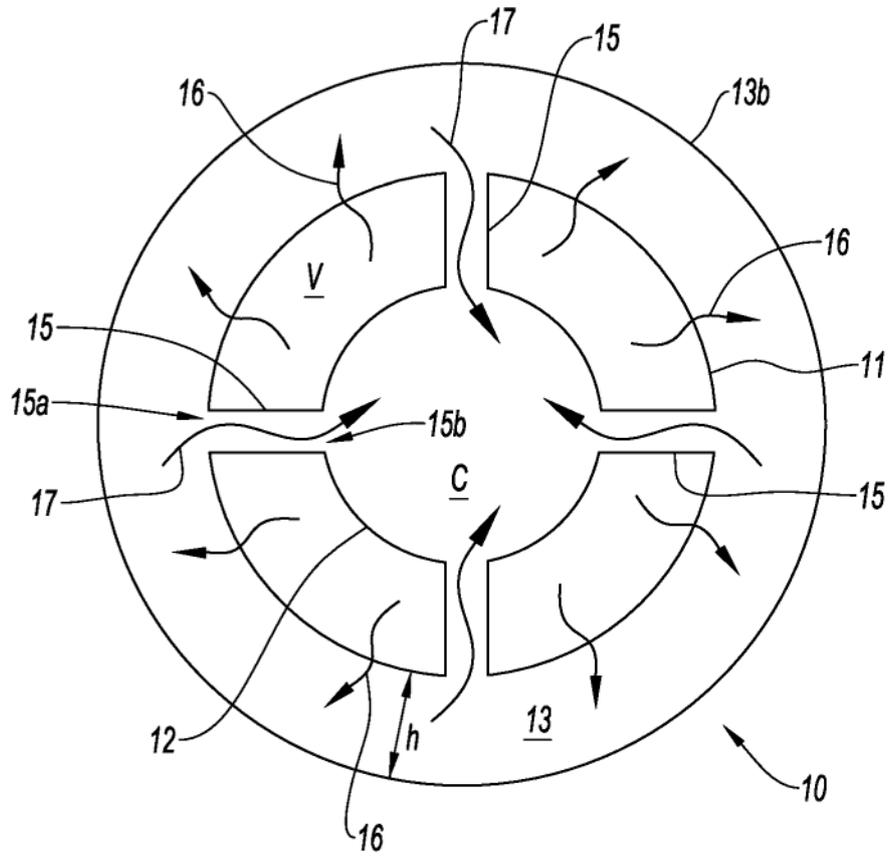


Fig. 2



**Fig. 3**