

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 718 674**

51 Int. Cl.:

F02C 3/00 (2006.01)

F02C 7/22 (2006.01)

F02C 7/236 (2006.01)

F02C 7/232 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.12.2013 PCT/US2013/072992**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.06.2014 WO14099364**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.12.2013 E 13864369 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.03.2019 EP 2935829**

54 Título: **Sistemas de combustible**

30 Prioridad:

21.12.2012 US 201213725026

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

03.07.2019

73 Titular/es:

**UNITED TECHNOLOGIES CORPORATION
(100.0%)**

**10 Farm Springs Road
Farmington, CT 06032, US**

72 Inventor/es:

RIPLEY, DAVID, LLOYD

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 718 674 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

Sistemas de combustible

Campo de la descripción

5 La presente descripción se refiere, en general, a motores de turbina de gas y, más particularmente, a sistemas de combustible para motores de turbina de gas.

Antecedentes de la descripción

10 Una aeronave comercial de gran tamaño incluye típicamente unidades auxiliares de potencia (APU, Auxiliary Power Unit) a bordo para proporcionar energía eléctrica, hidráulica o neumática para los sistemas en la aeronave. Típicamente, las APUs comprenden motores de turbina de gas que tienen un compresor y una turbina, entre los cuales una cámara de combustión quema combustible. A través de una caja de engranajes o un accionamiento directo, la turbina proporciona una entrada mecánica a un generador eléctrico, mientras el aire comprimido soplado o emitido desde el compresor puede ser usado para suministrar diversos controles ambientales. Por ejemplo, cuando una aeronave está en tierra, los motores de propulsión primarios de la aeronave están típicamente apagados y, en este caso, la APU proporciona la fuente de energía principal para una diversidad de sistemas, tales como los sistemas de control ambiental, las bombas hidráulicas, los sistemas eléctricos y los arrancadores de motor principales. La APU puede proporcionar también energía durante las operaciones en vuelo, tal como para los sistemas eléctricos y neumáticos.

15 El combustible es enviado a la sección de combustión de una APU por una o más bombas de combustible. Las bombas de combustible de tipo engranaje se usan comúnmente, e incluyen engranajes rectos montados en cojinetes de bomba. Si hay una mayor presión en la entrada de la bomba de combustible que en la salida de la bomba de combustible, ciertas partes de la bomba de combustible pueden experimentar daños. Por ejemplo, si hay una mayor presión de entrada que la presión de descarga, los cojinetes de la bomba pueden descargarse, causando que los engranajes rectos se desplacen y dañen los cojinetes. Por consiguiente, existe una necesidad de una manera para proteger la bomba de combustible de una APU cuando la presión de entrada es mayor que la presión de descarga.

20 El documento US 2004/0211395 A1 describe un sistema de control electrónico para cebar el sistema de combustible. El documento US 5630399 B describe un sistema de inyección de combustible que emplea una bomba de combustible de tipo paletas.

25 El documento US 7044110 B2 describe un dispositivo de inyección de combustible para un motor de combustible.

Sumario de la descripción

Según un aspecto de la presente invención, se describe un sistema de combustible según la reivindicación 1.

30 En un refinamiento, la válvula de derivación puede abrirse cuando la presión de combustible en la entrada de la bomba de combustible es mayor que la presión de combustible en la salida de la bomba de combustible.

En un refinamiento relacionado, el primer extremo del conducto de derivación puede estar conectado de manera fluida aguas abajo de la bomba de combustible eléctrica.

35 En un refinamiento relacionado, el sistema de combustible puede comprender además una unidad de dosificación o de medición de combustible para gestionar el flujo de combustible al motor, la unidad de dosificación de combustible puede estar situada en el conducto de suministro de combustible aguas abajo de la bomba de combustible mecánica.

En un refinamiento relacionado, el segundo extremo del conducto de derivación puede estar conectado de manera fluida aguas arriba de la unidad de dosificación de combustible.

40 En otro refinamiento, la válvula de derivación puede proteger la bomba de combustible contra daños causados por la presión de combustible en la entrada de la bomba de combustible que es mayor que la presión de combustible en la salida de la bomba de combustible.

En otro refinamiento, la válvula de derivación puede prevenir la presurización inversa de la bomba de combustible.

45 En todavía otro refinamiento, la válvula de derivación puede permanecer cerrada cuando la presión de combustible en la salida de la bomba de combustible es mayor o igual a la presión de combustible en la entrada de la bomba de combustible.

Según otro aspecto de la presente invención, se describe un motor según la reivindicación 9.

En un refinamiento, la válvula de derivación puede abrirse cuando una presión de combustible aguas arriba de la bomba de combustible es mayor que una presión de combustible aguas abajo de la bomba de combustible.

5 En un refinamiento, el conducto de suministro de combustible puede conectar de manera fluida el suministro de combustible, la bomba de combustible y la sección de cámara de combustión en serie, y en el que el conducto de derivación está conectado de manera fluida al conducto de suministro de combustible.

En un refinamiento relacionado, la bomba de combustible puede ser una bomba de combustible mecánica, el sistema de combustible puede comprender además una bomba de combustible eléctrica situada en el conducto de suministro de combustible aguas abajo del suministro de combustible y aguas arriba de la bomba de combustible mecánica.

10 En un refinamiento relacionado, la bomba de combustible eléctrica puede estar situada aguas arriba del conducto de derivación.

15 En un refinamiento relacionado, el sistema de combustible puede incluir además un conducto de alivio o de descarga conectado de manera fluida al conducto de suministro de combustible, en el que el conducto de alivio incluye una entrada aguas abajo de la bomba de combustible mecánica y una salida aguas arriba de la bomba de combustible mecánica, y una válvula de alivio insertada en el conducto de alivio, la válvula de alivio que, cuando está abierta, permite que el combustible fluya desde la entrada hasta la salida del conducto de alivio.

En un refinamiento relacionado, el sistema de combustible puede incluir además una unidad de dosificación de combustible para gestionar el flujo de combustible a la sección de cámara de combustión, la unidad de dosificación de combustible situada en el conducto de suministro de combustible aguas abajo de la bomba de combustible mecánica.

20 En otro refinamiento, la válvula de derivación puede permanecer cerrada cuando la presión de combustible aguas abajo de la bomba de combustible es mayor o igual que una presión de combustible aguas arriba de la bomba de combustible.

Según todavía otra realización de la presente invención, se describe un procedimiento para prevenir daños a una bomba de combustible mecánica de un motor según la reivindicación 12.

25 Estos y otros aspectos y características de la descripción serán más fácilmente evidentes tras la lectura de la descripción detallada siguiente cuando se considera junto con los dibujos adjuntos. Aunque se describen diversas características con relación a realizaciones ejemplares específicas de la invención, se entiende que las diversas características pueden ser combinadas entre sí, o pueden ser usadas solas, con cualquiera de las diversas realizaciones ejemplares de la invención sin apartarse del alcance de la invención

Breve descripción de los dibujos

La Fig. 1 es un diagrama esquemático de un sistema de combustible según una realización;

30 La Fig. 2 es un diagrama de flujo que esboza un procedimiento para prevenir daños a una bomba de combustible accionada por engranajes mecánicos, según todavía otra realización;

La Fig. 3 es una vista en sección transversal de parte de un motor según una realización; y

La Fig. 4 es una vista esquemática desde arriba de una unidad de potencia auxiliar en el interior de una sección de cola de una aeronave según una realización.

35 Aunque la presente descripción es susceptible de diversas modificaciones y construcciones alternativas, ciertas realizaciones ilustrativas de la misma se mostrarán y se describirán a continuación en detalle. Sin embargo, debería entenderse que no hay intención de limitación a las realizaciones específicas descritas, sino que, por el contrario, la intención es cubrir todas las modificaciones, construcciones alternativas y equivalentes que caen dentro del alcance de la presente descripción.

40 Descripción detallada

Con referencia ahora a los dibujos, y con referencia específica a la Fig. 1, según las enseñanzas de la descripción, se muestra un sistema 36 de combustible ejemplar. El sistema 36 de combustible puede incluir un suministro 38 de combustible, un conducto 40 de suministro de combustible, una bomba 42 de combustible eléctrica, una bomba 44 de combustible mecánica y una unidad 46 de dosificación de combustible. El sistema 36 de combustible proporciona combustible desde el suministro 38 de combustible a un motor 32 para su combustión. El conducto 40 de suministro de combustible conecta de manera fluida el suministro 38 de combustible a una sección de cámara de combustión del motor 32. Por ejemplo, el conducto 40 de suministro de combustible puede conectar el suministro 38 de combustible, la bomba 42 de combustible eléctrica, la bomba 44 de combustible mecánica, la unidad 46 de dosificación de combustible y el motor 32 en un flujo en serie. Más específicamente, a lo largo del conducto 40 de suministro de combustible, la unidad 46 de dosificación de combustible está situada aguas arriba del motor 32, la bomba 44 de combustible mecánica está situada

aguas arriba de la unidad 46 de dosificación de combustible, la bomba 42 de combustible eléctrica está situada aguas arriba de la bomba 44 de combustible mecánica y el suministro 38 de combustible está situado aguas arriba de la bomba 42 de combustible eléctrica. Debe entenderse que el sistema 36 de combustible se presenta en una forma simplificada y puede incluir además controladores, bombas de refuerzo, filtros, intercambiadores de calor y/u otros componentes.

5 La bomba 44 de combustible mecánica puede comprender una bomba de combustible accionada por engranajes que bombea combustible desde el suministro 38 de combustible a la unidad 46 de dosificación de combustible, que a continuación gestiona y proporciona el flujo de combustible deseado al motor 32. La bomba 42 de combustible eléctrica puede comprender una bomba de combustible accionada por motor eléctrico añadida en serie y situada aguas arriba de la bomba 44 de combustible mecánica para complementar el flujo de combustible cuando la bomba 44 de combustible mecánica está funcionando a velocidades de rotación bajas, tal como durante el arranque del motor. Una válvula 48 de alivio situada en un conducto 50 de alivio que tiene una entrada o primer extremo 52 y una salida o segundo extremo 54 puede ser añadida al sistema 36 de combustible.

Más específicamente, el conducto 50 de alivio conecta el conducto 40 de suministro de combustible aguas abajo de la bomba 44 de combustible mecánica al conducto 40 de suministro de combustible aguas arriba de la bomba 44 de combustible mecánica. El primer extremo 52 del conducto 50 de alivio puede ser conectado de manera fluida al conducto 40 de suministro de combustible en una ubicación aguas abajo de la bomba 44 de combustible mecánica y aguas arriba de la unidad 46 de dosificación de combustible, y el segundo extremo 54 del conducto 50 de alivio puede ser conectado de manera fluida al conducto 40 de suministro de combustible en una ubicación aguas arriba de la bomba 44 de combustible mecánica y aguas abajo de la bomba 42 de combustible eléctrica. La válvula 48 de alivio permanece cerrada cuando una diferencia de presión a través de la bomba 44 de combustible mecánica es relativamente baja, y se abre si la diferencia de presión a través de la bomba 44 de combustible mecánica alcanza un punto establecido predeterminado. Cuando la válvula 48 de alivio está abierta, el combustible fluye desde el primer extremo 52 del conducto 50 de alivio al segundo extremo 54 del conducto 50 de alivio. Al hacerlo, el combustible puede hacerse circular de nuevo desde una salida 58 de la bomba 44 de combustible mecánica a una entrada 56 de la bomba 44 de combustible mecánica y de nuevo a través de la bomba 44 de combustible mecánica para prevenir una sobrepresión del sistema 36 de combustible.

Además, una válvula 60 de derivación situada en un conducto 62 de derivación que tiene una entrada o primer extremo 64 y una salida o segundo extremo 66 puede ser añadida al sistema 36 de combustible. El conducto 62 de derivación conecta de manera fluida el conducto 40 de suministro de combustible aguas arriba de la bomba 44 de combustible mecánica al conducto 40 de suministro de combustible aguas abajo de la bomba 44 de combustible mecánica. Más específicamente, el primer extremo 64 del conducto 62 de derivación puede ser conectado de manera fluida al conducto 40 de suministro de combustible en una ubicación aguas arriba de la bomba 44 de combustible mecánica y aguas abajo de la bomba 42 de combustible eléctrica, tal como una ubicación cerca de la entrada 56 de la bomba 44 de combustible mecánica. El segundo extremo 66 del conducto 62 de derivación puede ser conectado de manera fluida al conducto 40 de suministro de combustible en una ubicación aguas abajo de la bomba 44 de combustible mecánica y aguas arriba de la unidad 46 de dosificación de combustible, tal como una ubicación cerca de la salida 58 de la bomba 44 de combustible mecánica.

La válvula 60 de derivación puede ser una válvula de presión pasiva, tal como una válvula de retención, de bola y muelle, etc., que permanece cerrada cuando la presión en la salida 58 de la bomba 44 de combustible mecánica es mayor o igual que la presión en la entrada 56 de la bomba 44 de combustible mecánica. Cuando la presión en la entrada 56 de la bomba 44 de combustible mecánica es mayor que la presión en la salida 58 de la bomba 44 de combustible mecánica, la válvula 60 de derivación se abre para permitir que el combustible fluya desde el primer extremo 64 del conducto 62 de derivación a través del conducto 62 de derivación y a través de la válvula 60 de derivación al segundo extremo 66 del conducto de derivación. De esta manera, cuando la diferencia de presión a través de la válvula 60 de derivación causa que la válvula 60 de derivación se abra, el combustible circunvalará la bomba 44 de combustible mecánica, previniendo de esta manera una presurización inversa de la bomba 14 de combustible mecánica y protegiendo la bomba 44 de combustible mecánica contra daños causados por una mayor presión en la entrada 56 que en la salida 58 de la bomba 44 de combustible mecánica.

Con referencia ahora a la Fig. 2, con referencia continuada a la Fig. 1, se muestra un flujo de procesamiento que esboza un procedimiento 70 para prevenir daños a una bomba de combustible accionada por engranajes mecánicos de un motor, según otra realización de la presente descripción. En el bloque 72, el conducto 62 de derivación puede estar provisto alrededor de la bomba 44 de combustible mecánica. En el bloque 74, el flujo de combustible puede habilitarse a través del conducto 62 de derivación cuando la presión en la entrada 56 de la bomba 44 de combustible mecánica es mayor que la presión en la salida 58 de la bomba 44 de combustible mecánica. En el bloque 76, el flujo de combustible puede deshabilitarse a través del conducto 62 de derivación cuando la presión en la entrada 56 de la bomba 44 de combustible mecánica es menor que la presión en la salida 58 de la bomba 44 de combustible mecánica.

Con referencia ahora a la Fig. 3, se muestra una vista en sección transversal de parte del motor 32. El motor 32 puede incluir generalmente una sección 26 de compresor en la que el aire es presurizado, una sección 28 de cámara de combustión aguas abajo de la sección de compresor que mezcla y enciende el aire comprimido con combustible y, de esta

5 manera, genera gases de combustión calientes, y una sección 30 de turbina aguas abajo de la cámara 26 de combustión para extraer energía desde los gases de combustión calientes. La sección 26 de compresor, la sección 28 de cámara de combustión y la sección 30 de turbina comprenden pueden funcionar para proporcionar una entrada mecánica a través de un eje 34 a varios componentes, tales como un generador eléctrico. El sistema 36 de combustible de las Figs. 1-2 puede ser usado para suministrar combustible a la sección 28 de cámara de combustión del motor 32.

10 Con referencia ahora a la Fig. 4, se muestra una vista esquemática desde arriba de una unidad de potencia auxiliar (APU) 20 en el interior de una estructura 22 exterior de una sección 24 de cola de una aeronave. El sistema 36 de combustible de las Figs. 1-2 puede ser usado también para suministrar combustible a la sección 28 de cámara de combustión de la APU 20. Se entenderá que, aunque se muestra y describe como usado con la APU 20, el sistema 36 de combustible puede ser usado con cualquier tipo de motor diferente sin apartarse del alcance de la presente descripción.

Aplicabilidad industrial

15 De lo indicado anteriormente, puede observarse que las enseñanzas de la presente descripción pueden encontrar aplicación industrial, efectos técnicos y beneficios en cualquier número de situaciones diferentes, incluyendo, pero sin limitarse a, la prevención de daños a los sistemas de combustible de los motores de turbina de gas y las unidades auxiliares de potencia. Dichos motores pueden ser usados, por ejemplo, en una aeronave para generar empuje, o en aplicaciones terrestres, marinas o de aeronaves para generar energía.

20 La descripción proporciona una válvula de derivación y un conducto de derivación alrededor de una bomba de combustible mecánica para un sistema de combustible. Con la incorporación de una válvula de derivación y un conducto de derivación al sistema de combustible alrededor de la bomba de combustible mecánica, la válvula de derivación y el conducto previenen que la presión de entrada de la bomba exceda la presión de salida de la bomba, protegiendo de esta manera la bomba de combustible mecánica contra daños que puedan producirse cuando la presión de entrada es mayor que la presión de salida.

25 Más específicamente, cuando hay una presión de entrada mayor que la presión de salida, la válvula de derivación se abre y permite que el combustible fluya a través del conducto de derivación en lugar de fluir a través de la bomba de combustible mecánica. Esto permite que el combustible circunvale la bomba de combustible mecánica accionada por engranajes en lugar de entrar a la bomba, previniendo de esta manera una presurización inversa de la bomba de combustible y protegiendo la bomba contra daños que pueden ser causados por la descarga de los cojinetes y un desplazamiento de los engranajes rectos cuando la presión de entrada es mayor que la presión de salida.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de combustible, que comprende:

un suministro (38) de combustible;

5 un conducto (40) de suministro de combustible que conecta de manera fluida el suministro (38) de combustible a un motor (32);

una bomba (44) de combustible mecánica en comunicación de fluido con el conducto (40) de suministro de combustible;

10 un conducto (62) de derivación externo a la bomba (44) de combustible mecánica que incluye un primer extremo (64) conectado de manera fluida al conducto (40) de suministro de combustible aguas arriba y cerca de una entrada (56) de la bomba (44) de combustible mecánica, y un segundo extremo (66) conectado de manera fluida al conducto (40) de suministro de combustible aguas abajo y cerca de una salida (58) de la bomba (44) de combustible mecánica;

15 una válvula (60) de derivación situada en el conducto (62) de derivación, en el que la válvula (60) de derivación está configurada para permitir que el combustible fluya solo desde el primer extremo (64) al segundo extremo (66) del conducto (62) de derivación;

caracterizado por que dicho sistema de combustible comprende, además:

20 un conducto (50) de alivio externo a la bomba (44) de combustible mecánica que incluye un primer extremo (52) conectado de manera fluida al conducto (40) de suministro de combustible aguas abajo y cerca de la salida (58) de la bomba (44) de combustible mecánica, y un segundo extremo (54) conectado de manera fluida al conducto (40) de suministro de combustible aguas arriba y cerca de la entrada (56) de la bomba (44) de combustible mecánica;

una válvula (48) de alivio normalmente cerrada situada en el conducto (50) de alivio, en el que la válvula (48) de alivio tiene una configuración abierta para permitir que el combustible fluya solo desde el primer extremo (52) al segundo extremo (54) del conducto (50) de alivio; y

25 una bomba (42) de combustible eléctrica, en comunicación de fluido con el conducto (40) de suministro de combustible, aguas arriba de la bomba (44) de combustible mecánica y aguas abajo del suministro (38) de combustible, en el que el suministro (38) de combustible, la bomba (42) de combustible eléctrica y la bomba (44) de combustible mecánica están conectadas de manera fluida en serie, y en el que la bomba (44) de combustible mecánica, la válvula (60) de derivación y la válvula (48) de alivio están conectadas de manera fluida en paralelo.

30 2. Sistema de combustible según la reivindicación 1, en el que la válvula (60) de derivación se abre cuando la presión de combustible en la entrada (56) de la bomba (44) de combustible es mayor que la presión de combustible en la salida (58) de la bomba (44) de combustible.

3. Sistema de combustible según la reivindicación 1 o 2, en el que el primer extremo (64) del conducto (62) de derivación está conectado de manera fluida aguas abajo de la bomba (42) de combustible eléctrica.

35 4. Sistema de combustible según la reivindicación 3, que comprende además una unidad (46) de dosificación de combustible para gestionar el flujo de combustible al motor (32), en el que la unidad (46) de dosificación de combustible está situada en el conducto (40) de suministro de combustible aguas abajo de la bomba (44) de combustible mecánica.

40 5. Sistema de combustible según la reivindicación 4, en el que el segundo extremo (66) del conducto (62) de derivación está conectado de manera fluida aguas arriba de la unidad (46) de dosificación de combustible.

6. Sistema de combustible según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la válvula (60) de derivación protege la bomba (44) de combustible contra daños causados por una presión de combustible en la entrada (56) de la bomba (44) de combustible que es mayor que la presión de combustible en la salida (52) de la bomba (44) de combustible.

45 7. Sistema de combustible según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la válvula (60) de derivación previene una presurización inversa de la bomba (44) de combustible.

8. Sistema de combustible según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la válvula (60) de derivación permanece cerrada cuando la presión de combustible en la salida (52) de la bomba (44) de combustible es mayor o igual que la presión de combustible en la entrada (56) de la bomba (44) de combustible.

9. Un motor, que comprende el sistema de combustible según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que:

la bomba (44) de combustible dirige un flujo de combustible a una sección de cámara de combustión del motor (32); y

5 el conducto de derivación conduce desde una posición aguas arriba de la bomba de combustible a una posición aguas abajo de la bomba de combustible.

10. Motor según la reivindicación 9, en el que el conducto (40) de suministro de combustible conecta de manera fluida el suministro (38) de combustible, la bomba (44) de combustible y la sección de cámara de combustión en serie, y en el que el conducto (62) de derivación está conectado de manera fluida al conducto (40) de suministro de combustible.

11. Motor según la reivindicación 9 o 10, en el que la válvula (60) de derivación permanece cerrada cuando una presión de combustible aguas abajo de la bomba (44) de combustible es mayor o igual que una presión de combustible aguas arriba de la bomba (44) de combustible.

12. Procedimiento para prevenir daños a una bomba (44) de combustible mecánica de un motor, que comprende:

15 conectar de manera fluida una bomba (42) de combustible eléctrica a, y aguas arriba de, la bomba (44) de combustible mecánica y conectar de manera fluida la bomba (42) de combustible eléctrica al, y aguas abajo del, suministro (38) de combustible;

conectar de manera fluida la bomba (44) de combustible mecánica aguas arriba de y a una unidad (46) de dosificación de combustible;

20 conectar de manera fluida la unidad (46) de dosificación de combustible al motor;

proporcionar un conducto (62) de derivación externo a la bomba (44) de combustible mecánica y en comunicación de fluido con una entrada (56) y una salida (58) de la bomba (44) de combustible mecánica, en el que el conducto (62) de derivación está configurado para conducir desde una posición próxima aguas arriba de la bomba (44) de combustible mecánica a una posición próxima aguas abajo de la bomba (44) de combustible;

25 proporcionar una válvula (60) de derivación unidireccional en el conducto (62) de derivación;

proporcionar un conducto (50) de alivio externo a la bomba (44) de combustible mecánica y en comunicación de fluido con la entrada (56) y la salida (58), en el que el conducto (50) de alivio está configurado para conducir desde una posición próxima aguas abajo de la bomba (44) de combustible a una posición próxima aguas arriba de la bomba (44) de combustible;

30 proporcionar una válvula (48) de alivio en el conducto (50) de alivio;

en el que el suministro (38) de combustible, la bomba (42) de combustible eléctrica y la bomba (44) de combustible mecánica están conectados de manera fluida en serie, y la bomba (44) de combustible mecánica, la válvula (60) de derivación unidireccional y la válvula (48) de alivio unidireccional están conectadas de manera fluida en paralelo;

35 permitir el flujo de combustible a través del conducto (62) de derivación cuando una presión de combustible en la entrada (56) de la bomba (44) de combustible es mayor que una presión de combustible en la salida (58) de la bomba (44) de combustible;

40 permitir el flujo de combustible a través del conducto (50) de alivio cuando una diferencia de presión de combustible entre la entrada (56) y la salida (58) de la bomba (44) de combustible mecánica es mayor que un punto establecido predeterminado;

prevenir sustancialmente el flujo de combustible a través del conducto (62) de derivación cuando la presión de combustible en la entrada (56) de la bomba (44) de combustible mecánica es menor que la presión de combustible en la salida (58) de la bomba (44) de combustible mecánica; y

45 prevenir sustancialmente el flujo de combustible a través del conducto (62) de alivio cuando la presión de combustible en la salida (58) de la bomba (44) de combustible es menor que la presión de combustible en la entrada (56) de la bomba (44) de combustible.

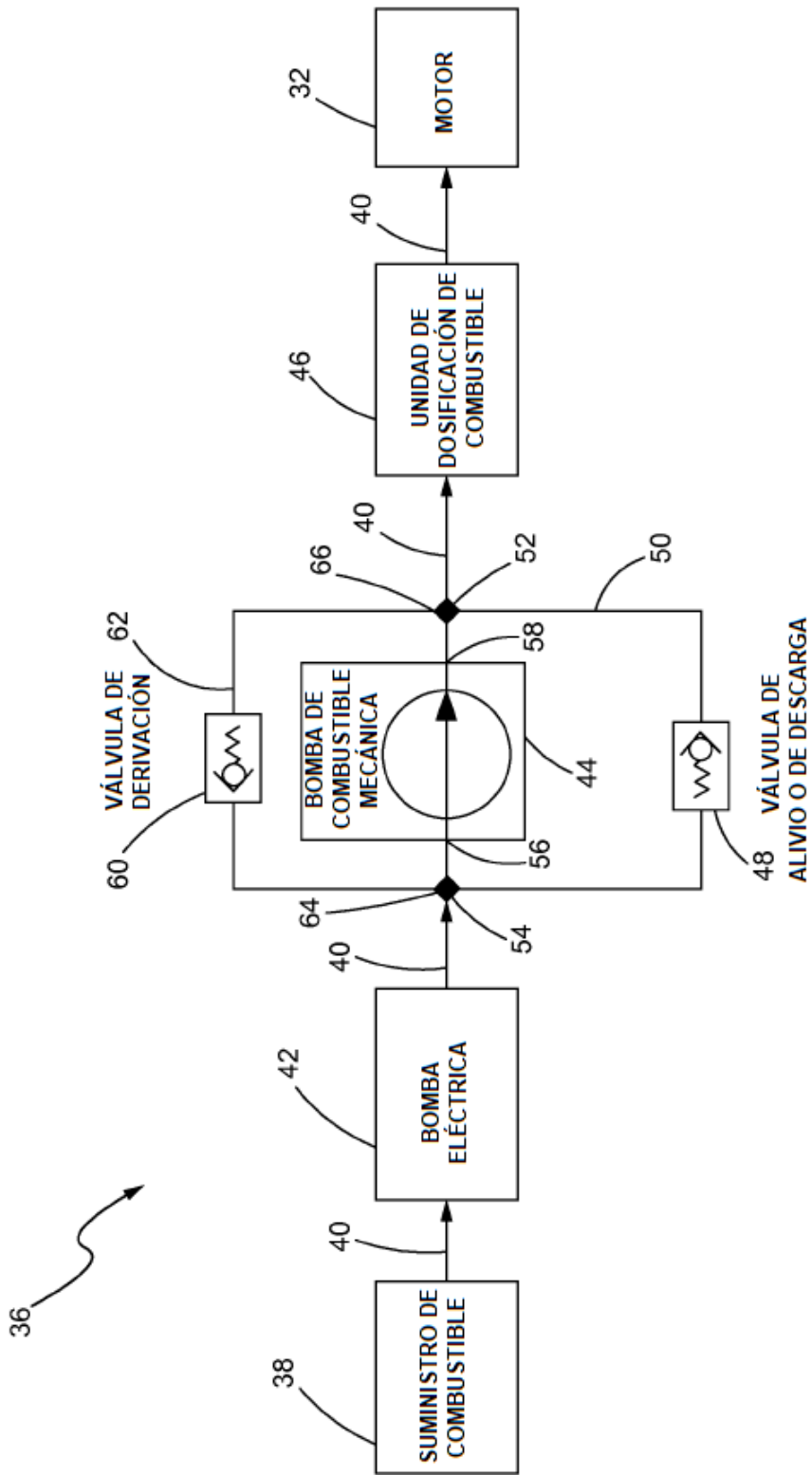


FIG. 1

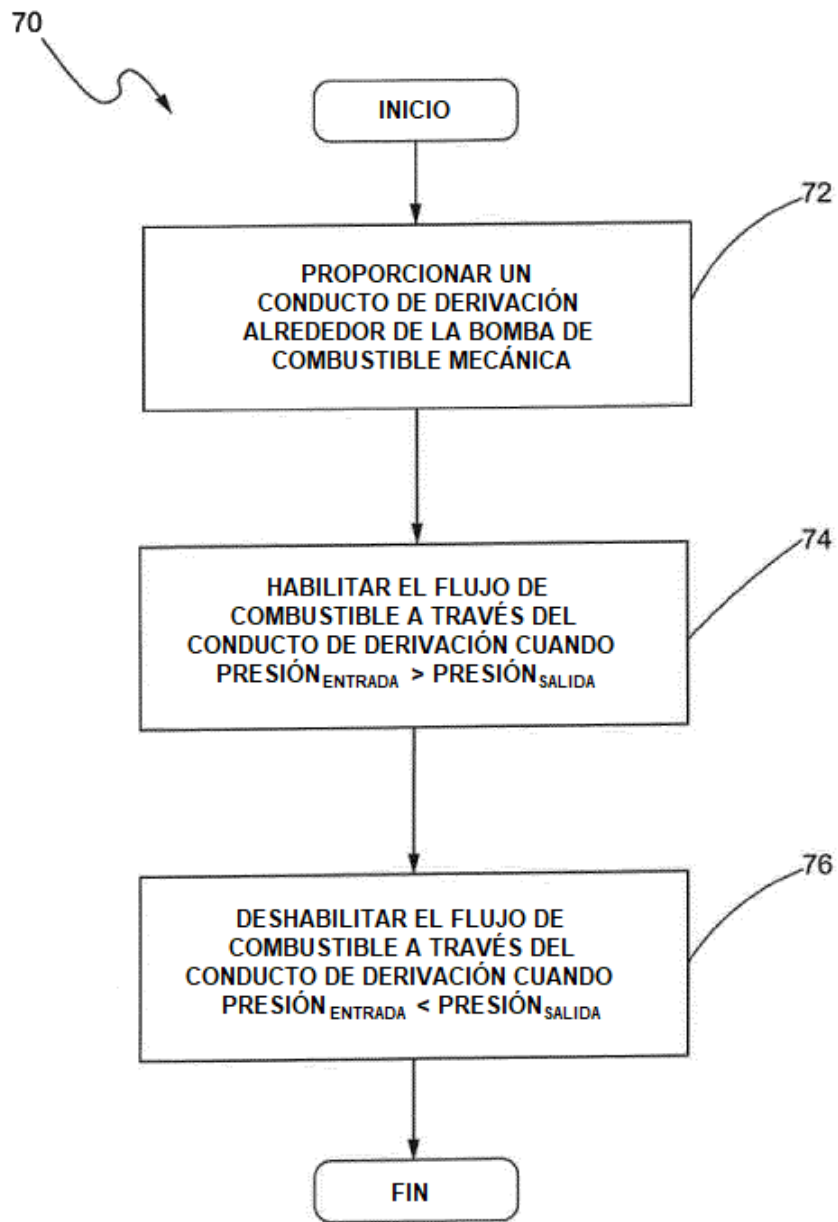


FIG. 2

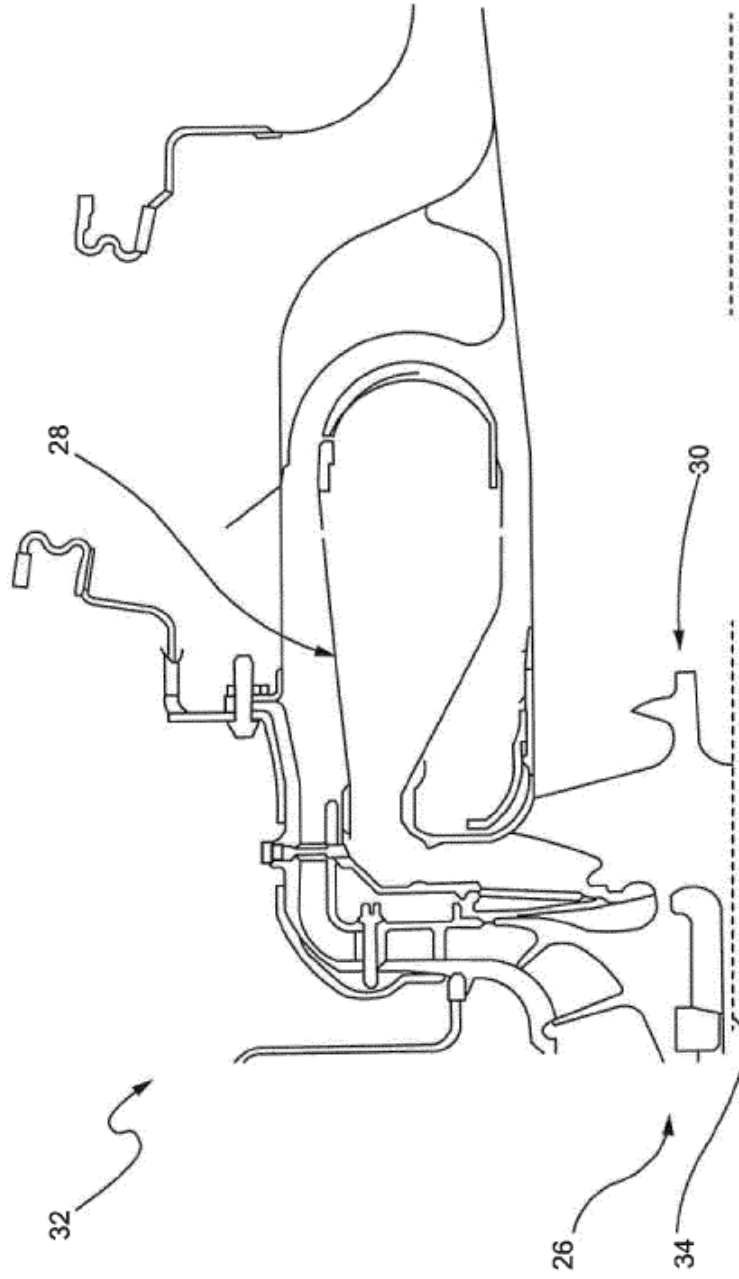


FIG. 3

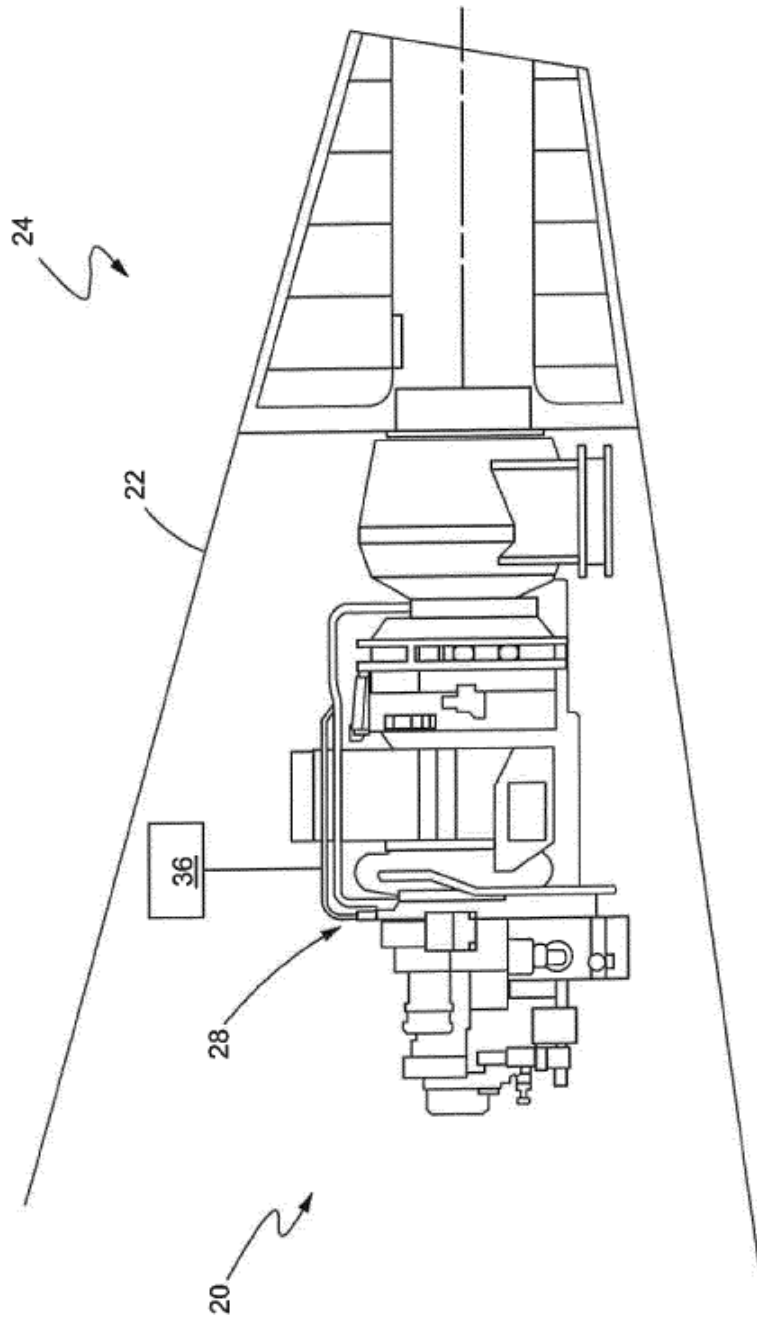


FIG. 4