

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 874 052**

51 Int. Cl.:

F02C 7/277

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.11.2016** **E 16382541 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.03.2021** **EP 3324021**

54 Título: **Aeronave que incorpora un sistema de arranque de los motores principales**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
04.11.2021

73 Titular/es:

AIRBUS OPERATIONS, S.L. (100.0%)
Av. John Lennon s/n
28906 GETAFE (Madrid), ES

72 Inventor/es:

CHIABRANDO, MARCOS, JAVIER;
CARRO SANCHEZ, MIGUEL ANGEL;
MARTINEZ SANCHO, ALBERTO;
MARTINEZ VILLACORTA, SAMUEL y
FERNANDEZ-LOPEZ, PIO

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 874 052 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

Aeronave que incorpora un sistema de arranque de los motores principales

Objeto de la invención

5 La presente invención se refiere a un sistema para controlar la refrigeración de los motores principales de una aeronave durante las operaciones de arranque.

La invención proporciona una velocidad de rotación reducida controlada durante la operación de refrigeración o de puesta en marcha por manivela de los motores principales antes de arrancar los motores principales, con el fin de mitigar el fenómeno del rotor arqueado.

10 Un objetivo de la invención es reducir los tiempos de arranque e incrementar la fiabilidad de las válvulas del aire de arranque y de la fuente de energía neumática.

Antecedentes de la invención

15 Típicamente, los motores principales de las aeronaves utilizan un arrancador neumático de turbina para iniciar la rotación del motor. El arrancador de neumático de turbina está acoplado con una fuente de fluido a alta presión, por ejemplo, aire comprimido, que incide sobre las palas de turbina del arrancador de turbina, provocando la rotación a alta velocidad. El arrancador neumático de turbina incluye un eje de salida que está acoplado al rotor de alta presión generalmente por medio de uno o más engranajes, a la caja de engranajes del motor principal de manera que el motor principal sea rotado con el arrancador neumático de turbina.

20 Cuando el motor principal alcanza una velocidad predeterminada, el combustible es inyectado al motor principal para encender dicho motor de manera que se consiga una velocidad de funcionamiento automático y se haga posible la operación sin asistencia adicional.

25 Típicamente, la potencia neumática suministrada para arrancar el motor principal por medio del arrancador neumático de turbina se suministra mediante una unidad de potencia auxiliar (APU). En general, dichas APUs pueden incluir uno o más compresores, combustores y turbinas para generar una potencia mecánica y eléctrica, particularmente cuando la aeronave está en el suelo. Adicionalmente, el aire procedente de los compresores de la APU puede ser utilizados para accionar el motor principal por medio del arrancador neumático de turbina.

Un problema conocido al arrancar los motores principales de la aeronave es la refrigeración del rotor, mientras está sometido a los efectos del fenómeno del rotor arqueado.

El fenómeno del rotor arqueado es un problema conocido en las máquinas turbo, y se explica a continuación:

- 30 - Durante la operación del motor, el aire de refrigeración para los discos de turbina de alta presión (HP) está fluyendo a través de los pasos del aire de refrigeración creados para esta función. Después del SD el motor, el compresor de alta presión y los discos de turbina permanecen calientes.
- 35 - Se produce la convección térmica de gravedad asimétrica alrededor de la turbina HP, el aire caliente se desplaza hasta la parte superior del cárter mientras que el aire frío se desplaza hacia abajo. La convección térmica creada por este fenómeno no es compensada por la transferencia de calor opuesta, creando un importante gradiente de temperatura entre la parte superior y la inferior de la sección HP (hasta 12 °C). Esta diferencia de temperatura entre la parte superior e inferior del rotor de HP crea unas cargas termo-mecánicas; y como respecto de la arquitectura usual de los motores (bobina de registro entre dos cojinetes); el eje se flexiona entre los puntos isostáticos como un arco (de ahí viene el término).
- 40 - Un nuevo arranque con un rotor arqueado puede traducirse en un incremento de las vibraciones y el riesgo de frotamiento de las palas del rotor de HP contra el abrasible lo que conduce al deterioro del rendimiento y a la producción de daños a la pala.

45 Diferentes configuraciones o arquitecturas de motores proporcionan una duración diferente de este fenómeno. Por lo general, es máximo después de 1 ½ horas después de la parada (SD) del motor, y tarda más de 6 horas en desaparecer, dependiendo de la temperatura externa y de las condiciones del viento. Las consecuencias de un arranque de motor con el Rotor Arqueado podrían traducirse en daños al compresor del motor, a vibraciones N2 e incluso una pérdida en el compresor.

50 La actualización de las actuales flotas tiende a mostrar que alrededor del 60 % de los operadores de aeronaves paran los motores alrededor de una hora y media entre vuelos. Esto significa que el funcionamiento del siguiente motor se producirá con el Fenómeno del Rotor Arqueado del motor más próximo a su posición máxima. Los operadores no pueden esperar más de 6 horas hasta el siguiente funcionamiento del motor.

En algunos casos concretos, la velocidad a la cual podrían producirse daños es muy lenta, de modo que se han propuesto algunas soluciones específicas para el fenómeno del rotor arqueado:

1.- Una solución conocida es el uso de cualquier medio para llevar a cabo una rotación muy lenta del motor durante un tiempo muy prolongado con el fin de igualar las temperaturas, minimizando con ello el efecto de arqueado.

2.- Otra solución conocida consiste en refrigerar el motor (o la homogeneización de la temperatura) antes del arranque del motor. Para llevar a cabo esta solución hay algunas alternativas:

2a.- Puesta en marcha por manivela del motor a una velocidad puesta en marcha por manivela máxima → solo permitida para algún tipo de motores.

2b.- Puesta en marcha por manivela del motor a velocidad variable, con un control aerodinámico interno del motor de la velocidad de rotación → sólo del régimen de alta velocidad.

2c.- Puesta en marcha por manivela a velocidad moderada del motor, controlando la velocidad del motor mediante la regulación del aire presurizado que llega al arrancador de turbina del motor. El control de este aire podría llevarse a cabo con una válvula de apertura - cierre en una posición semiabierto dinámicamente estabilizada que restringe el suministro del flujo de aire hacia el arrancador neumático.

Los ejemplos de estado de la técnica se muestran en los documentos US2014/373553 y US2014373518.

Sumario de la invención

La presente invención se define en la reivindicación independiente adjunta 1 y sus reivindicaciones dependientes.

Un aspecto de la invención se refiere a una aeronave que comprende al menos un motor principal y a un arrancador neumático mecánicamente acoplado con el motor principal, para que una fuente neumática, por ejemplo, una Unidad de Potencia Auxiliar (APU), esté en comunicación de fluido con el arrancador neumático para suministrar aire presurizado a aquél para arrancar el motor principal.

Una primera válvula de control del flujo del arrancador está dispuesta en la salida de la fuente neumática, y una segunda válvula de control del flujo del arrancador está dispuesta en la entrada del arrancador neumático para regular el flujo de aire que llega hasta el arrancador neumático.

Un primer sistema de control está dispuesto para controlar la salida de presión del aire de fuente neumática, y un segundo sistema de control está dispuesto para controlar la operación del motor principal y de la segunda válvula de control del flujo de arranque.

El primer sistema de control presenta un diagrama de datos que contiene unos valores de presión predeterminados de la fuente neumática, correspondiendo dichos valores a las condiciones ambientales, como los valores de la temperatura ambiental, para obtener una velocidad de rotación deseada para el motor principal para esa condición ambiental. El primer sistema de control está adaptado para controlar la salida de la presión del aire de la fuente neumática en base a dicho diagrama de datos, con el fin de hacer rotar el motor principal dentro de un régimen de rotación predefinida durante el procedimiento de refrigeración.

La presente invención hace posible una velocidad de rotación reducida durante el proceso de refrigeración o de puesta en marcha por manivela antes del arrancar del motor principal, para la homogeneización de la temperatura interna para eliminar los efectos producidos por el fenómeno del "Rotor Arqueado".

Algunas ventajas de la invención en comparación con las soluciones de la técnica anterior mencionadas anteriormente (1,2a - 2c) son:

1.- Frente a la solución de la puesta en marcha lenta de un motor, la invención no requiere la instalación de un nuevo hardware en la aeronave, de manera que no es necesario tomar en consideración ningún nuevo modo de falla. Dado que la invención es activada sólo antes del arranque del motor principal, sólo requiere el suministro de aire sangrado auxiliar únicamente durante unos pocos minutos.

2a.- A diferencia de esta solución de la técnica anterior que sólo puede ser aplicada a motores específicos, la invención es aplicable a cualquier arquitectura de motor.

2b.- A diferencia de esta solución de la técnica anterior que sólo puede ser aplicada a motores específicos, la invención es aplicable a cualquier arquitectura de motor.

2c.- La invención presenta las siguientes ventajas:

- el control de una velocidad de rotación reducida por medio de un suministro de presión de aire de sangrado controlada y predefinida.
- reducción del tiempo de arranque.
- fiabilidad incrementada de la válvula del aire de arranque (SAV), mediante la reducción de las oscilaciones de la SAV.

- fiabilidad incrementada de la fuente de energía neumática/APU.
- reducción de las interrupciones operativas debido a fallos de las SAV (un fallo de una SAV conduciría a un NO GO).
- válido para manivela simple o doble.

5 **Breve descripción de los dibujos**

A continuación, se describirán formas de realización preferentes de la invención con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La figura 1.- muestra una representación esquemática de una aeronave de acuerdo con la invención.

La figura 2.- muestra una representación esquemática de un sistema de acuerdo con la invención.

- 10 La figura 3.- es un diagrama que ilustra el régimen de velocidad de rotación deseado conseguido con la invención durante el procedimiento de refrigeración.

Forma de realización preferente de la invención

- 15 La Figura 1 muestra una aeronave (1) que comprende dos motores principales (2, 2') compuesto cada uno por una turbina a gas, una Unidad de Potencia Auxiliar (APU) (3) como una fuente neumática, comunicada por fluido a través de un conducto de aire sangrado (5) con un arrancador neumático (4) de uno de los motores principales o, como alternativa, con los arrancadores neumáticos de los dos motores principales. La (APU) (3) suministra aire presurizado al arrancador neumático (4), que está mecánicamente acoplado al motor principal (2) para arrancar dicho motor.

- 20 Más detalladamente a la vista de la figura 2, una primera válvula de control del flujo del arrancador (6) está dispuesta a la salida del (APU) (3), y una segunda válvula de control del flujo del arrancador (7) está dispuesta a la entrada del arrancador neumático (4) para regular el flujo de aire que llega hasta el arrancador neumático (4). La velocidad de rotación de los motores principales, por tanto, es proporcional a la presión del aire que llega hasta el arrancador neumático (4).

- 25 Un primer sistema de control como por ejemplo una Unidad de Control Electrónico (ECU) (8), está dispuesto de manera convencional para controlar la salida de la presión del aire de sangrado de la APU (3) mediante el control de la operación de la propia APU (3) y/o la operación de la Primera Válvula del Control de flujo del arrancador (6), para hacer posible que presión del aire haga rotar el motor principal a una velocidad de rotación dentro de un régimen de velocidad predefinido durante el proceso de refrigeración.

- 30 Un segundo sistema de control, tal como, por ejemplo, un Controlador de Motor Digital de Autoridad Máxima (FADEC) (9), está dispuesto para controlar la operación del motor principal (2) y de la segunda válvula de control del flujo del arrancador (7). El (FADEC) (9) está adaptado para controlar el motor principal (2) y la segunda válvula de control del flujo del arrancador (7) durante la refrigeración, como un proceso de regulación en bucle cerrado.

- 35 De acuerdo con la invención, la Unidad de Control Electrónico (ECU) (8) incorpora un diagrama de datos (10) que contiene unos valores de la presión predeterminados de la (APU) (3), en la que cada uno de dichos valores se corresponde con una condición ambiental para obtener una velocidad de rotación deseada del motor principal (2) para esa condición ambiental. Las condiciones ambientales, de modo preferente comprenden valores de la temperatura ambiental.

- 40 Los valores de la presión predefinidos estarán incluidos por medio de ecuaciones o tablas en función de las condiciones ambientales actuales o por medio de las fuentes de información en forma de datos agrupados necesarios para calcular con precisión la presión requerida por el motor principal.

Un parámetro que a algunas veces acciona la velocidad del motor principal durante la fase de refrigeración es la temperatura del aceite, por tanto, la Unidad de Control Electrónico (ECU) (8) se adapta de manera adicional a la temperatura del aceite leída y para tener en cuenta esta temperatura del aceite en su proceso de control.

- 45 La (ECU) (8) está así mismo adaptada para regular la salida de la presión del aire de la (APU) (3), como un proceso de regulación en bucle abierto, y en base a dicho diagrama de datos (10). Para calcular el régimen de velocidad, se deben obtener la presión del aire de sangrado máxima y mínima equivalente a la obtención de la velocidad de rotación máxima y mínima en el motor principal. Debe incluir en ella la presión requerida para obtener la velocidad de rotación deseada para cada condición ambiental, con algunas correcciones como por ejemplo la temperatura del aceite del motor principal.

- 50 Un régimen de velocidad se muestra en la figura 3, en la que los valores superior y mínimo del régimen de velocidad de rotación son la velocidad de refrigeración máxima y la velocidad de refrigeración mínima para producir, respectivamente, la refrigeración del motor principal.

La primera válvula del control del flujo del arrancador (6) permite ajustar la salida de la presión del aire de la (APU) (3) en un valor conservador de la presión (sintonización bruta), mientras que la segunda válvula de control del flujo del arrancador (7) controla con más precisión el flujo de aire que debe llegar hasta el arrancador neumático (4) mediante el control de la posición de la segunda válvula de control del flujo del arrancador (7).

- 5 La arquitectura mostrada en la figura 2, que combina una lógica de control en bucle abierto en el controlador de la APU y en bucle cerrado sobre el FADEC del motor principal, permiten una sintonización precisa de la velocidad de rotación del motor principal.

Otras formas de realización preferentes de la presente invención se describen en las reivindicaciones dependientes adjuntas y en las múltiples combinaciones de dichas reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Una aeronave (1) que incorpora un sistema de arranque del motor principal, comprendiendo la aeronave (1):
un motor principal (2) y un arrancador neumático (4) mecánicamente acoplado con el motor principal (2) para arrancar dicho motor,
5 una fuente neumática comunicada mediante fluido con el arrancador neumático (4) para suministrar aire presurizado al mismo,
una primera válvula de control del flujo del arrancador (6) dispuesta en la salida de la fuente neumática,
un primer sistema de control para controlar la salida de la presión del aire de la fuente neumática,
10 y en la que el primer sistema de control está provisto de un diagrama de datos (10) que contiene los valores de la presión predeterminados de la fuente neumática, en la que cada uno de dichos valores se corresponde con una condición ambiental para obtener una velocidad de rotación deseada para el motor principal (2) para esa condición ambiental,
y en la que el primer sistema de control está adaptado para controlar la salida de la presión del aire de la fuente neumática en base a dicho diagrama de datos (10), para hacer rotar el motor principal (2) dentro de un régimen de velocidad de rotación predefinido durante el procedimiento de refrigeración,
15 **caracterizada porque** la aeronave (1) comprende además una segunda válvula de control de flujo del arrancador (7) dispuesta en la entrada del arrancador neumático (4) para regular el flujo de aire que llega al arrancador neumático (4).
2. Una aeronave (1) de acuerdo con la reivindicación 1 que comprende, además, un segundo sistema de control para controlar la operación del motor principal (2) y la segunda válvula de control de flujo del arrancador (7).
3. Una aeronave (1) de acuerdo con la reivindicación 1 en la que el primer sistema de control está adaptado para controlar la salida de la presión de aire de la fuente neumática como un procedimiento de regulación de bucle abierto.
4. Una aeronave (1) de acuerdo con la reivindicación 2 en la que el segundo sistema de control está adaptado para controlar el motor principal (2) y la segunda válvula de control de flujo del arrancador (7), como un procedimiento de regulación de bucle cerrado.
5. Una aeronave (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la condición ambiental comprende valores de temperatura ambiente.
6. Una aeronave (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la fuente neumática es una Unidad de Potencia Auxiliar (APU) (3).
7. Una aeronave (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el motor principal (2) es una turbina de gas.
8. Una aeronave (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que los valores superior y mínimo del régimen de velocidad de rotación son la velocidad de refrigeración máxima y la velocidad de refrigeración mínima para producir, respectivamente, la refrigeración del motor principal (2).

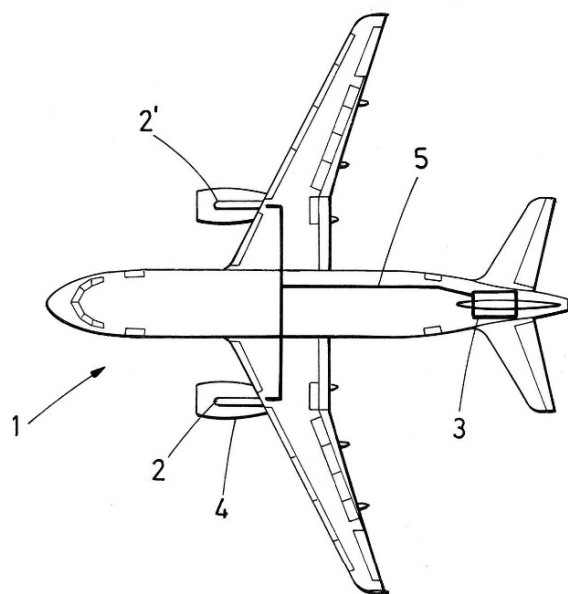
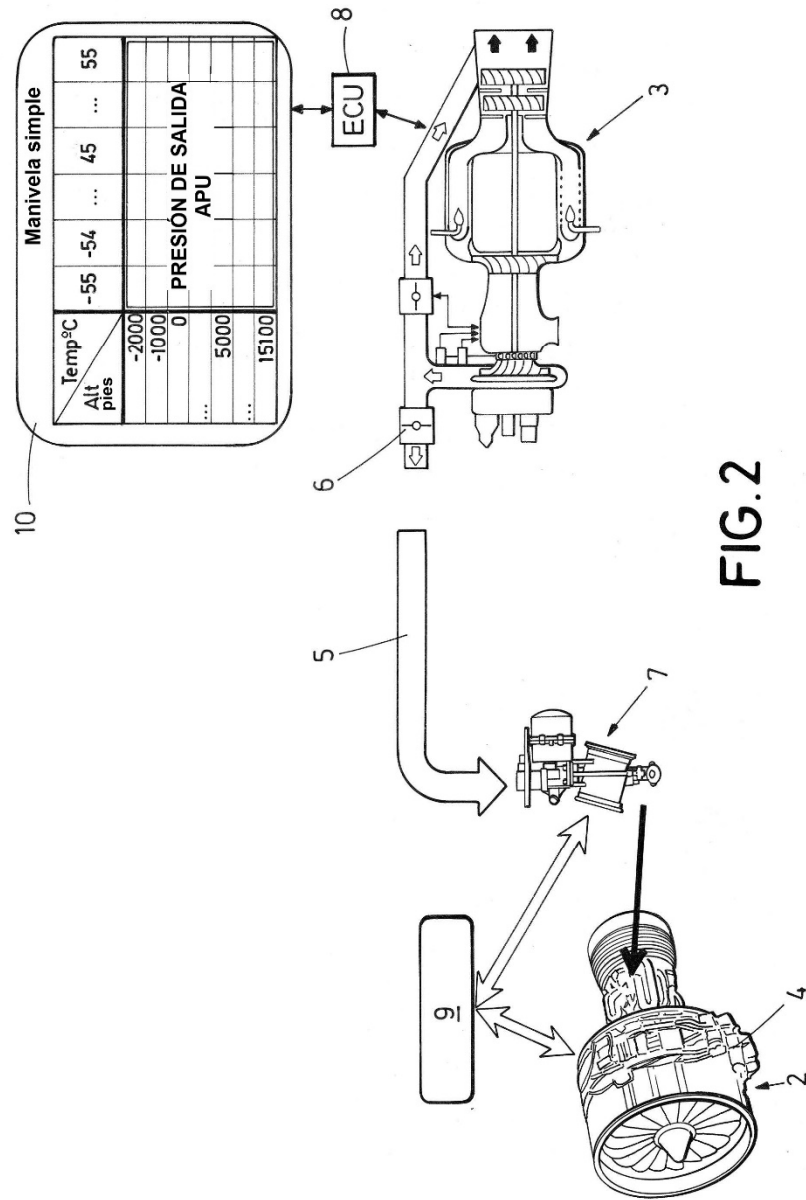


FIG.1



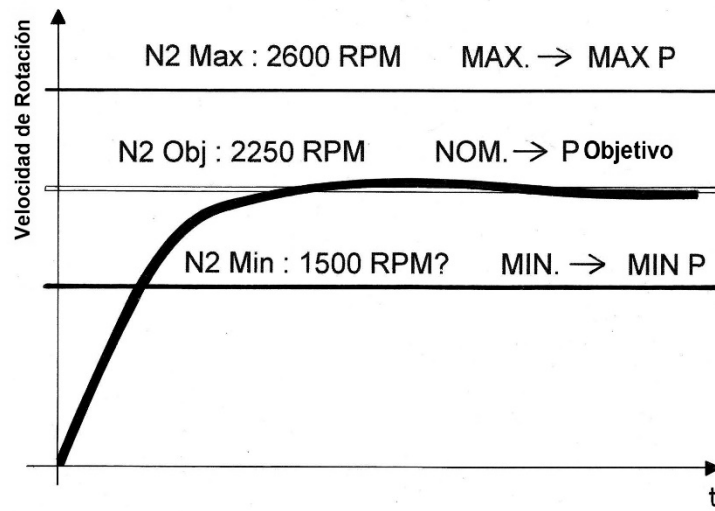


FIG.3