

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 576 177**

51 Int. Cl.:

B64C 11/44 (2006.01)

B64D 41/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.06.2011 E 11735458 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.04.2016 EP 2582576**

54 Título: **Alimentación eléctrica de los equipamientos soportados por el rotor de un motor de aeronave**

30 Prioridad:

15.06.2010 FR 1054711

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

06.07.2016

73 Titular/es:

**LABINAL POWER SYSTEMS (100.0%)
36, rue Grimaud
31700 Blagnac, FR**

72 Inventor/es:

**DE WERGIFOSSE, ERIC y
DUVAL, CÉDRIC**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 576 177 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).

DESCRIPCION

Alimentación eléctrica de los equipamientos soportados por el rotor de un motor de aeronave

Antecedentes del invento

5 El invento se refiere a la alimentación de energía eléctrica de los equipamientos eléctricos soportados o incorporados en el rotor de un motor de aeronave, como se muestra en el documento EP 2 163 474.

El campo de aplicación del invento es más particularmente el de los motores de avión, especialmente los motores de turbina de gas. En particular, el invento se refiere a un motor de soplante no carenada, que comprende dos rotores contra-rotatorios, soportando cada uno unas palas orientables.

10 Existen motores en los que el rotor soporta palas orientables. La orientación de las palas puede ser modificada en vuelo para permitir un funcionamiento optimizado del motor. Es especialmente el caso de motores del tipo motor de soplante no carenada. ("Open Rotor", en ingles), que comprende dos rotores contra-rotatorios, soportando cada uno palas orientables. Por ejemplo, la orientación de las palas puede ser modificada por un accionador electromecánico soportado por el rotor.

15 Para alimentar tal accionador, debe ser transmitida energía eléctrica al rotor. Para ello, se utiliza típicamente un dispositivo de escobillas. Sin embargo, los dispositivos de escobillas son generalmente poco fiables y están sujetos a un rápido desgaste. Necesitan por lo tanto un mantenimiento regular. Además, son generalmente pesados y voluminosos, y pueden plantear problemas de compatibilidad con los aceites circundantes.

20 Para resolver estos problemas, el documento FR 2 712 250 propone utilizar un motor eléctrico cuyo estator sea fijo y cuyo rotor no posea ninguna unión eléctrica con el estator y sea solidario de una rueda dentada unida mecánicamente a las palas a orientar. Esta solución impone pues una unión mecánica entre el motor eléctrico y las palas. La parte fija del motor eléctrico no puede entonces estar posicionada libremente, lo que implica limitaciones de concepción. Además, no hay energía eléctrica disponible en el rotor para alimentar un equipamiento eléctrico. El mismo documento propone pues utilizar también un transformador rotativo que permita alimentar un pestillo.

25 Cuando la potencia a transmitir es elevada, un transformador rotativo es generalmente un dispositivo pesado y voluminoso. Además, es necesario alimentarlo a partir de una fuente cuya potencia corresponde a la potencia requerida por el rotor. Así, son necesarios un convertidor de potencia y una fuente de energía dimensionada para una potencia elevada.

Objeto y resumen del invento

30 El invento contempla proporcionar un motor de aeronave con palas orientables, que no presente al menos algunos de los inconvenientes de la técnica anterior citada anteriormente. En particular, un objetivo del invento es permitir transmitir energía eléctrica a los rotores contra-rotatorios de un motor, de manera fiable y sin necesitar un dispositivo pesado y voluminoso.

A estos efectos, el invento propone un motor de aeronave que comprende:

- un estator,
- 35 - un eje principal, un primer rotor y un segundo rotor,
- un mecanismo de transmisión apto para convertir una rotación del eje principal en una rotación del primer rotor en un primer sentido y en una rotación del segundo rotor en un segundo sentido opuesto a dicho primer sentido,
- 40 - al menos un primer equipamiento eléctrico soportado por el primer rotor y al menos un segundo equipamiento eléctrico soportado por el segundo rotor,

caracterizado por el hecho de que comprende.

- al menos un primer bobinado inductor soportado por el rotor,
- una unidad de regulación apta para hacer circular una corriente eléctrica continua en el citado primer bobinado inductor, y
- 45 - al menos un primer bobinado inducido soportado por el primer rotor y conectado al citado primer equipamiento eléctrico y al menos un segundo bobinado inducido soportado por el segundo rotor y conectado al citado segundo equipamiento eléctrico,
- estando situado el primer bobinado inductor entre el primer bobinado inducido y el segundo bobinado inducido en una posición del eje principal.

Gracias a estas características, no es necesario utilizar un dispositivo de escobillas para transmitir potencia al rotor. En efecto, el primer bobinado inductor forma, con el primer bobinado inducido y/o con el segundo bobinado inducido, una generatriz síncrona que produce la potencia eléctrica disponible para el rotor.

Además, el primer bobinado inductor es común a los bobinados inducidos, lo que limita el tamaño.

- 5 El primer bobinado inductor puede presentar un eje orientado paralelamente al eje de rotación del eje principal.

Según otro modo de realización, no cubierto por las reivindicaciones, el motor comprende al menos un segundo bobinado inductor soportado por el estator, y en el cual, para una posición del eje principal, el primer bobinado inductor está enfrente del primer bobinado inducido y el segundo bobinado inductor está enfrente del segundo bobinado inducido.

- 10 En este caso, el primer bobinado inductor y el primer bobinado inducido forman una generatriz síncrona que produce potencia eléctrica disponible para el primer rotor. De forma correspondiente, el segundo bobinado inductor y el segundo bobinado inducido forman una generatriz síncrona que produce potencia eléctrica disponible para el segundo rotor. La unidad de regulación puede adaptar la corriente continua de cada generatriz independientemente, en función de potencia eléctrica a producir para cada rotor.

- 15 El primer bobinado inductor y el segundo bobinado inductor pueden estar situados uno al lado de otro según una dirección axial. El primer bobinado inductor y el segundo bobinado inductor pueden estar también situados a la misma distancia del eje principal según una dirección radial.

Esto permite limitar el tamaño de los bobinados en una dirección radial.

- 20 Según una variante, no cubierta por las reivindicaciones, el primer bobinado inductor y el segundo bobinado inductor están situados en un mismo lugar según una dirección axial y a una distancia diferente del eje principal según una dirección radial.

Esta disposición permite limitar el tamaño según una dirección axial.

- 25 Según un modo de realización, el citado al menos un primer equipamiento eléctrico comprende un primer accionador electromecánico apto para modificar la orientación de una pala soportada por el primer rotor, y el citado al menos un segundo equipamiento eléctrico comprende un segundo accionador electromecánico apto para modificar la orientación de una pala soportada por el segundo rotor.

El citado al menos un primer equipamiento eléctrico puede comprender un primer dispositivo anti-escarcha, y el citado al menos un segundo equipamiento eléctrico puede comprender un segundo dispositivo anti-escarcha.

- 30 Según un modo de realización, no cubierto por las reivindicaciones, el motor comprende al menos un segundo bobinado inductor soportado por el primer rotor y conectado al citado primer bobinado inducido. Para una posición del eje principal, el segundo bobinado inductor está situado enfrente del segundo bobinado inducido.

En este modo de realización, el segundo bobinado inductor y el segundo bobinado inducido forman una máquina eléctrica que produce la energía del segundo rotor, sin necesitar de un bobinado inductor suplementario en el estator.

- 35 **Breve descripción de los dibujos**

El invento será comprendido mejor con la lectura de la descripción hecha a continuación, a título indicativo pero no limitativo, con referencia a los dibujos anexos, en los cuales:

- la figura 1 es una vista en perspectiva de un motor de aeronave,
- la figura 2 es una vista en corte parcial del motor de la figura 1, según un modo de realización no cubierto por las reivindicaciones,
- las figuras 3 a 7 son vistas similares a la figura 2, que representan otros modos de realización, no estando los modos de realización de las figuras 3, 4, 6 y 7 cubiertos por las reivindicaciones.

Descripción detallada de los modos de realización

- 45 La figura 1 representa una vista en perspectiva de un motor 1 de aeronave, representado de manera muy esquemática. El motor 1 es un motor de tipo soplante no carenada que presenta dos rotores contra-rotatorios. Cada rotor soporta palas orientables. La vista de la figura 2 representa esquemáticamente la parte del motor 1 al nivel de un

Según un modo de realización, el citado al menos un primer equipamiento eléctrico comprende un primer accionador electromecánico apto para modificar la orientación de una pala soportada por el primer rotor, y el citado al menos un segundo equipamiento eléctrico comprende un segundo accionador electromecánico apto para modificar la orientación de una pala soportada por el segundo rotor.

- 5 El citado al menos un primer equipamiento eléctrico puede comprender un primer dispositivo anti-escarcha, y el citado al menos un segundo equipamiento eléctrico puede comprender un segundo dispositivo anti-escarcha.

Según un modo de realización, el motor comprende al menos un segundo bobinado inductor soportado por el primer rotor y conectado al citado primer bobinado inducido. Para una posición del eje principal, el segundo bobinado inductor está situado enfrente del segundo bobinado inducido.

- 10 En este modo de realización, el segundo bobinado inductor y el segundo bobinado inducido forman una máquina eléctrica que produce la energía del segundo rotor, sin necesitar de un bobinado inductor suplementario en el estator.

Breve descripción de los dibujos

- 15 El invento será comprendido mejor con la lectura de la descripción hecha a continuación, a título indicativo pero no limitativo, con referencia a los dibujos anexos, en los cuales:

- la figura 1 es una vista en perspectiva de un motor de aeronave, según un modo de realización de la invención,
- la figura 2 es una vista en corte parcial del motor de la figura 1,
- las figuras 3 a 7 son vistas similares a la figura 2, que representan otros modos de realización.

Descripción detallada de los modos de realización

- 20 La figura 1 representa una vista en perspectiva de un motor 1 de aeronave, representado de manera muy esquemática. El motor 1 es un motor de tipo soplante no carenada que presenta dos rotores contra-rotatorios. Cada rotor soporta palas orientables. La vista de la figura 2 representa esquemáticamente la parte del motor 1 al nivel de un mecanismo de transmisión ("Power Gear Box", en inglés), que permite convertir la rotación de un eje principal en una rotación de los rotores en dos sentidos opuestos.

- 25 El motor 1 comprende un cárter 2 sobre el que está fijado un estator, y un eje principal 3 accionado en rotación, por ejemplo, por una turbina de gas (no representada). El motor 1 comprende igualmente un rotor 4 y un rotor 5. Unos cojinetes 7 permiten la rotación del eje principal 3 y de los rotores 4 y 5 con respecto al cárter 2.

- 30 Un mecanismo de transmisión 6 une el eje principal 3 al rotor 4 y al rotor 5. De una manera más precisa, cuando el eje principal 3 gira en un primer sentido, el mecanismo de transmisión 6 acciona el rotor 5 en el mismo primer sentido y el rotor 4 en un segundo sentido opuesto. El mecanismo de transmisión 6 reduce igualmente la velocidad de rotación. Así, por ejemplo, para una velocidad de rotación típica del eje principal 3 de +6000 rpm, el rotor 5 gira a una velocidad de +900 rpm y el rotor 4 gira a una velocidad de -900 rpm.

- 35 El rotor 4 soporta palas orientables. (no representadas). Un accionador electromecánico (no representado), soportado por el rotor 4, permite modificar la orientación de las palas. El rotor 4 soporta igualmente un dispositivo anti-escarcha (no representado) que comprende resistencias eléctricas integradas en las palas. De forma correspondiente, el rotor 5 soporta palas orientables, un accionador electromecánico y un dispositivo anti-escarcha. Como variante, los rotores 4 y 5 soportan palas no orientables.

- 40 Se describen ahora los elementos que permiten la alimentación eléctrica de los equipamientos eléctricos soportados por los rotores 4 y 5, a saber, los accionadores electromecánicos y los dispositivos anti-escarcha citados anteriormente.

- 45 La figura 2 representa un bobinado inductor 8 soportado por el estator del cárter 2 y un bobinado inducido 10 soportado por el rotor 5. En la posición representada del eje principal 3, el bobinado inductor 8 y el bobinado inducido 10 están enfrentados. El bobinado inducido 8 está conectado a los equipamientos eléctricos soportados por el rotor 5. De forma correspondiente, el estator del cárter 2 soporta un bobinado inductor 9 que está enfrentado a un bobinado inducido 11 soportado por el rotor 4. El bobinado inducido 11 está conectado a los equipamientos eléctricos soportados por el rotor 4.

En la práctica, cada uno de los bobinados inductores 8 y 9 y de los bobinados inducidos 10 y 11 forman parte de un conjunto de bobinados respectivos, repartidos de forma circunferencial. A continuación, cuando se haga referencia a un bobinado, habrá que entender que se designa al conjunto de los bobinados del que forma parte.

- 50 Una unidad de regulación 12 está conectada a los bobinados inductores 8 y 9. La unidad de regulación 12 está alimentada por una generatriz 13 de imanes permanentes montada sobre el eje principal 3 y sobre el cárter 2. Como

complemento o en lugar de la alimentación por la generatriz 13, la unidad de regulación 12 puede ser alimentada desde una red eléctrica de a bordo de la aeronave.

Ahora se describe el funcionamiento del motor 1.

5 Cuando el eje principal 3 del motor 1 gira, acciona la rotación de los rotores 4 y 5. Así, los bobinados inducidos 10 y 11 giran y pasan por delante de los bobinados inductores 8 y 9. La unidad de regulación 12 es alimentada a partir de la generatriz 13 y/o de la red de a bordo, y alimenta los bobinados inductores 8 y 9 con corriente continua.

10 En razón de los campos magnéticos generados por los bobinados inductores 8 y 9 y por la rotación de los rotores 4 y 5, se genera una tensión eléctrica en los bobinados inducidos 10 y 11. Dicho de otra manera, el bobinado inductor 8 y el bobinado inducido 10 forman una generatriz síncrona que produce una tensión alterna disponible para el rotor 5. De forma correspondiente, el bobinado inductor 9 y el bobinado inducido 11 forman una generatriz síncrona que produce una tensión alterna disponible para el rotor 4. La unidad de regulación 12 puede adaptar las amplitudes de las tensiones y de las corrientes continuas en los bobinados inductores 8 y 9 para que las potencias disponibles en los rotores 4 y 5 correspondan a las potencias requeridas.

15 Las tensiones alternas producidas permiten alimentar los equipamientos eléctricos soportados por los rotores 4 y 5. De una manera más precisa, para cada rotor, el dispositivo anti-escarcha puede presentar una estructura sencilla, que comprenda cables, elementos de conexión y elementos resistivos de calefacción. Puede estar alimentado directamente a partir de los bobinados inducidos, sin necesitar de una electrónica de potencia soportada por el rotor. El accionador electromecánico de orientación de las palas puede estar alimentado a partir de los bobinados inducidos, a través de un convertidor de potencia soportado por el rotor.

20 Así, no es necesario utilizar dispositivos de escobillas para alimentar los equipamientos eléctricos soportados por los rotores 4 y 5. Además, durante la concepción del motor 1, los bobinados pueden estar posicionados independientemente de los equipamientos eléctricos a alimentar y de las palas, pues la potencia eléctrica puede ser transportada fácilmente a los rotores 4 y 5 por cableado.

25 Es igualmente posible alimentar los equipamientos eléctricos soportados por los rotores 4 y 5 cuando el motor 1 está parado, es decir cuando el eje principal 3 y los rotores 4 y 5 no giran con respecto al cárter 2. En este caso, la unidad de regulación 12 alimenta los bobinados inductores 8 y 9 con una tensión alterna. El bobinado inductor 8 y el bobinado inducido 10 forman entonces un transformador que transmite una tensión alterna disponible al rotor 5. De forma correspondiente, el bobinado inductor 9 y el bobinado inducido 11 forman un transformador que transmite una tensión alterna disponible al rotor 4. Este modo de funcionamiento en modo transformador puede ser utilizado también con un velocidad baja de rotación, cuando la rotación de los rotores 4 y 5 no permite producir una tensión suficiente en un modo de funcionamiento como generador síncrono.

Durante el funcionamiento en modo de generador síncrono, las potencias eléctricas necesarias en los rotores 4 y 5 están producidas esencialmente en la rotación del eje principal 3. La potencia eléctrica que debe suministrar la unidad de regulación 12 para alimentar los bobinados inductores 8 y 9 con tensión continua no es muy elevada.

35 Por otra parte, el funcionamiento en modo transformador puede ser utilizado esencialmente durante las fases de mantenimiento, cuando el avión está en el suelo, por ejemplo para comprobar el buen funcionamiento de los accionadores electromecánicos de orientación de las palas y de la electrónica de potencia asociada, En este caso, las fuerzas aerodinámicas ejercidas sobre las palas son poco elevadas. Además, en estas situaciones, el anti-escarcha no se utiliza o se utiliza con baja potencia. Así, la potencia eléctrica que debe suministrar la unidad de regulación 12 para alimentar los bobinados inductores 8 y 9 con tensión alterna no es muy elevada.

40 Se constata que en los dos modos de funcionamiento, la unidad de regulación 12 no debe suministrar una potencia eléctrica elevada. La unidad de regulación 12 puede así ser dimensionada para una potencia eléctrica baja, lo que conduce a un peso y un tamaño reducidos. La unidad de regulación 12 no genera por lo tanto pérdidas térmicas elevadas y puede estar situada en una zona de la aeronave que ofrezca buenas condiciones de funcionamiento, llamada "zona controlada".

Las figuras 3 y 5 son figuras similares a la figura 2 y representan otros modos de realización. En estas figuras, los elementos idénticos o similares a elementos de la figura 2 son designados con las mismas referencias y no son descritos con detalle.

50 El modo de realización de la figura 3 es casi idéntico al de la figura 2. En la figura 3, los bobinados inductores 8 y 9 están situados uno al lado de otro según una dirección axial, es decir una dirección paralela al eje de rotación del eje principal 3 y de los rotores 4 y 5. Los bobinados inductores 8 y 9 están situados igualmente a la misma distancia del eje principal 3 según una dirección radial. Asimismo, los bobinados inducidos 10 y 11 están situados uno al lado de otro según una dirección axial, y a la misma distancia del eje principal 3 según una dirección radial. Por comparación, en la figura 2, el bobinado inductor 9 y el bobinado inducido 11 están ligeramente más alejados del eje principal 3 que el bobinado inductor 8 y el bobinado inducido 10, respectivamente. Las disposiciones de las figuras 2 y 3 permiten limitar el tamaño de los bobinados según una dirección radial.

En el modo de realización de la figura 4, según una dirección axial, los bobinados inductores 8 y 9 y los bobinados inducidos 10 y 11 están situados en un mismo lugar. Según una dirección radial, el bobinado inductor 9 y el bobinado inducido 11 están más alejados del eje que el bobinado inductor 8 y el bobinado inducido 10. Esta disposición permite limitar el tamaño de los bobinados en una dirección axial.

5 En el modo de realización de la figura 5, el motor 1 comprende un bobinado inductor 8 que, en la posición representada del eje principal 3, está frente a los bobinados inducidos 10 y 11. Dicho de otra manera, el bobinado inductor 8 forma, con el bobinado inducido 10, una primera generatriz síncrona y, con el bobinado inducido 11, una segunda generatriz síncrona. El bobinado inductor 8 es común a ambas generatrices. Al limitar el número de bobinados utilizados, la disposición de la figura 5 permite reducir el peso y el tamaño de los bobinados.

10 Por otra parte, la orientación de los bobinados en la figura 5 es diferente a la de las figuras 2 a 4. El flujo magnético se genera según una dirección axial y no radial. Esta orientación diferente permite una ocupación diferente del espacio. La elección de la orientación permite tener en cuenta, durante la concepción del motor 1, el espacio disponible.

15 El funcionamiento del modo de realización de la figura 5 es sensiblemente idéntico al modo de realización de la figura 2. Sin embargo, no es posible generar una potencia eléctrica diferente para cada motor, como es el caso en los modos de realización precedentes, en los que la unidad de regulación 12 puede hacer circular corrientes de diferentes amplitudes en el bobinado inductor 8 y en el bobinado inductor 9.

20 En el modo de realización de la figura 6, los bobinados 8 a 11 no están orientados ni radial ni axialmente con respecto al eje principal 3. Esta disposición permite una integración específica que permite limitar el tamaño teniendo en cuenta los requisitos de concepción.

En el modo de realización de la figura 7, el rotor 5 soporta un bobinado inductor 20 conectado al bobinado inducido 10 mediante una conexión 21. En la posición representada, el bobinado inductor 20 está frente al bobinado inducido 11 del rotor 4.

25 Según una primera variante, la conexión 21 puede comprender un puente rectificador formado por diodos. En este caso, el bobinado inductor 20 es alimentado con corriente continua. La rotación relativa de los rotores 4 y 5 permite la generación de una potencia eléctrica en el bobinado inducido 11.

30 Según otra variante, la conexión 21 puede conectar directamente el bobinado inducido 10 con el bobinado inductor 20. En este caso, el bobinado inductor 20 es alimentado con corriente alterna y genera un campo magnético rotativo. El campo rotativo y la rotación relativa de los rotores 4 y 5 permiten la generación de una potencia eléctrica en el bobinado inducido 11, según una velocidad de entre-hierro doble con respecto a la primera variante citada anteriormente.

REIVINDICACIONES

1. Motor (1) de aeronave que comprende:
- un estator,
 - un eje principal (3), un primer rotor (5) y un segundo rotor (4),
- 5 - un mecanismo de transmisión (6) apto para convertir una rotación del eje principal en una rotación del primer rotor en un primer sentido y en una rotación del segundo rotor en un segundo sentido, opuesto al citado primer sentido,
- al menos un primer equipamiento eléctrico soportado por el primer rotor y al menos un segundo equipamiento eléctrico soportado por el segundo rotor, caracterizado por el hecho de que comprende:
 - al menos un primer bobinado inductor (8) soportado por el estator,
- 10 - una unidad de regulación (12) apta para hacer circular una corriente eléctrica continua en el citado primer bobinado inductor, y
- al menos un primer bobinado inducido (10) soportado por el primer rotor (5) y conectado al primer equipamiento eléctrico y al menos un segundo bobinado inducido (11) soportado por el segundo rotor (4) y conectado al citado segundo equipamiento eléctrico,
- 15 - estando situado el primer bobinado inductor (8) entre el primer bobinado inducido (10) y el segundo bobinado inducido (11) en una posición del eje principal.
2. Motor según la reivindicación 1, en el cual dicho primer bobinado inductor (8) presenta un eje orientado paralelamente al eje de rotación del eje principal.
3. Motor según una de las reivindicaciones 1 y 2, en el cual la citada unidad de regulación es alimentada por una generatriz de imanes permanentes (13).
- 20 4. Motor según una de las reivindicaciones 1 a 3, en el cual la citada unidad de regulación es alimentada por una red de a bordo,
5. Motor según una de las reivindicaciones 1 a 4, en el cual la unidad de regulación es apta para hacer circular una corriente eléctrica alterna en el citado primer bobinado inductor.
- 25 6. Motor según una de las reivindicaciones 1 a 5, en el cual el citado al menos un primer equipamiento eléctrico comprende un primer accionador electromecánico apto para modificar la orientación de una pala soportada por el primer rotor, y el citado al menos un segundo equipamiento eléctrico comprende un segundo accionador electromecánico apto para modificar la orientación de una pala soportada por el segundo rotor.
- 30 7. Motor según una de las reivindicaciones 1 a 6, en el cual el citado al menos un primer equipamiento eléctrico comprende un primer dispositivo anti-escarcha, y el citado al menos un segundo equipamiento eléctrico comprende un segundo dispositivo anti-escarcha.

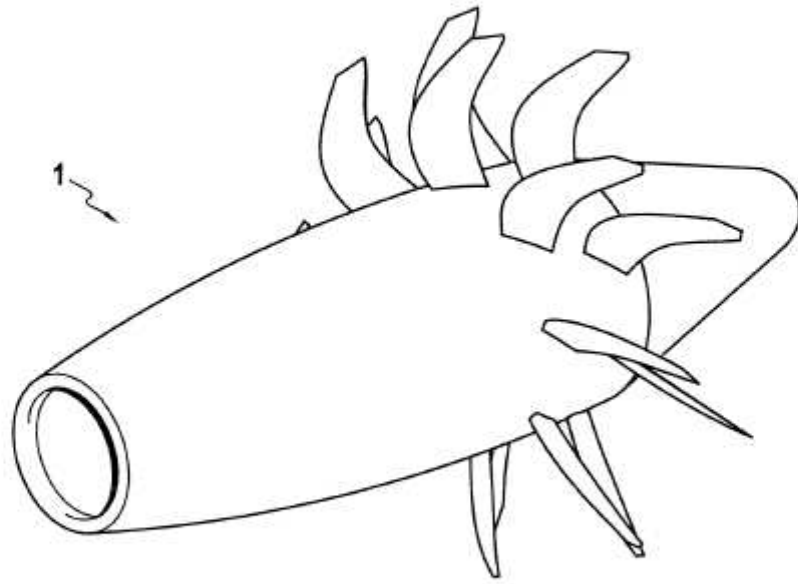


FIG.1

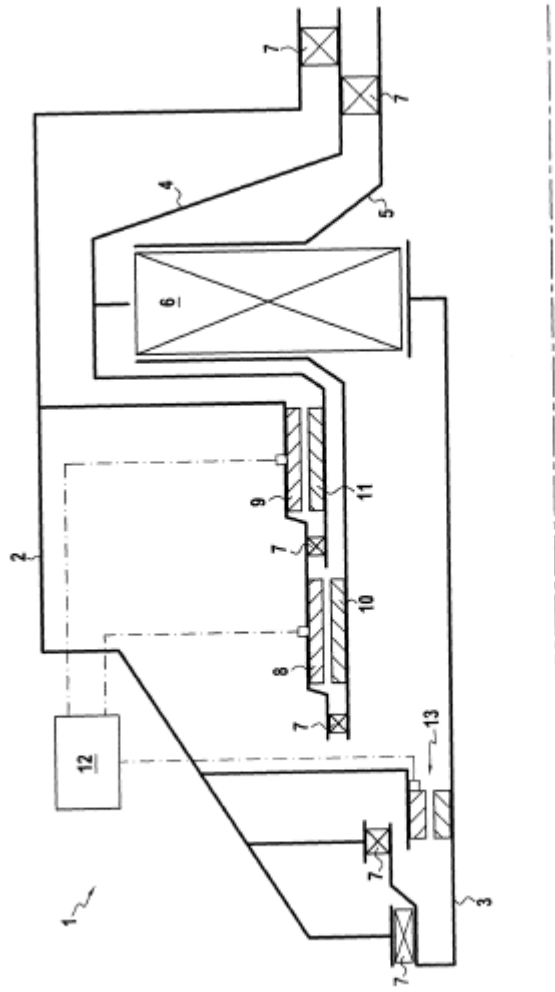


FIG.2

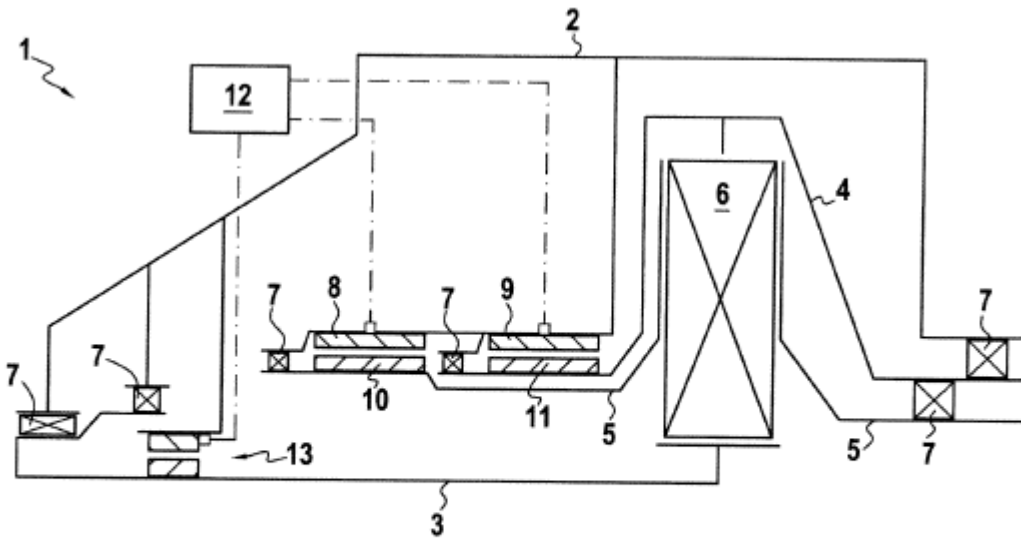


FIG.3

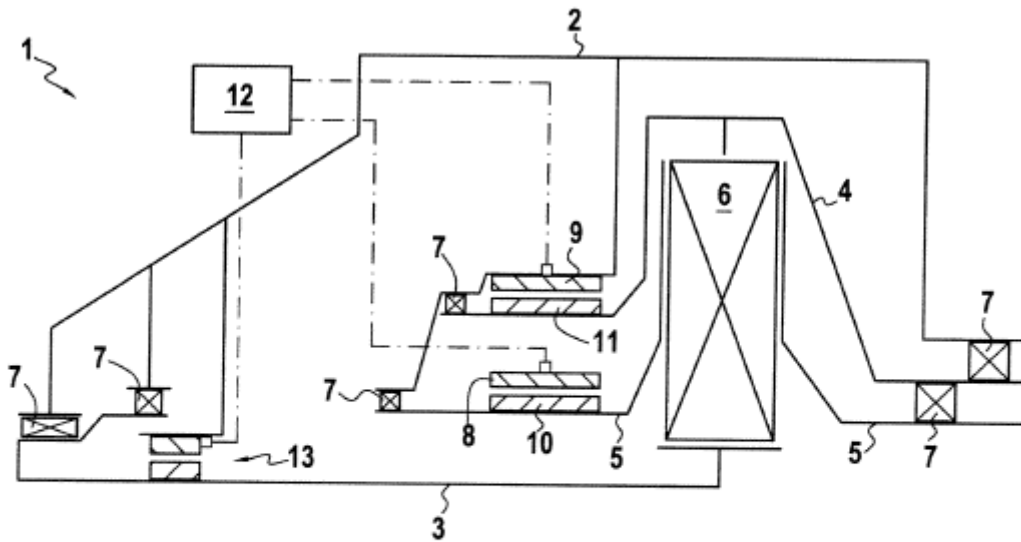


FIG.4

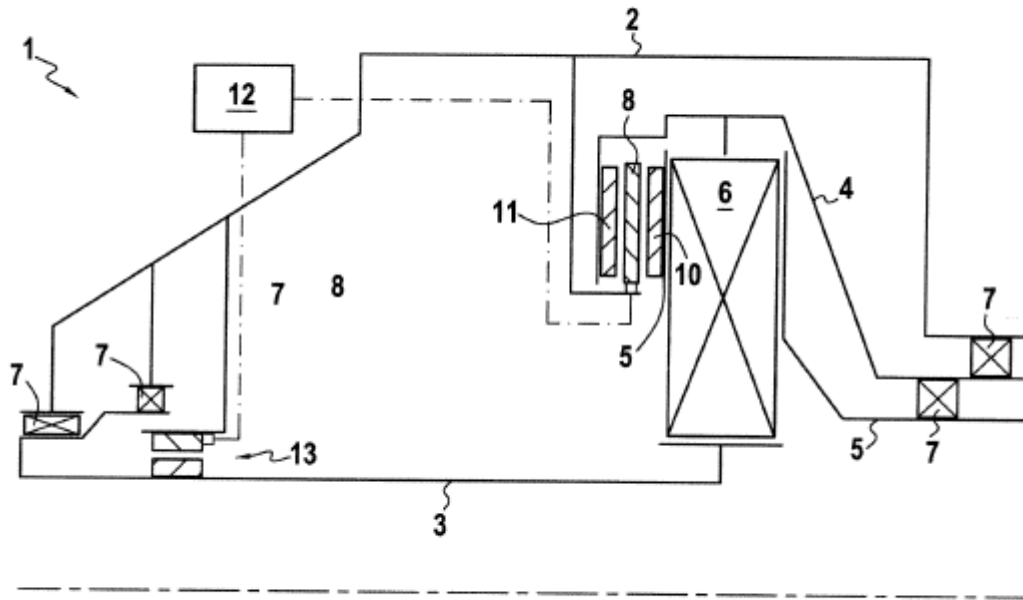


FIG.5

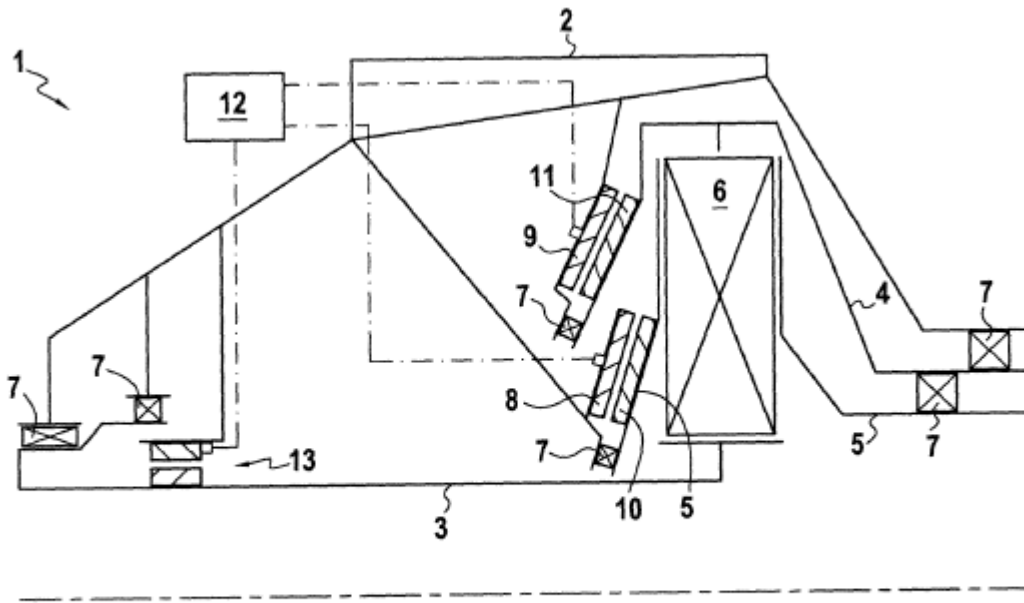


FIG.6

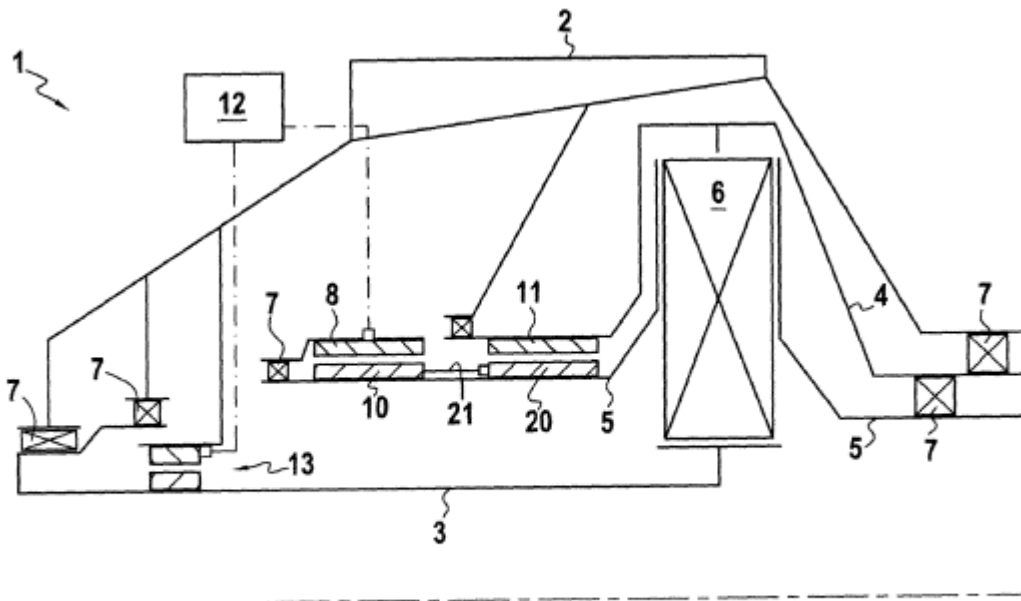


FIG.7