(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 383 270**

(51) Int. Cl.:
F02K 3/072 (2006.01)
B64C 11/30 (2006.01)
F02C 3/067 (2006.01)
F02C 7/36 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Número de solicitud europea: **09723401 .7**
(96) Fecha de presentación: **20.03.2009**
(97) Número de publicación de la solicitud: **2260197**
(97) Fecha de publicación de la solicitud: **15.12.2010**

(54) Título: **Sistema de hélices contrarrotativas que disponen de un dispositivo de puesta en bandera de las palas de las hélices**

(30) Prioridad:
21.03.2008 FR 0851848

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
19.06.2012

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
19.06.2012

(73) Titular/es:
Snecma
2 Bld du Général Martial Valin
75015 Paris, FR

(72) Inventor/es:
GALLET, François

(74) Agente/Representante:
de Elzaburu Márquez, Alberto

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).

ES 2 383 270 T3

DESCRIPCIÓN

Sistema de hélices contrarrotativas que disponen de un dispositivo de puesta en bandera de las palas de las hélices.

El presente invento se refiere de forma general a un sistema de hélices contrarrotativas para turbo-máquina de aeronave, y más particularmente a un sistema de hélices contrarrotativas que disponen de medios que permiten asegurar la puesta en bandera de las palas de las dos hélices.

El invento concierne igualmente una turbo-máquina para aeronave que incluye dicho sistema de hélices contrarrotativas.

ESTADO DE LA TÉCNICA ANTERIOR

Del arte anterior, se conocen turbo-máquinas con sistemas de hélices contrarrotativas, cuyas hélices son arrastradas mediante rotores que giran respectivamente en sentidos de rotación opuestos. Éstos sistemas de hélices están generalmente concebidos de forma que puedan colocar las palas de las hélices en bandera, es decir calarlas de forma que presenten la incidencia más baja posible respecto al eje de la turbo-máquina asociada. En tal caso, se habla de posición de incidencia mínima, de posición de ángulo mínimo, o también de posición neutra.

La puesta en bandera de las palas de las hélices puede desearse en diferentes circunstancias, como principalmente cuando el motor se para y es esencial disminuir lo mejor posible la resistencia generada por las palas inmóviles en rotación. En otras circunstancias, cuando una de las dos hélices padece una pérdida de palas, la puesta en bandera de las palas de las dos hélices se muestra entonces necesaria para evitar la sobre velocidad de la otra hélice.

Además, se busca la puesta en bandera de las palas cuando se desea anular o disminuir al máximo el empuje de la turbo-máquina, ya que a pesar de su rotación alrededor del eje motor, su posición neutra únicamente genera un débil empuje, incluso un empuje nulo.

La puesta en bandera se puede obtener con la ayuda de sistemas clásicos de control del calado de las palas, controlándolas de forma que las palas están desplazadas en su posición de incidencia mínima. Sin embargo, en caso de fallo de estos sistemas de control del calado de las palas, la puesta en bandera ya no es posible lo que es naturalmente inaceptable. Un ejemplo de turbo-máquina de sistemas de hélices contrarrotativas es descrito en el documento US2761517.

EXPOSICIÓN DEL INVENTO

El invento tiene por tanto como objetivo remediar al menos parcialmente los inconvenientes mencionados anteriormente, relativos a las realizaciones del arte anterior.

Para ello, el invento tiene primero como objeto un sistema de hélices contrarrotativas para turbo-máquina de aeronave, incluyendo una primera y una segunda hélices centradas sobre un eje longitudinal.

Dicha primera hélice incluye un primer rotor de hélice destinado a girar en un primer sentido de rotación alrededor del eje longitudinal respecto de un estator de este sistema de hélice, e incluyendo unas primeras palas, incluyendo dicha primera hélice además un primer sistema de control del calado de las primeras palas, permitiendo desplazar estas últimas entre una posición de incidencia mínima y una posición de incidencia máxima, dicho sistema de control del calado incluye un primer órgano deslizante según el eje longitudinal, cooperando con dichas primeras palas de manera que su desplazamiento según un primer sentido de deslizamiento conduce a dichas primeras palas a aproximarse a su posición de incidencia mínima, y de manera que su desplazamiento según un segundo sentido de deslizamiento opuesto al primero conduce a dichas primeras palas a aproximarse a su posición de incidencia máxima, estando controlado dicho primer órgano deslizante por unos primeros medios rotatorios de accionamiento, cuyo movimiento rotatorio alrededor del eje longitudinal induce un movimiento de deslizamiento de dicho primer órgano según el mismo eje, incluyendo además dicho sistema de control del calado un primer motor que permite aplicar dicho movimiento rotatorio a dichos primeros medios rotatorios de accionamiento, dichos primer órgano deslizante y primeros medios rotatorios de accionamiento están arrastrados en rotación por dicho primer rotor en dicho primer sentido de rotación, enfrente del estator,

Dicha segunda hélice incluye un segundo rotor de hélice destinado a girar en un segundo sentido de rotación opuesto al primero, alrededor del eje longitudinal respecto del estator de este sistema de hélice, y llevando unas segundas palas, incluyendo dicha segunda hélice además un segundo sistema de control del calado de la segundas palas, permitiendo desplazar estas últimas entre una posición de incidencia mínima y una posición de incidencia máxima, incluyendo dicho sistema de control del calado un segundo órgano deslizante según el eje longitudinal, que coopera con dichas segundas palas de manera que su desplazamiento según un tercer sentido de deslizamiento conduce a dichas segundas palas a aproximarse a su posición de incidencia mínima, y de manera que su desplazamiento según un cuarto sentido de deslizamiento opuesto al tercero conduce a dichas segundas palas a aproximarse a su posición de incidencia máxima, estando controlado dicho segundo órgano deslizante por unos

segundos medios rotatorios de accionamiento, cuyo movimiento rotatorio alrededor del eje longitudinal induce un movimiento de deslizamiento de dicho segundo órgano según el mismo eje, incluyendo además dicho sistema de control de calado un segundo motor que permite aplicar dicho movimiento rotatorio a dichos segundos medios rotatorios de accionamiento, estando arrastrados en rotación dichos segundo órgano deslizante y segundos medios rotatorios de accionamiento por dicho segundo rotor en dicho segundo sentido de rotación, enfrente del estator.

Según el invento, dicho sistema de hélices contrarrotativas incluye igualmente unos medios desembragables que permiten hacer solidario en rotación a dichos primero y segundos medios rotatorios de accionamiento, estando concebido dicho sistema de hélices de manera que cuando estos medios desembragables estén embragados, se creen dos velocidades de rotación relativas respectivamente por una parte entre dicho primer órgano deslizante, arrastrado en rotación por dicho primer rotor, y sus primeros medios rotatorios de accionamiento asociados, y por otra parte entre dicho segundo órgano deslizante, arrastrado en rotación por dicho segundo rotor, y sus segundos medios rotatorios de accionamiento asociados, conduciendo a cada uno de los primeros y segundos órganos deslizantes a desplazarse respectivamente en dicho primer sentido de deslizamiento y dicho tercer sentido de deslizamiento, llevando a dichas primeras y segundas palas a su posición de incidencia mínima.

El invento, fácil de realizar y poco costoso, presenta una solución astuta que permite obtener una puesta en bandera fiable y rápida de las palas de las dos hélices.

Se basa por tanto en la utilización de medios desembragables que permiten hacer solidarios en rotación a los primeros y segundos medios rotatorios de accionamiento, precisando dichos medios desembragables de acoplamiento en rotación muy poca energía, e integrándose fácilmente en la arquitectura clásica de los sistemas de hélices contrarrotativas.

Con el sistema según el invento, mientras que los medios desembragables permanezcan desembragados, los primeros y segundos medios rotatorios de accionamiento giran en sentidos opuestos, con sus rotores respectivos, y por tanto cada uno en el mismo sentido y a una velocidad de rotación idéntica a la de su rotor y de su elemento deslizante asociado. Sin embargo, cuando los medios desembragables están embragados como consecuencia de una orden de puesta en bandera de las palas, los primeros y segundos medios rotatorios de accionamiento se acoplan en rotación, de manera que adoptan la misma velocidad de rotación y un mismo sentido de rotación.

En un primer caso, el más natural, esta velocidad de rotación de los primeros y segundos medios rotatorios de accionamiento tiende hacia la media algebraica de las velocidades de rotación de los rotores, es decir que se vuelve nula. Puede ocurrir sin embargo que en un segundo caso, la velocidad de los dos medios rotatorios de accionamiento tienda hacia una velocidad no nula, implicando que estos dos medios están más arrastrados por un rotor que por el otro. Sin embargo, en este último caso, la velocidad de estos dos medios rotatorios de accionamiento permanecerá inferior a las velocidades de rotación de los rotores y de los órganos deslizantes arrastrados por estos rotores.

En cualquier caso, en estos dos casos previsibles, es la velocidad de rotación relativa creada entre los medios rotatorios de accionamiento, frenados recíprocamente por su acoplamiento, y los órganos deslizantes asociados, siempre arrastrados a la velocidad de los rotores, lo que permite obtener de forma automática el desplazamiento de los órganos deslizantes en sentidos determinados, conduciendo a una puesta en bandera de las palas de las dos hélices.

Cabe señalar que el segundo caso indicado anteriormente se diferencia del primero en el sentido de que la puesta en bandera de las palas de la hélice viendo a sus medios rotatorios de accionamiento girar en un sentido opuesto al del rotor asociado, se produce más rápidamente que la puesta en bandera de las palas de la otra hélice que ve sus medios rotatorios de accionamiento girar en un mismo sentido que el del rotor asociado, pero a una velocidad inferior a causa del frenado operado por la otra hélice, a través de los medios desembragables.

Por otra parte, se indica que el sistema de hélices contrarrotativas está preferentemente concebido de manera que cuando los órganos deslizantes llegan al final de carrera en su movimiento de translación respecto de los medios rotatorios de accionamiento asociados, situando las palas en posición neutra, unos topes establecidos en final de carrera les impiden continuar a deslizar a lo largo de los medios rotatorios de accionamiento, a pesar de la aplicación de la velocidad de rotación diferencial entre estos elementos. Así, esto engendra un bloqueo, conduciendo a los órganos deslizantes a hacerse solidarios en rotación de sus medios rotatorios de accionamiento asociados. A título indicativo, se señala que estos topes pueden ser flexibles, de manera que minimice los choques producidos por el encuentro entre los órganos deslizantes y los topes asociados.

Una vez que los órganos deslizantes hacen tope, los medios rotatorios de accionamiento son arrastrados en rotación con los rotores, y como éstos embragan uno con el otro, el embrague juega un papel de freno de disco. Así, se puede percibir que el simple accionamiento de los medios desembragables conduce sucesivamente y automáticamente a la puesta en bandera de las palas, y a la parada en rotación de las hélices.

Esta parada en rotación de las hélices se produce igualmente, pero de forma secuenciada, cuando los primeros y segundos medios rotatorios de accionamiento continúan girando a una velocidad reducida, después del accionamiento de los medios desembragables. En efecto, en este caso de la figura nombrada anteriormente donde una de los dos hélices ve a sus medios rotatorios de accionamiento girar en un sentido opuesto al del rotor asociado, el topé de fin de carrera del órgano deslizante asociado a esta hélice se encuentra anteriormente al que se encuentra en la otra hélice. Así, la primera hélice se pone en bandera antes que la segunda, y sus medios rotatorios son bloqueados en rotación respecto a su rotor. Estando los dos medios rotatorios de accionamiento embragados, giran conjuntamente respecto del segundo rotor, y por tanto los medios rotatorios del segundo rotor giran respecto este segundo rotor, poniendo por ello la segunda hélice en bandera. Como se mencionó anteriormente, esto engendra un bloqueo, conduciendo igualmente a la parada en rotación del órgano deslizante, así como al del rotor acoplado en rotación con este mismo órgano.

Preferentemente, cada uno de dichos primeros y segundos medios rotatorios de accionamiento está constituido por un husillo con bolas circulantes.

Preferentemente, dichos medios desembragables que permiten hacer solidarios en rotación a dichos primeros y segundos medios rotatorios de accionamiento, están constituidos por un sistema de embrague de discos deslizantes, preferentemente controlado por un motor situado en uno de los primeros y segundos medios rotatorios de accionamiento.

Siempre de forma preferente, cada uno de los primeros y segundos órganos deslizantes está constituido por un cono deslizante que coopera con un dedo descentrado de cada una de las palas que le están asociadas.

Preferentemente, dichos primeros y terceros sentidos de deslizamiento son idénticos, y dichos segundos y cuarto sentidos de deslizamiento son idénticos. Naturalmente, habría sido posible prever una situación inversa, sin salir del marco del invento.

El invento tiene por otra parte como objeto una turbo-máquina para aeronave que incluye un sistema de hélices contrarrotativas tal y como se ha descrito anteriormente, siendo preferentemente esta turbo-máquina un turbopropulsor, pero pudiendo alternativamente ser un turborreactor. Naturalmente, en este último caso, el sistema de hélices está destinado a constituir el soplador del turborreactor.

Además, cualquiera que sea el tipo de turbo-máquina concernido, el sistema de hélices está preferentemente concebido de manera que las hélices estén desprovistas de carenado radial exterior que las rodee, siendo denominado este sistema como “Open Rotor”.

Finalmente, el invento tiene igualmente como objeto un procedimiento de control de un sistema de hélices contrarrotativas para turbo-máquina de aeronave tal y como se ha descrito anteriormente. Con este procedimiento, cuando se requiere un calado con incidencia mínima de las primeras y segundas palas, dicho de otro modo una puesta en bandera de estas palas, dichos medios desembragables que permiten hacer solidarios en rotación a dichos primero y segundos medios rotatorios de accionamiento que son controlados de manera que se embraguen.

Otras ventajas características del invento aparecerán en la siguiente descripción detallada no limitativa.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Esta descripción va a ser realizada en base a los dibujos adjuntos de entre los cuales;

-la figura 1 representa una vista en corte longitudinal de un sistema de hélices contrarrotativas para turbo-máquina de aeronave, según un modo de realización preferido del presente invento;

-las figuras 2a y 2b representan unas vistas esquemáticas en corte longitudinal de una parte del sistema de hélices contrarrotativas mostrado en la figura 1, explicitando su funcionamiento para la puesta en bandera de las palas de las hélices; y

-la figura 3 representa una vista agrandada en perspectiva que muestra los medios desembragables que permiten hacer solidarios en rotación una parte de cada una de las dos hélices del sistema mostrado en las figuras anteriores.

EXPOSICIÓN DETALLADA DE LOS MODOS DE REALIZACIÓN PREFERIDOS

Haciendo referencia a la figura 1, se puede percibir una parte de un sistema de hélices contrarrotativas 1 para turbo-máquina de aeronave, según un modo de realización preferido del presente invento.

El eje X corresponde con la dirección longitudinal del sistema de hélices 1, dirección que corresponde igualmente con la dirección longitudinal de la turbo-máquina destinada a integrar dicho sistema de hélices 1. El eje Y corresponde en cuanto a él con la dirección transversal del sistema de hélices 1, y el eje Z con la dirección vertical o de la altura, siendo estos tres ejes ortogonales entre sí.

El sistema de hélices 1 incluye una estator o cárter 2 (únicamente representado esquemáticamente), centrado sobre un eje longitudinal 4 del sistema, paralelo al eje X. Éste estator está destinado de forma conocida para ser solidario a otros cárteres de la turbo-máquina. A este efecto, se ha indicado que el sistema de hélices 1 está preferentemente concebido de manera que las hélices estén desprovistas de carenado radial exterior que les rodee, a saber del tipo "Open Rotor", como se aprecia en la figura 1.

Además, el sistema de hélices contrarrotativas 1 integra una primera hélice 6 o hélice aguas arriba, que tiene unas palas 6a. De forma análoga, el sistema 1 incluye una segunda hélice 8 o hélice aguas abajo, que lleva unas palas 8a. así, las hélices 6, 8 están desplazadas una respecto de la otra según una dirección principal de paso del aire a través del sistema 1, representado esquemáticamente por la fecha 10 paralelo al eje X, sirviendo igualmente esta dirección principal de paso como referencia para los términos "aguas arriba" y "aguas abajo" a continuación. Las dos hélices 6, 8 están destinadas para girar en sentidos opuestos alrededor del eje 4 sobre el que están centradas, efectuándose las rotaciones respecto del estator 2 que permanece inmóvil. La hélice 6 gira según un primer sentido de rotación 12 que puede ser el sentido horario en vista frontal y, la hélice 8 gira según un segundo sentido de rotación 14, opuesto al primero se puede ser el sentido anti-horario en vista frontal, aunque se pudiera adoptar una situación inversa, sin salir del marco del invento.

En toda la descripción, se observará que la noción de "velocidad de rotación" de un elemento dado corresponde a su velocidad de rotación respecto del estator inmóvil 2, según el eje longitudinal 4 a menos que no esté dispuesto de otra forma.

Primeramente para lo que concierne la primera hélice 6, esta incluye un árbol de arrastre 16 centrado en el eje 4, y destinado a ser arrastrado en rotación por un dispositivo de transmisión mecánico (no representado), por ejemplo formando un reductor de tren epicicloidal, el mismo arrastrado por la turbina de la turbo-máquina.

Éste árbol hueco 16 tiene fijamente en su extremidad aguas arriba un primer rotor 18 que gira por tanto en el primer sentido 12, albergando este mismo rotor a nivel de su extremidad radial exterior, es decir a nivel de su corona circunferencial, dichas primeras palas de hélices 6a. Para ello, están practicados unos orificios 20 en el rotor 18 centrado sobre el eje 4 para alojar el pie 21 de las palas 6a, disponiendo cada una de estas últimas de un dedo 22 descentrado respecto de un eje principal 24 de la pala, correspondiendo preferentemente con un eje radial del sistema de hélice 1.

Se observará que el rotor 18 toma de forma grosera una forma tronconica proveniente de la extremidad aguas arriba del árbol de arrastre 16, y que se abre hacia aguas abajo.

De forma conocida, los dedos 22 descentrados y que sobresalen radialmente hacia el interior pertenecen a un primer sistema de control del calado 26 de las primeras palas, permitiendo desplazar a estas últimas entre una posición de incidencia mínima y una posición de incidencia máxima respecto del eje 4. El desplazamiento de cada pala 6a, entre estas dos posiciones se efectúa mediante pivotamiento de esta sobre sí misma, es decir alrededor de su eje principal 24, que corresponde igualmente al eje del orificio 20 asociado.

Para ello, el sistema de control de calado 26 incluye un primer órgano deslizante, por ejemplo del tipo cono de control 28 centrado sobre el eje 4, y capaz de deslizar según este mismo eje respecto del estator.

Este cono de control 28, que se abre por ejemplo hacia aguas arriba, presenta a nivel de su extremidad aguas arriba de diámetro más importante una pluralidad de orificios 30 que permiten alojar los dedos descentrados 22 de las primeras palas. Tal y como se conoce igualmente por el experto, el desplazamiento del cono 28 según un primer sentido de deslizamiento 32a, a saber hacía aguas arriba según el eje 4, conduce a las primeras palas 6a a acercarse de su posición de incidencia mínima, igualmente llamada posición de ángulo mínimo o también posición neutra, buscada para efectuar una puesta en bandera de la hélice 6. Tal y como se ha evocado anteriormente, la rotación de las palas 6a en el seno de sus orificios 20 según sus ejes 24, hacia su posición neutra mostrada en la figura 1, se efectúa en respuesta al apoyo del cono en traslación 28 sobre los dedos descentrados 22 que lleva. En la figura 1, el cono 28 está en efecto representado en su posición de fin de carrera en el primer sentido de deslizamiento 32a, donde permite a las palas 6a adoptar su posición neutra asegurando la puesta en bandera de la hélice. Sin embargo, el sistema 1 podría alternativamente estar concebido de manera que la posición neutra de las palas 6a sea obtenida con el cono 28 situado en fin de carrera en un segundo sentido de deslizamiento 32b opuesto al primero 32a, sin salir del marco del invento.

Haciendo referencia siempre la figura 1, del mismo modo que la que se ha descrito anteriormente, el desplazamiento del cono 28 según el segundo sentido de deslizamiento 32b, es decir hacía aguas abajo según el eje 4, conduce a las primeras palas 6a a aproximarse de su posición de incidencia máxima, buscada por obtener un empuje máximo. Aquí también, la rotación de las palas 6a según sus ejes 24, hacía su posición de incidencia máxima, se efectúa en respuesta del apoyo del cono en translación 28 sobre los dedos descentrados 22 que tiene.

Se observará que a causa del alojamiento de los dedos descentrados 22 en los orificios 30 del cono, eventualmente por medio de rótulos 31, el árbol 16, el rotor 18 y las palas 6a forman conjuntamente un conjunto que es solidario en

rotación según el eje 4. A título indicativo, el desplazamiento de los dedos 22 y del cono 28 puede tomar la forma de una combinación de una translación según el eje 4 y de una rotación alrededor de este eje. Siempre a título indicativo, es posible contornear este doble movimiento introduciendo un anillo entre los dedos descentrados del pie de la pala, y este mismo cono. El movimiento de rotación anteriormente citado se efectúa entonces entre el anillo y el cono, implicando en consecuencia que este último únicamente se mueve en translación axial.

Para asegurar la translación del cono de control 28 según los sentidos 32a y 32b, el sistema de control de calado 26 está equipado con primeros medios rotatorios de accionamiento, por ejemplo del tipo husillo con bolas circulantes 38, centrado en el eje 4. Este tornillo 38 está concebido de forma clásica, de manera que permita transformar su movimiento rotatorio alrededor del eje 4, en un movimiento de deslizamiento del cono 28 según este mismo eje 4, como si fuera un tornillo sin fin.

El tornillo 38 se sitúa alrededor del eje 16, y está él mismo rodeado por el cono de control 28, en el que una porción interior 41 sensiblemente cilíndrico coopera con el fileteado exterior del tornillo 38, permaneciendo en permanencia fijo en traslación respecto del rotor 18 y del estator. A este efecto, se señala que el cono 28 es el único de los elementos de la hélice 6 anteriormente citada a poder ser desplazado en translación según el eje 4 respecto del estator, los otros elementos permanecen fijos en translación unos respecto de los otros, y respecto de este mismo estator.

La extremidad aguas arriba del husillo con bolas circulantes 38 coopera con un primer motor 40 que permite aplicar el movimiento rotatorio a este mismo tornillo, con vistas a un desplazamiento en translación del cono 28. En efecto, está por ejemplo previsto que el motor 40 disponga de un estator fijado sobre el rotor 18 de la hélice 6, por ejemplo en un soporte anular de este rotor 18, y disponga igualmente de un rotor fijado sobre la extremidad aguas arriba del tornillo 38. En consecuencia, cuando el motor 40 está parado, el tornillo 38 es arrastrado en rotación alrededor del eje 4 por el rotor de la hélice, y por tanto en el mismo sentido y a la misma velocidad que el conjunto solidario en rotación anteriormente citado, incluyendo el árbol 16, el rotor 18, las palas 6a y el cono 28. Esta inmovilidad en rotación del tornillo 38 y del conjunto anteriormente citado resulta por tanto de la parada en rotación entre el rotor 18 y el estator del motor 40.

En cambio, cuando el motor 40 es accionado, la velocidad de rotación del tornillo 38 se vuelve diferente de la del cono 28 siempre solidario del rotor 18, de donde se obtiene la creación de una velocidad de rotación relativa entre estos dos elementos, conduciendo al deslizamiento deseado en uno de los dos sentidos 32a, 32b del cono 28 a lo largo del tornillo 38 que permanece inmóvil en translación respecto del estator. Es por tanto de esta manera, es decir controlando el motor 40, que es posible controlar el calado de las palas 6a, entre su posición de incidencia mínima y su posición de incidencia máxima.

Para lo que concierne la segunda hélice 8 situada más aguas abajo, de concepción sensiblemente similar a la de la hélice 6, ésta incluye un árbol de arrastre 46 centrado en el eje 4, y por ejemplo situado alrededor del eje de arrastre 16 que lo atraviesa. Está igualmente destinado a ser arrastrado en rotación por el dispositivo de transmisión mecánica arrastrado por la turbina de la turbo-máquina.

Cada árbol hueco 46 tiene fijamente en su extremidad aguas abajo un segundo rotor 48 que gira por tanto en el segundo sentido 14, este mismo autor aloja a nivel de su extremidad radial exterior, es decir a nivel de su corona circunferencial, dichas segundas palas de hélices 8a. Para ello, están practicados unos orificios 50 en el rotor 48 centrado sobre el eje 4 para alojar el pie 51 de las palas 8a, disponiendo cada una de estas últimas de un dedo 52 descentrado respecto de un eje principal 54 de la pala, correspondiendo preferentemente a un eje radial del sistema de hélice 1.

Se observará que el rotor 48 toma aquí de forma grosera una forma troncónica obtenida de la extremidad aval del árbol de arrastre 46, y que se abre hacia aguas arriba.

Los dedos descentrados que sobresalen radialmente hacia el interior pertenecen a un segundo sistema de control de calado 56 de las segundas palas, permitiendo desplazar estas últimas entre una posición de incidencia mínima y una posición de incidencia máxima respecto del eje 4. El desplazamiento de cada pala 8a entre estas dos posiciones se efectúa igualmente mediante pivotamiento de esta sobre sí misma en su orificio 50, es decir alrededor de su eje principal 54 correspondiendo igualmente al eje de este orificio.

Para ello, el sistema de control de calado 56 incluye un segundo órgano deslizante, por ejemplo del tipo cono de control 58 centrado sobre el eje 4, y capaz de deslizar según este mismo eje.

Este cono de control 58, por ejemplo que se abre hacia aguas arriba, presenta a nivel de su extremidad aguas arriba de diámetro más importante una pluralidad de orificios 60 que permite alojar los dedos descentrados 52 de las segundas palas. Tal y como es igualmente conocido por el experto, el desplazamiento del cono 58 según un tercer sentido de deslizamiento 62a idéntico al primer sentido 32a, es decir hacia aguas abajo según el eje 4, conduce las segundas palas 8a a aproximarse a su posición neutra, buscada para efectuar una puesta en bandera de la hélice 8. Como se ha evocado anteriormente, la rotación de las palas 8a según sus ejes 54, hacia su posición neutra

mostrada en la figura 1, se efectúa en respuesta al apoyo del cono en translación 58 sobre los dedos descentrados 52 que tiene. En la figura 1, el cono 58 ésta en efecto representado en su posición de fin de carrera en el tercer sentido de deslizamiento 62a, donde permite a las palas 8a adoptar su posición neutra asegurando la puesta en bandera de la hélice. Sin embargo, el sistema 1 podría aquí también alternativamente ser concebido de manera que la posición neutra de las palas 8a sea obtenida con el cono 58 situado en el final de carrera en un cuarto sentido de deslizamiento 62b opuesto al tercero 62a, sin salir del marco del invento.

En referencia siempre a la figura 1, del mismo modo que la descrita anteriormente, el desplazamiento del cono 58 según el cuarto sentido 62b, idéntico al segundo sentido de deslizamiento 32b anteriormente citado, es decir hacía aguas abajo según el eje 4, conduce a las segundas palas 8a a aproximarse a su posición de incidencia máxima, buscada para obtener un empuje máximo. Aquí también, la rotación de las palas 8a según sus ejes 54, hacia su posición de incidencia máxima, se efectúa en respuesta al apoyo del cono en translación 58 sobre los dedos descentrados 52 que tiene.

Se observará que a causa del alojamiento de los dedos descentrados 52 en los orificios 60 del cono, eventualmente por medio de rótulas 61, el árbol 46, el rotor 48 y las palas 8a forman conjuntamente un conjunto que es solidario en rotación según el eje 4. Aquí también, el desplazamiento de los dedos 52 y del cono 58 puede tomar la forma de una combinación de una traslación según el eje 4 y de una rotación alrededor de este eje. Siempre a título indicativo, es posible contornear este doble movimiento introduciendo un anillo entre los dedos descentrados del pie de la pala, y este mismo cono. El movimiento de rotación anteriormente citado se efectúa entonces entre el anillo y el cono, implicando en consecuencia que este último únicamente se mueva en translación axial.

Para asegurar la translación del cono de control 58 según los sentidos 62a y 62b, el sistema de control de calado 56 está dotado con unos segundos medios rotatorios de accionamiento, por ejemplo igualmente del tipo husillo con bolas circulantes 68, centrado sobre el eje 4. Este tornillo 68 está concebido de forma clásica, de manera que permita transformar su movimiento rotatorio alrededor del eje 4, en un movimiento de deslizamiento del cono 58 según este mismo eje 4, como si fueron tornillo sin fin.

El tornillo 68 se sitúa alrededor del árbol 46, y está el mismo rodeado por el cono de control 58, cuya porción interior 70 sensiblemente cilíndrica coopera con el fileteado exterior del tornillo 68, permaneciendo permanentemente fijo en translación respecto del rotor 48 y del estator. A este efecto, se señalará que el cono 58 es el único de los elementos de la hélice 8 anteriormente citada a poder ser desplazada en translación según el eje 4 respecto del estator, permaneciendo los otros elementos fijos en traslación unos respecto de otros, y respecto de este mismo estator.

La extremidad aguas abajo del husillo con bolas circulantes 68 coopera con un segundo motor 70 que permite aplicar el movimiento rotatorio a este mismo tornillo, con vistas a un desplazamiento en traslación del cono 58. En efecto, está por ejemplo previsto que el motor 70 disponga de un estator fijado sobre el rotor 48 de la hélice 8, por ejemplo en un soporte anular de este rotor 48, y disponga igualmente de un rotor fijado a la extremidad aguas abajo del tornillo 68. En consecuencia, cuando el motor 70 está parado, el tornillo 68 es arrastrado en rotación alrededor del eje 4 en el mismo sentido y a una misma velocidad que el conjunto solidario en rotación anteriormente citado, incluyendo el árbol 46, el rotor 48, las palas 8a y el cono 58. Esta inmovilidad en rotación del tornillo 68 y del conjunto anteriormente citado resulta entonces de la parada en rotación entre el rotor 48 y el estator del motor 70.

En cambio, cuando el motor 70 es accionado, la velocidad de rotación del tornillo 68 se vuelve diferente de la del cono 58 siempre solidario al rotor 48, lo que produce la creación de una velocidad de rotación relativa entre estos dos elementos, conduciendo al deslizamiento deseado en uno de los sentidos 62a, 62b del cono 58 a lo largo del tornillo 68 que permanece inmóvil en translación respecto del estator. Es por tanto de esta manera, es decir controlando el motor 70, que es posible controlar el calado de las segundas palas 8a, entre su posición de incidencia mínima y su posición de incidencia máxima, y esto independientemente del calado de las primeras palas 6a.

Una de las particularidades del presente invento reside en la colocación de los medios desembragables referenciados con el 72, que permiten hacer solidarios en rotación a los dos husillos con bolas circulantes 38, 68, cuya extremidad aguas abajo 38a de la primera se sitúa en proximidad de la extremidad aguas arriba 68a de la segunda, como se puede ver en la figura 1. Más concretamente, como se detallará haciendo referencia a la figura 3, las dos extremidades cooperan una con la otra para formar los medios desembragables 72.

Globalmente, el sistema de hélices 1 está concebido de manera que cuando estos medios desembragables 72 están embragados, se cree un frenado recíproco de los medios rotatorios uno sobre el otro, y por tanto se cree una velocidad de rotación relativa por una parte entre el cono 28 arrastrado en rotación por el primer rotor 18, y el tornillo frenado 38, y por otra parte entre el cono 58 arrastrado en rotación por el segundo rotor 48, y el tornillo frenado 68 acoplado al tornillo 38. Estas velocidades de rotación relativas conducen a cada uno de los conos 28,58 a desplazarse respectivamente en el primer sentido 32a y el tercer sentido 62a, llevando las palas 6a, 8a a su posición neutra asegurando la puesta en bandera.

Haciendo referencia a la figura 2a, se puede ver esquemáticamente el sistema de hélices 1, en una configuración tal que adoptada en funcionamiento normal, es decir cuando ninguna orden de puesta en bandera de las hélices ha sido ordenada.

Como se mencionó anteriormente, hasta que no se ordene alguna modificación del calado, y en tanto que los medios desembragables permanezcan desembragados, los tornillos 38 y 68 giran en sentidos opuestos 12,14, cada uno en el mismo sentido y a una velocidad de rotación idéntica a la de su rotor 18,48 y de su cono 28, 58 asociados, a causa de su arrastre en rotación alrededor del eje 4 por este mismo rotor 18,48. Durante este funcionamiento normal de la turbo-máquina, los motores 40,70 pueden independientemente ser activados con el fin de situar las palas 6a, 8a en unas posiciones de calado deseadas.

Cuando los medios desembragables están embragados a continuación de una orden de puesta en bandera de las palas, los tornillos 38,68 frotan uno contra el otro, arrastrando uno al otro, y terminan por estar rápidamente acoplados en rotación, implicando que adoptan automáticamente la misma velocidad de rotación y un mismo sentido de rotación.

En un primer caso, donde los rozamientos recíprocos de los tornillos 36,38 llevan a un equilibrio cinemático entre estos dos tornillos, esta velocidad de rotación se hace nula. En un segundo caso, estas dos influencias no se traducen por un equilibrio cinemático entre los tornillos, y por tanto la velocidad de rotación es no nula e idéntica para los dos tornillos 38,68. Esta velocidad permanece inferior a las velocidades de rotación de los rotores 18,48 y de los conos de control 28,58 arrastrados por estos rotores.

Para estos dos casos donde los dos tornillos están acoplados en rotación, es la velocidad de rotación relativa según el eje 4 creada entre los tornillos 38,68 y sus conos 28,58 asociados, siempre arrastrados a la velocidad de los rotores, lo que permite obtener de forma automática el desplazamiento rápido y fiable de los conos 28,58 conduciendo a una puesta en bandera de las palas de las dos hélices.

El sistema de hélices contrarrotativas 1 esté igualmente concebido de manera que cuando los conos 28,58 llegan en final de carrera en su movimiento de translación respecto de los tornillos 38,68, situando las palas 6a, 8a en posición neutra tal y como se ha representado en la figura 2b, unos topes establecidos en el final de carrera les impiden continuar a deslizar a lo largo de los tornillos. Estos topes pueden por ejemplo estar constituidos por el contacto entre los orificios 30,60 de los conos 28,58 y sus dedos descentrados asociados 22,52, cuando estos últimos no pueden continuar desplazándose aguas arriba. Esto engendra entonces un bloqueo, conduciendo los conos 28,58 a ser solidarios en rotación de sus tornillos asociados. A este respecto, de manera también preferida y como se ha esquematizado mediante las referencias 55 en la figura 1, se puede prever un contacto plano sobre plano al final de carrera, entre cada cono y su tornillo asociado. Por supuesto, del tope 57 del mismo tipo pueden igualmente estar previstos para parar la carrera en el sentido del desplazamiento opuesto unos conos 28,58.

En el primer caso donde los tornillos 38,68 se paran en rotación respecto de los rotores 18 y 48 respectivamente, después del accionamiento de los medios desembragables 72, los conos alcanzan sus topes de final de carrera de translación al mismo tiempo. Las palas son por tanto puestas en bandera, y como continuación a su parada en rotación respecto de su rotores, los husillos con bolas circulantes están respectivamente arrastrados en rotación por estos mismos rotores, el embrague juega el papel de freno de disco, lo que tiende a parar la rotación de las hélices. En consecuencia, el simple accionamiento de los medios desembragables 72 conduce automáticamente a la puesta en bandera de las palas, y a la parada en rotación de las hélices 6 y 8.

En el segundo caso evocado anteriormente donde los tornillos 38,68 continúan girando a una velocidad reducida respecto del estator después del accionamiento de los medios desembragables 72, por ejemplo en el sentido de rotación 14, el topé de fin de carrera del cono 28 se encuentra anteriormente al que se encuentra el cono 58. Así, es en el instante donde el cono 28 llega al final de carrera mostrado en la figura 2b que el mismo y su tornillo asociado 38, se bloquean para hacerse solidarios en rotación con el rotor 18. Así, el tornillo 68 gira con el rotor 18, lo que acelera el desplazamiento en translación del cono 58 en el tercer sentido 62a, que alcanza por tanto más rápidamente su posición de fin de carrera mostrada en la figura 2b. Cuando el cono 58 alcanza su propio tope de fin de carrera, la pala es puesta en bandera y el tornillo 58 tiende a ser arrastrado en rotación con el rotor 48. Así como los rotores 18 y 48 giran en sentidos opuestos y como los tornillos 38 y 68 son solidarios en rotación (efecto del tope), el embrague se comporta como un freno de disco, que ralentiza los dos rotores 18 y 48.

Haciendo referencia ahora a la figura 3, se puede percibir un ejemplo de realización de los medios desembragables 72, integrando la extremidad aguas abajo 38a del primer tornillo 38 y la extremidad aguas arriba 68a del segundo tornillo 68, estando situadas estas dos extremidades en proximidad una de la otra.

Globalmente, los medios 72 están constituidos por un sistema de embrague de discos deslizantes. Más específicamente, están previstas dos series de discos 74,76, siendo la primera serie de discos 74 ortogonal al eje 4 estando en unión deslizante con el tornillo 38, y la segunda serie de discos 76 igualmente ortogonales al eje 4 estando en unión deslizante con el tornillo 68.

En reposo, estos discos 74,76 están lo suficientemente separados para no rozar unos contra los otros, de manera que los dos tornillos 38,68 puedan girar en sentido supuestos según el mismo eje, sin que la presencia del sistema de embrague 72 provoque molestias.

En cambio, después de la recepción de un orden de puesta en bandera de las palas, está previsto que los discos 74,76 estén en contacto de forma que establezcan el acoplamiento en rotación de las dos extremidades 38a, 68a.

Para ello, está previsto en el seno de la extremidad aguas arriba 68a un pistón 78 capaz de ser desplazado según el eje 4 respecto de esta misma extremidad, con el fin de hacer presionar los discos 74,76 unos contra otros, y por tanto comprimir las dos series. Este desplazamiento en translación del pistón 78 está asegurado por un motor 80 (representado esquemáticamente en la figura 1 y retirado de la figura 3), situado en el seno de la extremidad aguas arriba 68a. preferentemente, se trata de un motor rotatorio que dispone de un estator fijado en la extremidad aguas arriba 68a, y de un rotor 82 coopera con una porción fileteada del pistón 78. La rotación del rotor 82 fijo en translación respecto de extremidad aguas arriba 68a es entonces convertida en un movimiento de translación del pistón 82 según el eje 4, respecto a esta misma extremidad 68a.

Alternativamente, se puede prever una solución alternativa para los medios desembragables 72, incluyendo unos muelles con memoria de forma, cuya distensión apoyaría sobre el pistón para crear el efecto de embragado.

Por supuesto, puede ser aportadas diversas modificaciones por el experto al invento que acaba de ser descrito, únicamente a título de ejemplos no limitativos.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de hélices contrarrotativas (1) para turbo-máquina de aeronave, incluyendo una primera y una segunda hélices (6, 8) centradas en un eje longitudinal (4),

dicha primera hélice (6) incluye un primer rotor de hélice (18) destinado a girar en un primer sentido de rotación (12) alrededor del eje longitudinal respecto a un estator (2) de este sistema de hélice, y llevando unas primeras palas (6a), incluyendo dicha primera hélice además un primer sistema de control de calado (26) de las primeras palas, permitiendo desplazar estas últimas entre una posición de incidencia mínima y una posición de incidencia máxima, incluyendo dicho sistema de control del calado un primer órgano deslizante (28) según el eje longitudinal, cooperando con dichas primeras palas de manera que su desplazamiento según un primer sentido de deslizamiento (32a) conduce a dichas primeras palas a aproximarse a su posición de incidencia mínima, y de manera que su desplazamiento según un segundo sentido de deslizamiento (32b) opuesto al primero conduce a dichas primeras palas a aproximarse a su posición de incidencia máxima, estando controlado dicho primer órgano deslizante por unos primeros medios rotatorios de accionamiento (38), cuyo movimiento rotatorio alrededor del eje longitudinal induce un movimiento de deslizamiento de dicho primer órgano según el mismo eje, incluyendo dicho sistema de control del calado además un primer motor (40) permitiendo aplicar dicho movimiento rotatorio a dichos primeros medios rotatorios de accionamiento, dicho primer órgano deslizante y primeros medios rotatorios accionamiento están arrastrados en rotación por dicho primer rotor en dicho primer sentido de rotación, enfrente del estator,

dicha segunda hélice (8) incluye un segundo rotor de hélice (48) destinado a girar en un segundo sentido de rotación (14) opuesto al primero, alrededor del eje longitudinal respecto del estator de este sistema de hélice, y que tiene unas segundas palas (8a), dicha segunda hélice incluye además un segundo sistema de control de calado (56) de las segundas palas, permitiendo desplazar estas últimas entre una posición de incidencia mínima y una posición de incidencia máxima, dicho sistema de control de calado incluye un segundo órgano deslizante (58) según el eje longitudinal, cooperando con dichas segundas palas de manera que su desplazamiento según un tercer sentido de deslizamiento (62a) conduce a dichas segundas palas a aproximarse a su posición de incidencia mínima, y de manera que su desplazamiento según un cuarto sentido de deslizamiento (62b) opuesto al tercero conduce a dichas segundas palas a aproximarse a su posición de incidencia máxima, estando controlado dicho segundo órgano deslizante por unos segundos medios rotatorios de accionamiento (68), cuyo movimiento rotatorio alrededor del eje longitudinal induce un movimiento de deslizamiento de dicho segundo órgano según el mismo eje, dicho sistema de control de calado incluye además un segundo motor (70) que permite aplicar dicho movimiento rotatorio a dichos segundos medios rotatorios de accionamiento, estando arrastrados en rotación dichos segundo órgano deslizante y segundos medios rotatorios de accionamiento por dicho segundo rotor en dicho segundo sentido de rotación, enfrente del estator,

caracterizado porque dicho sistema de hélices contrarrotativas incluye igualmente unos medios desembragables (72) que permiten hacer solidarios en rotación a dichos primeros y segundos medios rotatorios de accionamiento (38,68), estando concebido dicho sistema de hélices de manera que cuando estos medios desembragables están embragados, se crean dos velocidades de rotación relativas respectivamente por una parte entre dicho primer órgano deslizante (28), arrastrado en rotación por dicho primer rotor, y sus primeros medios rotatorios de accionamiento asociados (38), y por otra parte entre dicho segundo órgano deslizante (58), arrastrado en rotación por dicho segundo rotor, y sus segundos medios rotatorios de accionamiento asociados (68), conduciendo cada uno de los primeros y segundos órganos deslizantes a desplazarse respectivamente en dicho primer sentido de deslizamiento y dicho tercer sentido de deslizamiento, llevando dichas primeras y segundas palas (6a, 6b) a su posición de incidencia mínima.

2. Sistema de hélices contrarrotativas (1) según la reivindicación 1, caracterizado porque cada uno de dichos primeros y segundos medios rotatorios de accionamiento (38,68) está constituido por un husillo con bolas circulantes.

3. Sistema de hélices contrarrotativas (1) según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, caracterizado porque dichos medios desembragables (72) permiten hacer solidarios en rotación a dichos primeros y segundos medios rotatorios de accionamiento, y están constituidos por un sistema de embrague de discos deslizantes (74,76).

4. Sistema de hélices contrarrotativas (1) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque cada una de los primeros y segundos órganos deslizantes (28,58) está constituido por un cono deslizante que coopera con un dedo descentrado (22,52) de cada una de las palas que le están asociadas.

5. Sistema de hélices contrarrotativas (1) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque dichos primero y tercero sentidos de deslizamiento son idénticos, y porque dichos segundo y cuarto sentidos de deslizamiento son idénticos.

6. Turbo-máquina para aeronave incluyendo un sistema de hélices contrarrotativas según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

7. Procedimiento de control de un sistema de hélices contrarrotativas (1) para turbo-máquina de aeronave según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque cuando se requiere un calado con incidencia mínima de las primeras y segundas palas, dichos medios desembragables (72) permiten hacer solidarios en rotación a dichos primeros y segundos medios rotatorios de accionamiento (38,68) estando controlados de manera que se embraguen.

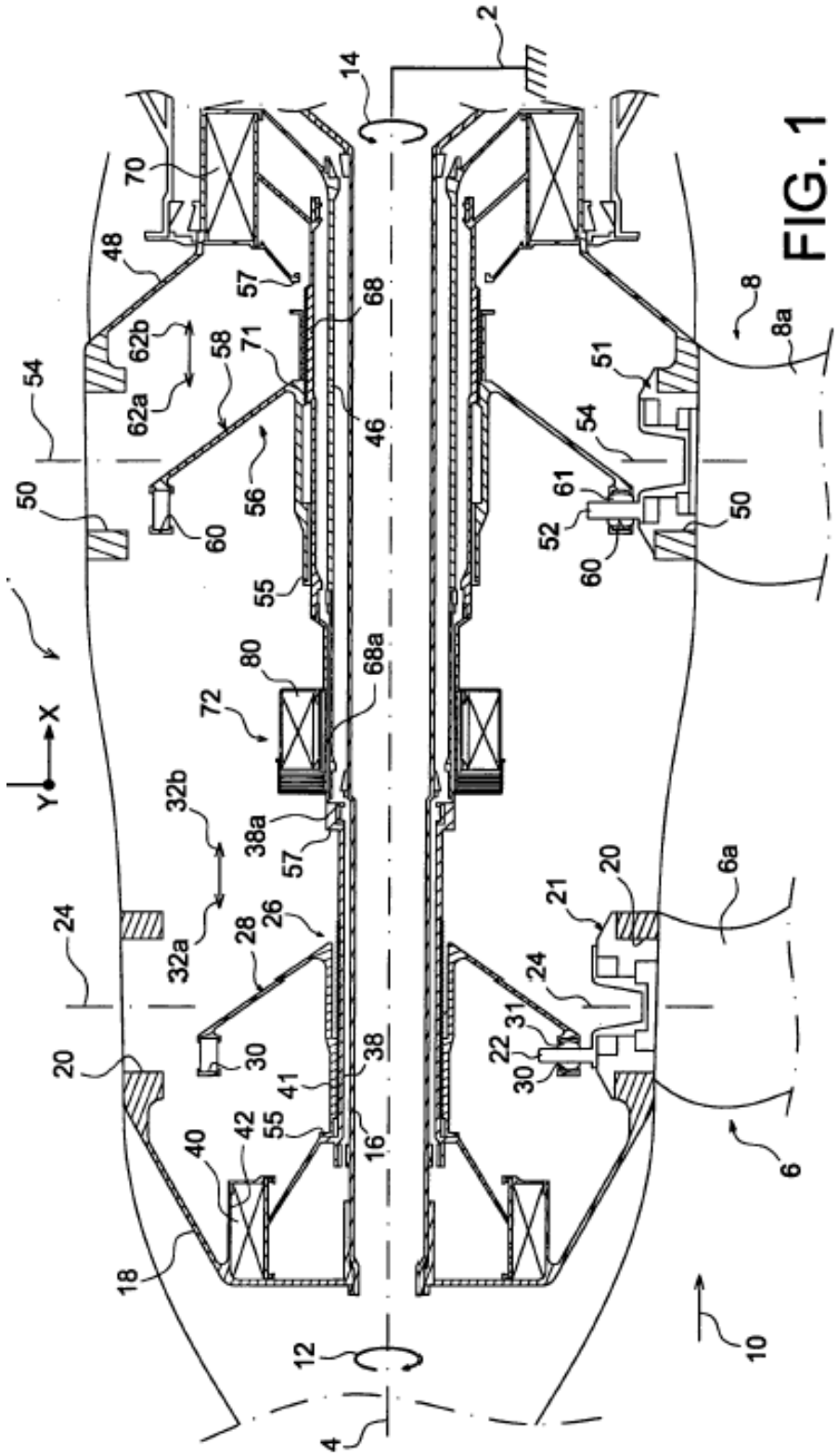
2
14
70
48
57
68
62b
58
71
62a
54
46
56
50
60
55
80
68a
72
X
Y
32b
38a
57
24
26
28
32a
20
30
38
41
55
16
40
42
18
12
4
10
8
8a
51
54
61
52
50
60
20
21
6a
24
31
22
30
6

FIG. 1

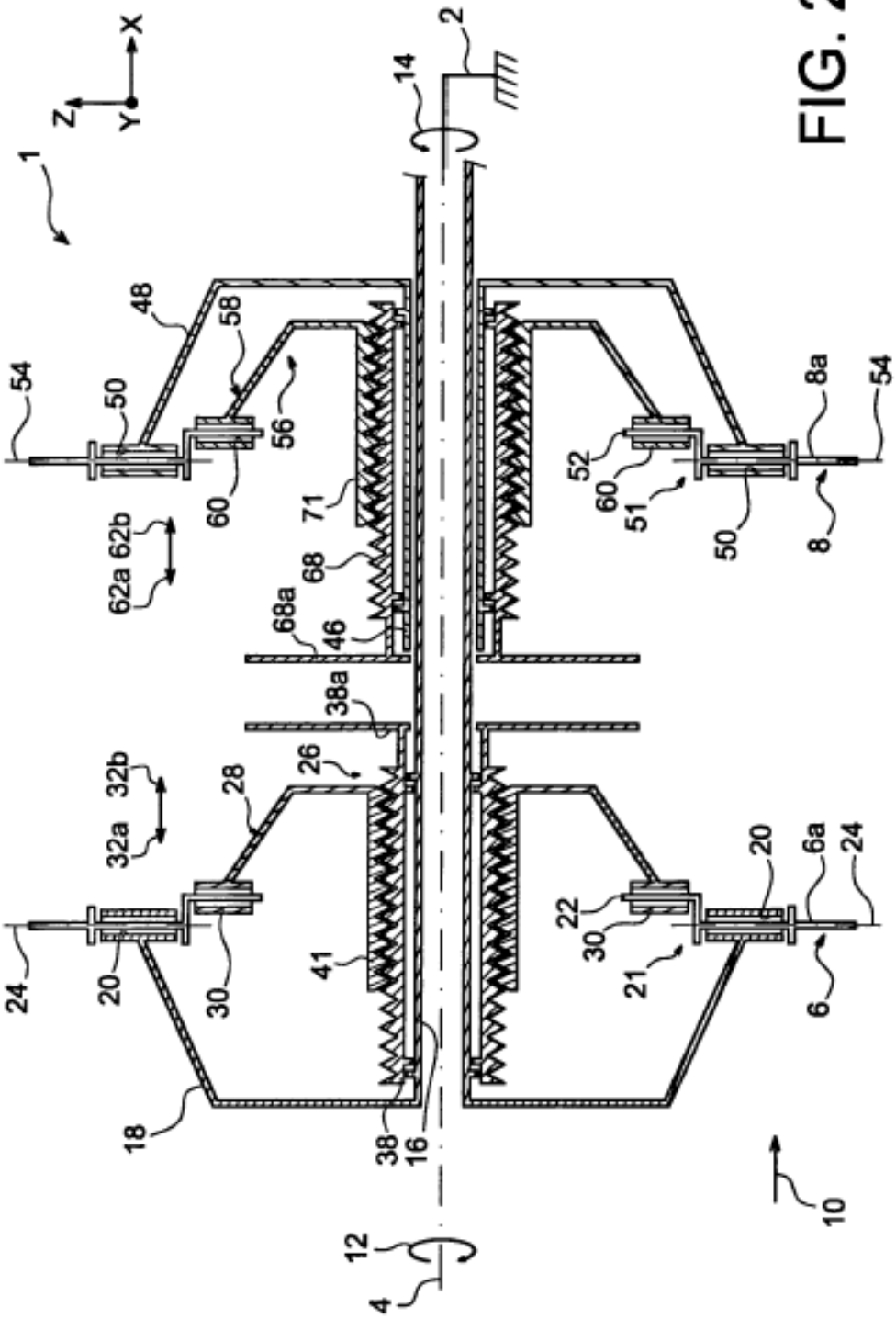
1
X
Y
Z
2
14
48
58
54
50
56
60
62b
62a
71
68
68a
46
38a
26
32b
32a
28
24
20
30
41
18
38
16
12
4
52
51
8a
8
6a
6
22
21
10

FIG. 2a

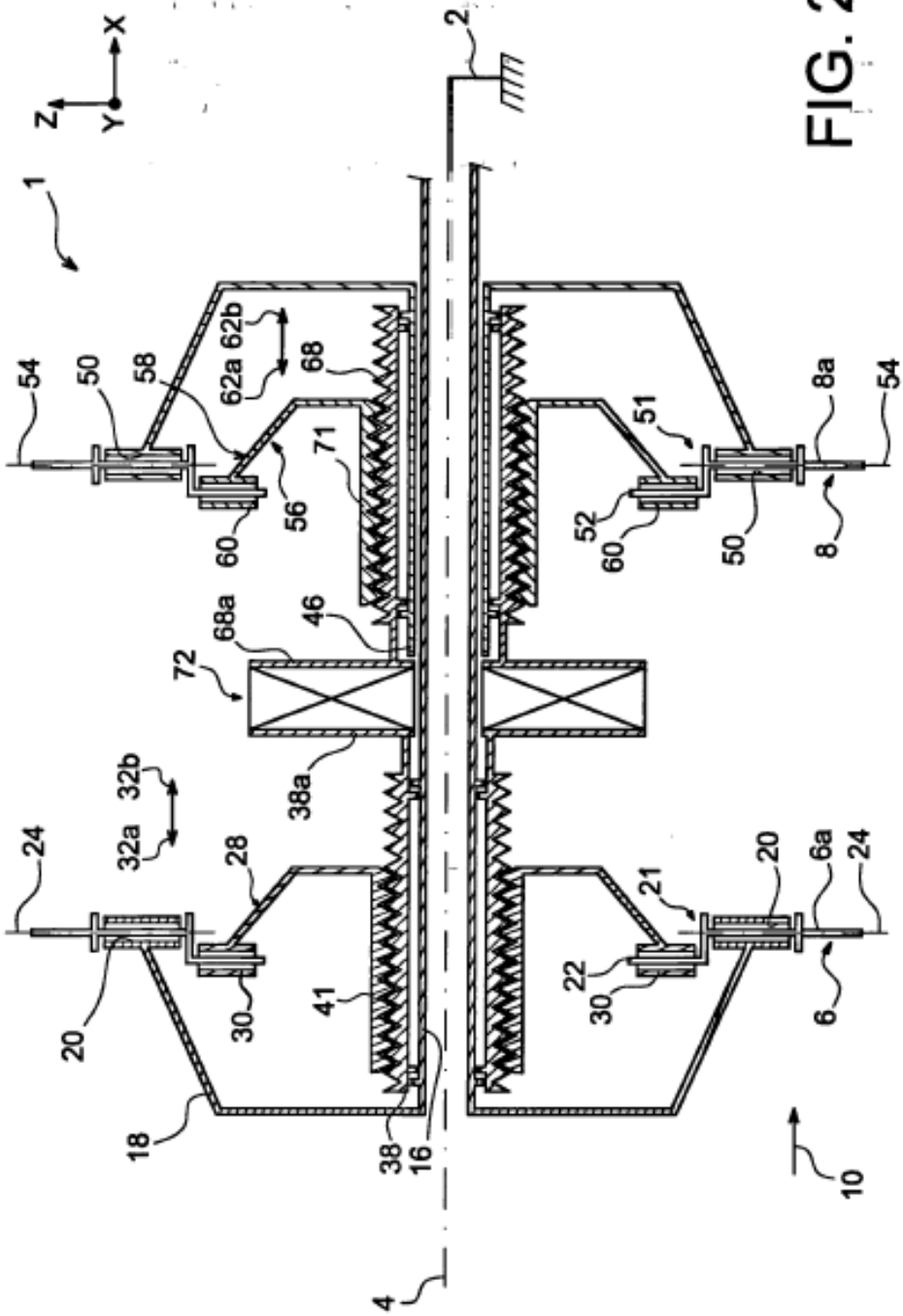
X
Z
Y
1
2
54
50
58
62a 62b
68
71
56
60
51
52
8a
8
68a
46
72
38a
32b
32a
24
28
20
30
41
18
38
16
21
22
6a
6
10
4

FIG. 2b

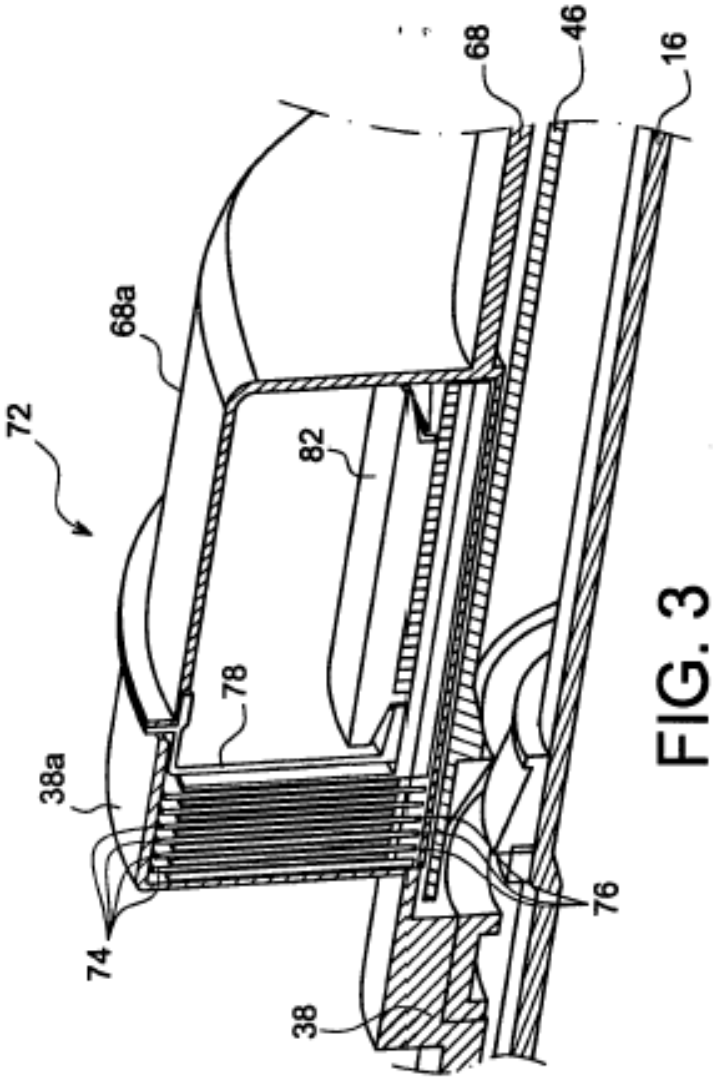

FIG. 3