(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 698 380**

(51) Int. Cl.:

F02C 7/22 (2006.01)
F02C 7/232 (2006.01)
F02C 9/28 (2006.01)
F02C 9/30 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.12.2015** **E 15382618 (5)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.09.2018** **EP 3179077**

(54) Título: **Sistema de control de combustible para un motor de turbina de gas de una aeronave**

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
04.02.2019

(73) Titular/es:

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

(72) Inventor/es:

DEMELAS, SALVATORE

(74) Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 698 380 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

Sistema de control de combustible para un motor de turbina de gas de una aeronave

Objeto de la invención

La presente invención se refiere a un nuevo sistema de control, presurización y distribución de combustible para un motor de turbina de gas de una aeronave, en particular, para aquellas aeronaves cuyos sistemas de control de combustible de motor principal y/o unidad de potencia auxiliar comprenden una unidad de control de combustible (FCU) mecánica, un controlador de combustible (tal como una Unidad Electrónica de Motor (ECU)), y una pluralidad de toberas para distribuir el combustible presurizado recibido desde la FCU a la cámara de combustión del motor.

Un objeto de la invención es proporcionar un sistema de control de combustible que mejore el rendimiento y la emisión de motores de turbina de gas convencionales, por desacoplamiento de la eficacia de la presurización de combustible y la administración a la cámara de combustión de la fase de operación (arranque, enfriamiento, ralentí, trabajando,) y la condición de carga (carga escalonada, carga completa, carga parcial, ...).

Otro objeto de la presente invención es proporcionar un sistema de control de combustible que minimice el peso de sistemas de control de combustible convencionales, y al mismo tiempo simplifique el sistema, y evite el uso de la unidad de control de combustible mecánica, permitiendo ahorrar costes y espacio cuando se instala en la aeronave.

Antecedentes de la invención

La unidad de potencia auxiliar (APU) es un motor de turbina de gas que suministra potencia eléctrica y neumática a los sistemas de aeronave como fuente de energía auxiliar o secundaria. La APU permite que la aeronave sea autónoma de fuentes externas de potencia eléctrica y neumática en tierra o durante el vuelo.

Convencionalmente, el sistema de control de combustible de APU es principalmente un sistema mecánico en el que el controlador de combustible controla el motor mediante la modulación de la presión de combustible administrada a las toberas desde la unidad de control de combustible.

Las unidades de control de combustible usadas actualmente necesitan garantizar que el combustible se presuriza, filtra, regula, distribuye mecánicamente a los colectores de combustible de motor primario y secundario y se recupera durante una parada de motor para evitar la liberación de vapor de combustible al ambiente (válvula ecológica). Adicionalmente, para garantizar una operación fiable, dichas unidades de control de combustible necesitan incluir válvulas mecánicas adicionales (alivio de presión, corte...). Estos requisitos convierten las FCU convencionales en un elemento mecánico sumamente complejo y pesado que es accionado mecánicamente por la caja de engranajes de accesorios de motor.

Como se muestra en la Figura 1, un sistema de control de combustible convencional comprende un tanque (3) de combustible que contiene combustible, una FCU (4), una bomba de combustible de CC de APU (8) para alimentar la FCU (4) desde el tanque (3) de combustible cuando las bombas de combustible de motores principales están inactivas, una caja de engranajes de APU (2) para accionar mecánicamente la FCU (4), al menos una tobera (10) para distribuir el combustible presurizado recibido de la FCU (4) a la cámara de combustión de APU (6), y dicha cámara de combustión de APU (6). Adicionalmente, los sistemas convencionales comprenden un controlador de combustible (5) adaptado para modular la presión de combustible entregada a las toberas (10) mediante actuación en la FCU (4).

No obstante, el rendimiento y la emisión de estos sistemas convencionales dependen de la fase de operación de APU (arranque, enfriamiento, ralentí, trabajo...) y la condición de carga de APU (carga escalonada, carga completa, carga parcial...), dado que las toberas únicamente llegan a una atomización de combustible óptima cuando la APU está en operación continua con una condición de carga alta. En tales condiciones, las toberas son suministradas con la presión más alta, permitiendo la mejor atomización de combustible y distribuir gotitas de combustible de tamaño mínimo.

La figura 2 muestra una tobera (10) convencional que distribuye combustible a diferentes presiones. En la figura 2a la tobera (10) es suministrada con una presión baja de combustible. En la figura 2b la tobera (10) es suministrada con una presión media de combustible. Y en la figura 2c la tobera (10) es suministrada con una presión alta de combustible. Como se representa, cuando una tobera es suministrada con presión alta, el patrón de atomización se extiende cubriendo grandes áreas y distribuyendo gotitas de tamaño mínimo.

Un ejemplo de un control para proporcionar combustible a una APU puede encontrarse en la solicitud de patente Europea Nº EP-2541024-A2, el control incluye una velocidad de motor eléctrico constante, una primera bomba accionada por el motor y una segunda bomba accionada por el motor, en el que el motor eléctrico, la primera bomba y la segunda bomba proporcionan combustible a suficiente capacidad de presión/flujo para ejecutar el APU.

Por lo tanto, sería deseable proporcionar medios técnicos que logren mejores rendimiento y emisión de motores de turbina de gas convencionales en cualquier estado de operación y de carga del motor. Además, sería deseable

simplificar los sistemas de control de combustible convencionales, y reducir el peso asociado al tiempo que se minimiza el coste de los sistemas de control de combustible convencionales.

Sumario de la invención

La presente invención vence los inconvenientes mencionados anteriormente al proporcionar un sistema de control de combustible de acuerdo con las características de la reivindicación 1, que mejora el rendimiento y la emisión de un motor de turbina de gas, al mismo tiempo que proporciona un sistema simplificado con respecto a sistemas convencionales, y logra una reducción de peso y coste.

La invención se refiere a un sistema de control de combustible para un motor de turbina de gas de una aeronave que comprende un motor que tiene una caja de engranajes y una cámara de combustión, y un tanque de combustible para contener combustible. De acuerdo con la invención, el sistema comprende, además, una bomba de combustible de alta presión para bombear combustible desde el tanque de combustible hacia la cámara de combustión, al menos un inyector de combustible controlado eléctricamente para inyectar un caudal del combustible bombeado en la cámara de combustión, un sensor de presión de combustible colocado para detectar la presión del combustible bombeado, un sensor de temperatura de combustible colocado para detectar la temperatura del combustible bombeado, y un controlador de combustible acoplado eléctricamente a los sensores de presión y temperatura de combustible para calcular la densidad de combustible de acuerdo con los valores detectados. Además, el controlador de combustible está acoplado eléctricamente al al menos un inyector de combustible para determinar la tasa de inyección de flujo de combustible. El controlador de combustible está adaptado para calcular la cantidad de combustible inyectado, de acuerdo con la densidad de combustible y la tasa de inyección de flujo de combustible. Adicionalmente, el controlador de combustible está acoplado eléctricamente a la bomba de combustible para establecer un valor de presión de salida de bomba, de acuerdo con la cantidad del combustible inyectado, de tal manera un valor de presión constante se suministra al al menos un inyector de combustible, con el fin de inyectar una presión de inyección de combustible constante en la cámara de combustión.

El controlador de combustible está acoplado tanto con el sensor de presión de combustible como con el sensor de temperatura de combustible para calcular la densidad de combustible bombeado, y con el al menos un inyector de combustible para detectar la tasa de inyección que está siendo administrada por dicho inyector. Basándose en la densidad de combustible y de la tasa de inyección de flujo, el controlador de combustible puede calcular la cantidad de combustible que se está inyectando directamente en la cámara de combustión. De acuerdo con esto, el controlador de combustible está adaptado, además, para establecer un valor de presión de salida en la bomba de combustible, de tal manera un valor de presión constante se suministra al al menos un inyector de combustible. De este modo, se inyecta una presión de inyección de combustible constante a la cámara de combustión. De este modo, la tasa de inyección de combustible requerida es inyectada de manera fiable en cualquier momento en la cámara de combustión por el al menos un inyector de combustible.

De este modo, la invención permite que el al menos un inyector de combustible trabaje constantemente a una presión de combustible máxima, de modo que se garantiza una atomización de combustible óptima en todas las condiciones (velocidad/carga) de operación de motor. Esta actualización en la atomización de combustible mejora el rendimiento global del motor de turbina de gas.

Al proporcionar un controlador de combustible que está adaptado para vigilar la presión de combustible, la temperatura de combustible y el caudal inyectado en la cámara de combustión, y que también está adaptado para calcular un valor de presión de salida de bomba para que el al menos un inyector de combustible sea suministrado con un valor constante de presión de combustible, la invención evita la necesidad de la FCU.

Dado que la FCU es un elemento mecánico sumamente complejo y pesado que es accionado mecánicamente por la caja de engranajes, la invención confiere al sistema una mejora de peso y simplicidad, y también una mejor respuesta del motor en cualquier condición de velocidad o carga. Adicionalmente, la invención desacopla la atomización de combustible de la operación de motor.

Adicionalmente, al proporcionar una bomba de combustible de alta presión, la invención permite eliminar la bomba de combustible alimentada por CC, que convencionalmente alimenta la FCU desde los tanques de combustible cuando las bombas de combustible de los motores principales están inactivas.

Sin la necesidad de la FCU ni de la bomba de combustible alimentada por CC, la invención simplifica el sistema de control de combustible, y permite reducir los costes de instalación, recurrentes y directos de los componentes mencionados, y también de los otros componentes necesarios para su funcionamiento. De este modo, la invención reduce también los costes de mantenimiento que conllevan los sistemas convencionales.

Adicionalmente, la invención logra una significativa reducción de peso al prescindir de la FCU y la bomba de combustible alimentada por CC, y, a su vez necesitar únicamente una simple bomba de combustible de alta presión.

Asimismo, al proporcionar un sistema de control de combustible que únicamente necesita una bomba de combustible de alta presión en lugar de la FCU y la bomba de combustible alimentada por CC, la invención permite ahorrar espacio, ofreciendo de ese modo espacio extra ya sea para encaminar arneses para cualquier otro sistema

de aeronave nuevo o existente, o para colocar cualquier equipo de aeronave nuevo o existente.

Breve descripción de los dibujos

Para una mejor comprensión de la invención, se proporcionan los siguientes dibujos con fines ilustrativos y no limitativos, en los que:

La figura 1 muestra una vista esquemática de un sistema de control de combustible convencional para una unidad de potencia auxiliar de una aeronave, en la que se utiliza una FCU, una bomba de combustible alimentada por CC de APU, y al menos una tobera para distribuir combustible desde el tanque de combustible a la cámara de combustión de APU.

La figura 2 muestra una vista esquemática de diferentes patrones de atomización de combustible mediante una tobera, que es suministrada por diferentes presiones de combustible.

La figura 3 muestra una vista esquemática de un sistema de control de combustible de acuerdo con una realización de la presente invención.

La figura 4 muestra una vista esquemática de un sistema de control de combustible de acuerdo con otra realización de la presente invención.

La figura 5 muestra un patrón de distribución típico del tamaño de gotita obtenido por toberas convencionales.

La figura 6 muestra un patrón de gotita de una inyección a alta presión por parte del al menos un inyector de combustible controlado eléctricamente.

Realización preferente de la invención

La figura 3 muestra una vista esquemática de un sistema 1 de control de combustible para un motor de turbina de gas de una aeronave de acuerdo con la invención. Como lo es convencionalmente, el sistema 1 de control de combustible de la figura 3 comprende un motor 18 que tiene una caja 2 de engranajes y una cámara 6 de combustión, y un tanque 3 de combustible para contener combustible. Adicionalmente, y de acuerdo con la invención, el sistema 1 comprende además una bomba 9 de combustible de alta presión, al menos un inyector 7 de combustible controlado eléctricamente, un sensor 11 de presión de combustible, un sensor 12 de temperatura de combustible, y un controlador de combustible 5. La bomba 9 de combustible de alta presión está conectada al tanque 3 de combustible para bombear combustible desde el tanque 3 de combustible hacia la cámara 6 de combustión. El al menos un inyector 7 de combustible controlado eléctricamente recibe el combustible bombeado de la bomba 9 de combustible, y es adecuado para inyectar un caudal controlable del combustible a la cámara de combustión 6. El sensor 11 de presión de combustible y el sensor 12 de temperatura de combustible están colocados para detectar respectivamente la presión y la temperatura del combustible bombeado. Finalmente, como se muestra, el controlador 5 de combustible está acoplado eléctricamente a la bomba 9 de combustible, el sensor 11 de presión de combustible, el sensor 12 de temperatura de combustible, y el al menos un inyector 7 de combustible. El controlador 5 de combustible está adaptado para calcular la densidad de combustible de acuerdo con los valores de presión y temperatura medidos, y para determinar la tasa de inyección de flujo de combustible mediante su acoplamiento con el al menos un inyector 7 de combustible. A partir de ambos parámetros, la densidad de combustible y la tasa de inyección de flujo de combustible, el controlador de combustible 5 está adaptado para calcular la cantidad del combustible inyectado para establecer un valor de presión de salida de bomba de tal manera que se suministre un valor constante de presión de combustible a el al menos un inyector de combustible 7. De este modo, una presión de inyección de combustible constante a la cámara 6 de combustión es inyectada por el al menos un inyector 7 de combustible.

De este modo, el sistema 1 de control de combustible logra suministrar una presión de combustible constante alta a el al menos un inyector 7 de combustible, y de este modo, distribuir una presión de inyección de combustible alta constante a la cámara 6 de combustión.

De este modo, se logra una atomización de combustible óptima (mínimo tamaño de gotita de combustible) en cualquier fase de operación y/o condición de carga del motor. De este modo, al contrario que el estado de la técnica, las emisiones y el rendimiento del sistema de control de combustible ya no son dependientes de la fase de operación y/o de las condiciones de carga del motor.

El controlador 5 de combustible se adapta, además, para ajustar el caudal de inyección de flujo de combustible de al menos un inyector 7 de combustible para suministrar al menos un inyector 7 de combustible con un valor de presión de combustible constante alto. Al regular la tasa de inyección de flujo de combustible, el controlador 5 de combustible regula la cantidad del combustible inyectado.

De este modo, en esta realización, el controlador de combustible 5 está adaptado para controlar tanto la presión de salida del combustible 9 bombeado como el flujo de combustible del al menos un inyector de combustible 7, para suministrar a el al menos un inyector 7 de combustible un valor constante de presión de combustible. De este modo,

el caudal de combustible del inyector 7 de combustible puede ser variado por el controlador 5 de combustible para obtener la cantidad de combustible instantánea deseada al tiempo que se asegura un valor de presión de entrada constante con el que suministrar a el al menos un inyector 7 de combustible.

De acuerdo con otra realización preferente, el motor 18 comprende, además, un eje y el sistema 1 de control de combustible comprende, además, un sensor 14 de velocidad de motor, en el que el sensor 14 de velocidad de motor está acoplado al motor 18 para detectar el valor instantáneo de velocidad del eje, y en el que el controlador 5 de combustible está adaptado, además, para recibir información 13 de carga de motor y para modificar el valor de presión de salida de bomba de combustible considerando los valores de carga y velocidad para suministrar un valor de presión de combustible constante al al menos un inyector 7 de combustible. La información 13 de carga de motor se puede estimar sobre la base del combustible necesario para mantener la velocidad de motor requerida con una carga eléctrica y neumática dada. Esta información de carga de motor 13 puede ser proporcionada por señales externas, tales como la demanda de flujo de aire para el motor, o la demanda de empuje para los motores principales.

Preferentemente, de acuerdo con otra realización preferente, el controlador 5 de combustible está adaptado para modificar tanto la presión de salida de la bomba 9 de combustible como el caudal de combustible del al menos un inyector 7 de combustible, considerando los valores de carga y velocidad del motor de turbina de gas además de la densidad y la tasa de inyección de flujo del combustible bombeado.

Preferentemente, si el sistema 1 de control de combustible comprende el sensor 14 de velocidad de motor y recibe la información de carga de motor, el controlador 5 de combustible se adapta, además, para modificar el ciclo de trabajo de la bomba 9 de combustible de acuerdo con la carga y los valores de velocidad para ese valor de presión de combustible constante se suministra al menos un inyector 7 de combustible. De este modo, la invención permite reducir el consumo de potencia de la bomba de combustible, pasando de una bomba de combustible en funcionamiento a presión máxima continua a una bomba de combustible con operación a menor presión.

Además, en una realización preferente, la bomba 9 de combustible comprende válvulas de entrada para recibir combustible a bombear, el controlador 5 de combustible está adaptado además para reducir el flujo de combustible de entrada a bomba a través de al menos una de dichas válvulas de entrada de bomba de combustible de acuerdo con los valores de carga y/o velocidad. De este modo, la invención optimiza además el consumo de potencia de bomba de alta presión.

De acuerdo con otra realización preferente, el sistema 1 de control de combustible comprende, además, un sensor 15 de presión de flujo de aire de entrada y uno de temperatura 16 de aire, ubicados ambos en una entrada de aire de motor, para detectar respectivamente valores de presión y temperatura de un flujo de aire de entrada, y en el que el controlador 5 de combustible está adaptado, además, para modificar el valor de presión de salida de bomba de combustible considerando los valores de presión y/o temperatura de flujo de aire de entrada, para suministrar un valor constante de presión de combustible a el al menos un inyector de combustible 7.

Preferentemente, el controlador 5 de combustible está adaptado para modificar tanto la presión de salida de la bomba 9 de combustible como el caudal de combustible del al menos un inyector 7 de combustible, considerando los valores de presión y temperatura de entrada de aire de motor para optimizar la tasa de flujo de inyección de combustible teniendo en cuenta la densidad de aire calculada además de los valores de velocidad y carga.

Preferentemente, el sistema 1 de control de combustible comprende una pluralidad de inyectores 7 de combustible, y el controlador 5 de combustible está adaptado para controlar individualmente el caudal de combustible de cada uno de los inyectores 7.

Preferentemente, como se muestra en la figura 3, el sensor 11 de presión de combustible y el sensor 12 de temperatura de combustible están acoplados a una tubería 17 que conecta la bomba de combustible 9 con el al menos un inyector 7 de combustible.

Como alternativa, como se muestra en la figura 4, el sensor 11 de presión de combustible y el sensor 12 de temperatura de combustible están acoplados a una salida de la bomba 9 de combustible.

De acuerdo con otra realización preferente, la bomba 9 de combustible es una bomba mecánica, que es accionada mecánicamente por la caja 2 de engranajes.

Como alternativa, la bomba de combustible 9 es una bomba eléctrica. En tal caso, la bomba 9 de combustible se puede desacoplar de la caja 2 de engranajes y se puede ubicar cerca de los tanques de combustible. La bomba de combustible alimentada eléctricamente permite un mejor control de la presión de combustible administrada, dado que no tiene relación con la velocidad de motor. Además, la bomba eléctrica ayuda a ahorrar energía en caso de baja demanda de combustible.

De acuerdo con otra realización preferente, el sistema 1 de control de combustible comprende además un motor lineal, y la bomba 9 de combustible es accionada por dicho motor lineal. Un motor lineal tiene un solo punto de fricción, implicando menos pérdidas, menos ruido acústico y mayor fiabilidad.

De acuerdo con otra realización preferente, la al menos una bomba 9 de combustible está integrada en cada inyector 7 del al menos un inyector 7 de combustible para formar un elemento de inyector de bomba. El elemento de bombeo también puede ser accionado por un motor lineal. En esta realización, el sistema ofrece:

- ahorro de peso, al proporcionar bombas de tamaño pequeño (adecuadas para ser integradas en los inyectores),
- simplificación de la caja de engranajes de motor,
- mayor eficacia, dado que no se coge potencia mecánica del eje del motor para accionar la bomba de combustible mecánica, y las bombas eléctricas presurizarán únicamente la cantidad de combustible necesaria, y
- mayor fiabilidad, dado que un set independiente de inyectores-bomba podría permitir la operatividad de motor después del fallo de un solo elemento de bombeo.

En una realización preferente, el motor de turbina de gas consiste en una unidad de potencia auxiliar.

Finalmente, de acuerdo con otro aspecto de la presente invención, la invención comprende además una aeronave que comprende el sistema 1 de control de combustible como se ha descrito.

Con respecto a arquitecturas de control de combustible existentes, el sistema de control de combustible de la invención presenta las siguientes ventajas:

- Se elimina la FCU actual proporcionando mejoras de peso y fiabilidad de sistema.
- Mayor rendimiento/consumo/emisión a ralentí y a plena carga debido a la mejor atomización de combustible independientemente de la carga de trabajo de turbomáquina.
- Cuando los inyectores de combustible no son energizados, no hay fugas de combustible a la cámara de combustión, lo que evita la liberación de combustible al ambiente externo, esto justifica la eliminación de la FCU y sus válvulas de ecología de combustible que se utilizan típicamente para drenar hacia atrás el combustible de los colectores tras la parada de motor (reducción de peso y complejidad) y también se evita el fenómeno de cocción de combustible en toberas durante la parada de motor permitiendo una mejor eficacia de combustión a largo plazo y fiabilidad de arranque de motor.
- Mejores prestaciones de arranque y rearranque en caliente debido a la mejor atomización de combustible en cualquier condición de carga/velocidad de motor.
- Mejor respuesta de motor a transitorios de carga fuertes y escalonados debido al hecho de que la tasa de inyección de combustible es controlada directamente en el lado de combustión y no en el lado de bomba de combustible.
- Reducción de peso debido a la menor complejidad del sistema de control de combustible.
- Mayor flexibilidad de instalación de componentes, dado que la bomba de combustible eléctrica de alta presión no necesita estar cerca de la zona de motor.
- Mejora de simplicidad/fiabilidad/peso debido al menor número de componentes.
- Simplificación de la caja de engranajes de accesorios de motor y reducción de peso (sin FCU mecánica para accionar).
- La recirculación de combustible puede reducirse en gran medida (si lo necesita la arquitectura de un accionador específico de motor alimentado por presión de combustible, o se puede eliminar totalmente (los colectores de combustible de retorno se pueden eliminar). La carga de bomba de combustible se puede optimizar en línea con la necesidad instantánea de motor.
- Si se usan, los accionadores alimentados por presión de combustible de motor no están sometidos a variación de presión de combustible que podría alterar su tiempo de reacción mecánica (que reduce la fidelidad de bucle de control y aumenta la complejidad de algoritmos de regulación de SW de motores).
- Control continuo de la cantidad de combustible que asegura que se inyecte constantemente un flujo de combustible regulado a la máxima presión independientemente de la carga/velocidad de motor, que proporciona un mayor rendimiento de motor.
- Se pueden eliminar colectores de retorno de combustible de toberas/inyectores de motor, lo que proporciona un ahorro de peso.
- Altas presiones de inyección aumentan la energía de turbulencia de la pulverización, lo que reduce la necesidad de pérdidas de energía de torbellino en la cámara de combustión con el fin de producir la mezcla aire-combustible correcta, lo que proporciona mayor rendimiento de motor.

La figura 5 muestra el tamaño de gotita obtenido por toberas convencionales. El eje horizontal es una escala logarítmica de tamaño de partícula x en µm. El eje vertical en el lado derecho es una escala lineal de la densidad de distribución Q31 g(x) en función del tamaño de partícula x.

La figura 6 muestra un patrón típico de gotita de una inyección a alta presión por parte del al menos un inyector de combustible controlado eléctricamente.

Como se muestra, el tamaño de gotita de los inyectores de combustible de la figura 6 es casi un orden de magnitud inferior al tamaño obtenible con las toberas tradicionales de la figura 5.

Además de mejorar el rendimiento y emisiones de motor, el tamaño de gotita medio mucho menor es muy beneficioso para garantizar una velocidad de llama constante y mayor. La mayor velocidad de llama también tiene

los siguientes beneficios:

- menor riesgo de incendio, y mayor velocidad de flujo permisible de cámara de combustión,
- menores pérdidas de presión interna de cámara de combustión y mayor presión de entrada de turbina),
- aumento de la eficacia térmica general, y
- una cámara de combustión de motor más compacta y ligera con menores pérdidas de presión (incluyendo la menor necesidad de turbulencia de remolino) debido al mayor flujo y velocidad de llama.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (1) de control de combustible para un motor de turbina de gas de una aeronave que comprende:

- un motor (18) que tiene una caja (2) de engranajes y una cámara (6) de combustión,
- un tanque (3) de combustible para contener combustible,
- una bomba (9) de combustible de alta presión para bombear combustible desde el tanque (3) de combustible hacia la cámara (6) de combustión, y
- un sensor (11) de presión de combustible colocado para detectar la presión del combustible bombeado,

caracterizado porque el sistema (1) comprende, además

- al menos un inyector (7) de combustible controlado eléctricamente para inyectar un caudal del combustible bombeado en la cámara (6) de combustión,
- un sensor (12) de temperatura de combustible colocado para detectar la temperatura del combustible bombeado, y
- un controlador (5) de combustible acoplado eléctricamente a los sensores (11, 12) de presión y temperatura de combustible para calcular la densidad del combustible de acuerdo con los valores detectados,
- en el que el controlador (5) de combustible está acoplado eléctricamente con el al menos un inyector (7) de combustible para determinar la tasa de inyección de flujo de combustible,
- en el que el controlador (5) de combustible está adaptado para calcular la cantidad del combustible inyectado, de acuerdo con la densidad de combustible y la tasa de inyección de flujo de combustible,
- en el que el controlador (5) de combustible está acoplado eléctricamente a la bomba (9) de combustible para establecer un valor de presión de salida de bomba, de acuerdo con la cantidad del combustible inyectado, de tal manera que se suministre un valor constante de presión de combustible a el al menos un inyector (7) de combustible con el fin de inyectar una presión de inyección de combustible constante en la cámara (6) de combustión, y
- en el que el controlador (5) de combustible está adaptado, además, para ajustar el caudal de inyección de flujo de combustible de al menos un inyector (7) de combustible para suministrar al menos un inyector (7) de combustible con un valor de presión de combustible constante.

2. Un sistema (1) de control de combustible de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el motor (18) comprende un eje, y en el que el sistema (1) comprende, además, un sensor (14) de velocidad de motor acoplado al motor (18) para detectar el valor de velocidad instantánea del eje del motor, y en el que el controlador (5) de combustible está adaptado, además, para recibir información (13) de carga de motor instantánea y modificar el valor de presión de salida de la bomba de combustible considerando los valores de carga y velocidad para suministrar un valor de presión de combustible constante a el al menos un inyector (7) de combustible.

3. Un sistema (1) de control de combustible de acuerdo con la reivindicación 2, en el que el controlador (5) de combustible está adaptado, además, para modificar el ciclo de trabajo de la bomba (9) de combustible de acuerdo con los valores de carga y velocidad para que ese valor de presión de combustible constante sea suministrado a el al menos un inyector (7) de combustible.

4. Un sistema (1) de control de combustible de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 2-3, en el que la bomba (9) de combustible comprende válvulas de entrada para recibir combustible a bombear, y en el que el controlador (5) de combustible está adaptado además para reducir el flujo de combustible de entrada a bomba a través de al menos una de dichas válvulas de entrada de bomba de combustible de acuerdo con los valores de carga y/o velocidad.

5. Un sistema (1) de control de combustible de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que comprende, además, un sensor (15) de presión de flujo de aire de entrada y un sensor (16) de temperatura de aire, ubicados ambos en una entrada de aire del motor para detectar respectivamente valores de presión y temperatura de un flujo de aire de entrada, y en el que el controlador (5) de combustible está adaptado, además, para modificar el valor de presión de salida de bomba de combustible considerando los valores de presión y temperatura de flujo de aire de entrada, para suministrar un valor constante de presión de combustible a el al menos un inyector de combustible (7).

6. Un sistema (1) de control de combustible de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en el que el controlador (5) de combustible está adaptado, además, para modificar el caudal de combustible inyectado por el al menos un inyector (7) de combustible considerando los valores detectados.

7. Un sistema (1) de control de combustible de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que comprende una pluralidad de inyectores (7) de combustible, y en el que el controlador (5) de combustible está adaptado para controlar individualmente el caudal de combustible de cada uno de los inyectores (7).

8. Un sistema (1) de control de combustible de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los sensores de presión de combustible (11) y/o el sensor de temperatura de combustible (12) están acoplados a una salida de la bomba (9) de combustible o a una tubería (17) que lleva el combustible bombeado a el al menos un

inyector (7) de combustible.

9. Un sistema (1) de control de combustible de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la bomba (9) de combustible es una bomba mecánica o eléctrica, y en el que si la bomba (9) de combustible de alta presión es una bomba mecánica, dicha bomba es accionada mecánicamente por la caja (2) de engranajes.

10. Un sistema (1) de control de combustible de acuerdo con la reivindicación 9, en el que la bomba (9) de combustible de alta presión mecánica es accionada mecánicamente por la caja (2) de engranajes.

11. Un sistema (1) de control de combustible de acuerdo con la reivindicación 9, en el que la bomba (9) de combustible eléctrica está colocada aparte (2) de la caja de engranajes.

12. Un sistema (1) de control de combustible de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que comprende además un motor lineal, y en el que la bomba de combustible (9) es accionada por dicho motor lineal.

13. Un sistema (1) de control de combustible de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la al menos una bomba (9) de combustible está integrada en cada inyector (7) del al menos un inyector (7) de combustible.

14. Una aeronave que comprende un sistema (1) de control de combustible de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

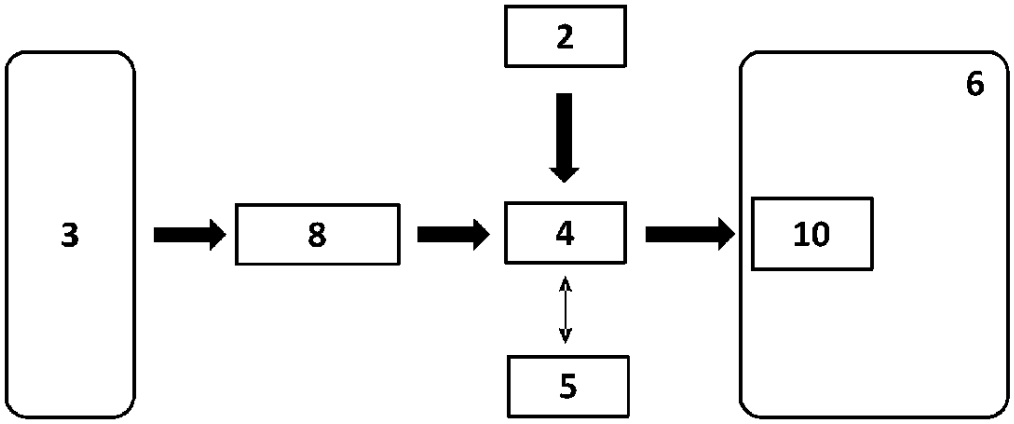

FIG. 1
(Técnica anterior)

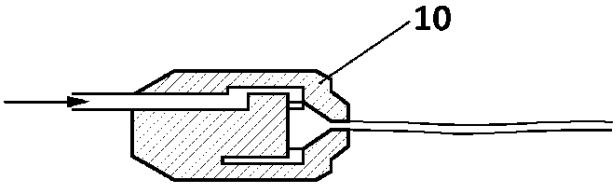

FIG. 2a

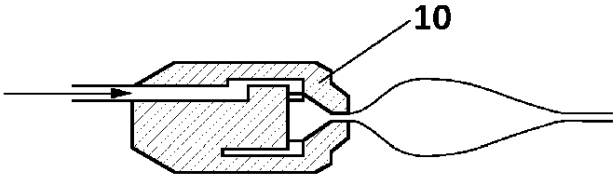

FIG. 2b

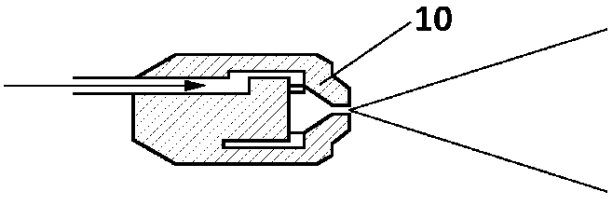

FIG. 2c

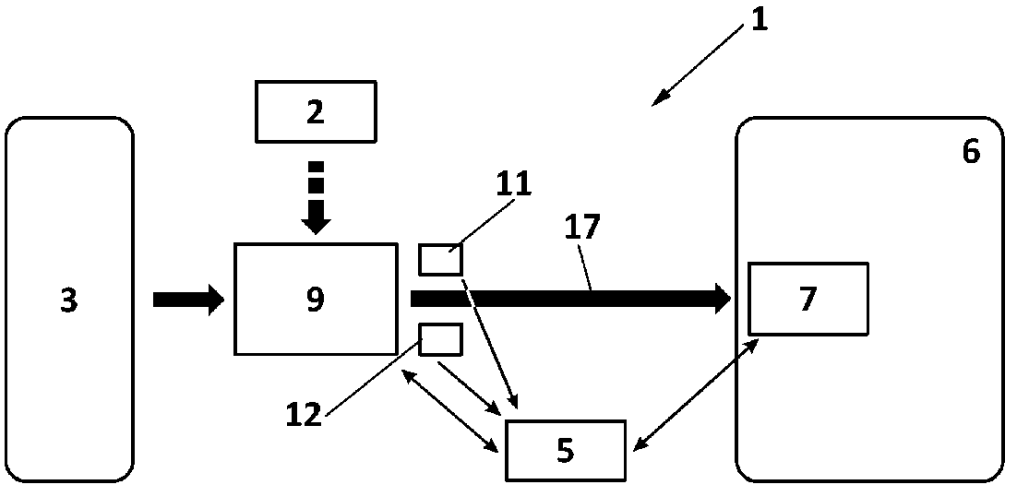

FIG. 3

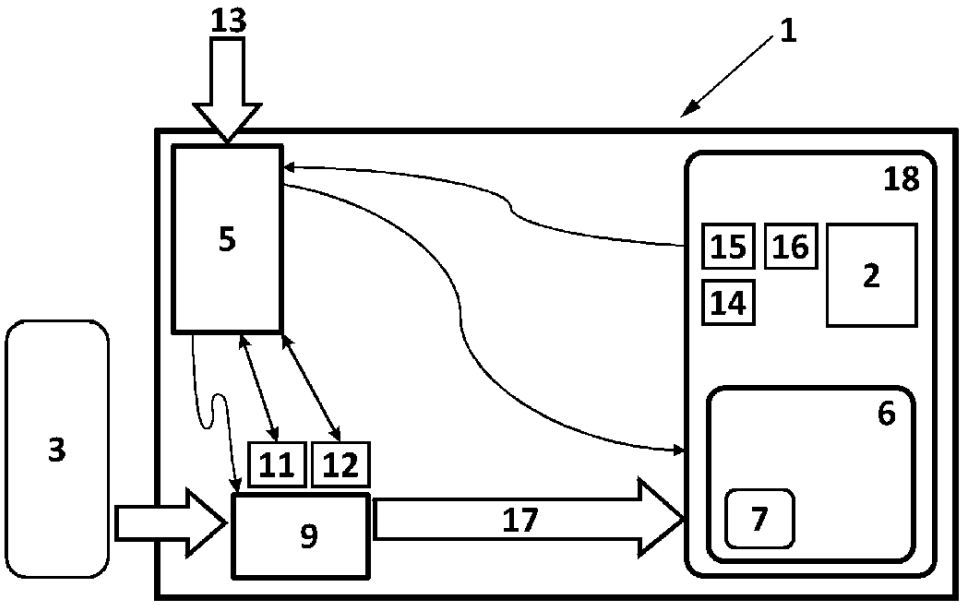

FIG. 4

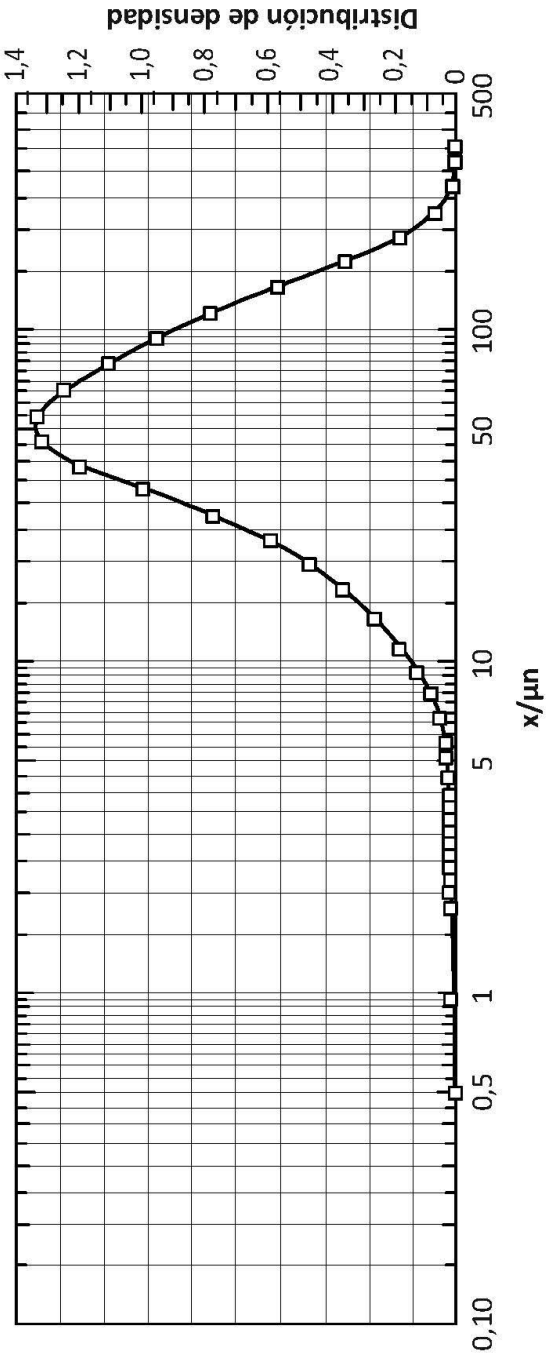

FIG. 5
(Técnica anterior)

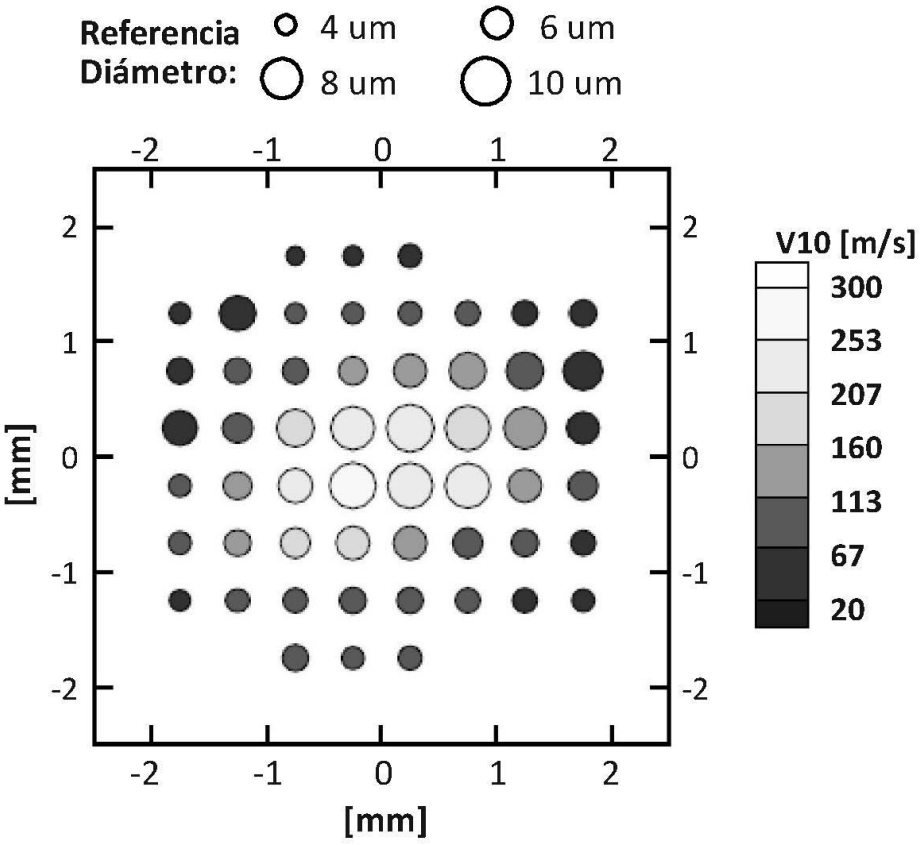
Referencia
Diámetro:
4 um
6 um
8 um
10 um
-2
-1
0
1
2
[mm]
V10 [m/s]
300
253
207
160
113
67
20

FIG. 6