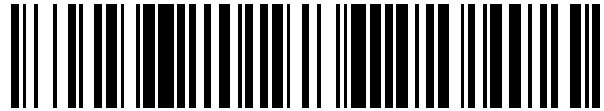


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 551 615**

51 Int. Cl.:

B64D 13/06 (2006.01)

B64D 41/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.11.2012 E 12795510 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.09.2015 EP 2780230**

54 Título: **Procedimiento y arquitectura de recuperación de energía en una aeronave**

30 Prioridad:

17.11.2011 FR 1160471

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

20.11.2015

73 Titular/es:

TURBOMECA (100.0%)

B.P. 2

64510 Bordes, FR

72 Inventor/es:

HOUSSAYE, LAURENT

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 551 615 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

Procedimiento y arquitectura de recuperación de energía en una aeronave

Ámbito técnico

5 La invención concierne a un procedimiento de recuperación optimizada de la energía disipada en una aeronave y a una arquitectura apta para poner en práctica este procedimiento.

La invención se aplica a las aeronaves equipadas con cabinas presurizables, en particular a los aviones comerciales.

10 Clásicamente, las fuentes de energía en una aeronave que conviene recuperar para controlar su consumo son de dos tipos: la presión del aire de la cabina de pasajeros presurizada en altitud y el calor disipado en las cadenas térmicas (acondicionamiento de aire, aire en cabina, gases de escape).

La recuperación de estas energías permite minimizar las dimensiones, las masas y el consumo necesario para al final una misma provisión a los consumidores de energía no propulsora, es decir neumática y eléctrica.

Estado de la técnica

15 La disponibilidad del aire presurizado en la cabina solamente es posible en vuelo y la recuperación de esta energía está por tanto limitada en altitud donde la tasa de presurización de la cabina, de orden de 3, es entonces suficiente. Las soluciones existentes hacen intervenir a un turbocompresor o a una turbina de recuperación, a una fuente eléctrica o neumática de arrastre, a un compresor de carga y a un intercambiador de calor.

20 Se conoce, por ejemplo por el documento de patente US 4419926, utilizar el compresor de un turbocompresor para contribuir a facilitar un etapa suplementaria de aire comprimido al compresor de carga de alimentación de los equipos de acondicionamiento de aire ECS (siendo ECS las iniciales de « Environmental Control System » en terminología inglesa). La potencia o el consumo del motor eléctrico de arrastre del compresor de carga, resulta entonces disminuida. Además, la turbina de recuperación del turbocompresor alimentada por el aire presurizado a la salida de la cabina, permite enfriar el aire comprimido, lo que disminuye el esfuerzo de compresión global y por tanto el consumo o el tamaño del motor eléctrico.

25 En variante, es conocido utilizar una sola turbina de recuperación para arrastrar el compresor de carga a través de un alternador o de otro sistema de generación eléctrica. Puede estar previsto entonces un intercambio térmico entre el aire a la salida de la cabina y el aire comprimido por el compresor de carga a fin de disminuir la temperatura del flujo a la salida del compresor. Esta disminución de temperatura permite entonces una menor tasa de compresión sin perjudicar a las prestaciones del ECS, y por tanto una disminución de consumo.

30 Sin embargo, estas arquitecturas se limitan a la recuperación de energía en altitud porque, a baja altitud o en el suelo – cuando la tasa de presurización es insuficiente o nula -, no es posible disponer de aire presurizado a la salida de la cabina. En el suelo, una ventilación neumática de la cabina está asegurada en la práctica por un pequeño turbomotor, que comprende un generador de gas acoplado a una tobera de escape de estos gases, que forma un grupo auxiliar de potencia o APU (iniciales de « Auxiliary Power Unit » en terminología inglesa). El grupo APU sirve igualmente para el arranque de los motores principales y para la provisión de energía eléctrica o neumática a diferentes consumidores (bombas, compresor de carga, motores, etc). Un grupo APU de este tipo puede estar embarcado en la aeronave o conectado en el suelo a los diferentes órganos que haya que alimentar. En ciertos casos, las APU son suficientemente seguras para intervenir en vuelo y suplir si es necesario, parcialmente o incluso totalmente, a los motores principales en la provisión de potencia no propulsora a los consumidores.

40 El documento US 2 777 301 divulga como técnica anterior más próxima un procedimiento de recuperación de energía del cual el procedimiento de acuerdo con la invención difiere en que:

- el sistema de acondicionamiento de aire es alimentado por un compresor de carga,
- en modo “suelo”, el turbocompresor de recuperación produce un complemento de energía mecánica de la generación auxiliar de potencia, y
- 45 - en modo “altitud”, la compresión es facilitada además por el compresor de carga.

Exposición de la invención

50 La invención pretende permitir una recuperación optimizada de energía, en altitud pero igualmente en el suelo, con la ayuda de una misma arquitectura. A tal fin, la invención prevé recuperar, cuando el avión esté en el suelo, energía térmica en el escape para contribuir a la compresión del aire ventilado en la cabina, al acondicionamiento de aire así como, en altitud, a la compresión del aire acondicionado presurizado.

ES 2 551 615 T3

De modo más preciso, la presente invención tiene por objeto un procedimiento de recuperación de energía en una aeronave equipada con una cabina de pasajeros con flujo de aire regulado en presión y en temperatura con la ayuda de un sistema de acondicionamiento de aire ECS alimentado por un compresor de carga, y de una generación auxiliar de potencia. El procedimiento consiste en prever que:

- 5 - cuando la aeronave esté en el suelo denominado « modo suelo » la energía térmica disipada por la generación auxiliar de potencia (energía de otro modo perdida) es recuperada por un intercambio térmico a nivel de su escape para alimentar el ciclo de un turbocompresor de recuperación a fin de producir un complemento de energía mecánica de la generación auxiliar de potencia.
- 10 - cuando la aeronave esté en altitud denominado « modo altitud » en el cual el aire de la cabina está presurizado con una tasa suficiente: este mismo compresor, arrastrado al menos parcialmente por el aire recuperado a la salida de la cabina y calentado después por el intercambio térmico a nivel del escape, realice un complemento de la compresión del compresor de carga para facilitar la tasa de compresión requerida para alimentar el ECS.

De acuerdo con modos de puesta en práctica particulares:

- 15 - puede estar realizado un segundo intercambio térmico entre el aire a la salida de la cabina y el aire comprimido a la entrada del sistema ECS;
- el turbocompresor forma, en modo altitud, una segunda etapa de compresión de aire a la entrada del sistema ECS;
- estando la aeronave en modo altitud, el aire comprimido por el turbocompresor y el aire comprimido a la salida de la cabina son combinados, aguas arriba del intercambio térmico en el escape, para aumentar la potencia de la generación auxiliar.
- 20 - estando la aeronave en modo altitud, la compresión de aire realizada por el turbocompresor es conmutable para ser combinada con la entrada del sistema ECS para formar una segunda etapa de compresión, o con la salida del aire de la cabina, aguas arriba del intercambio térmico a nivel del escape del generador de gas, para aumentar la potencia de la generación auxiliar.

- 25 La invención se refiere igualmente a una arquitectura de recuperación de energía apta para poner en práctica este procedimiento. Tal arquitectura comprende un grupo auxiliar de potencia que presenta una tobera de escape y que integra un generador de gas equipado con un árbol de transmisión de potencia a un compresor de carga para facilitar, a través de una vena de alimentación, aire comprimido al sistema de acondicionamiento de aire ECS de la cabina de pasajeros. Además, esta arquitectura comprende un turbocompresor de recuperación acoplado, directamente o a través de una caja de transmisión o de cualquier otro medio de acoplamiento, al árbol del grupo
- 30 APU. Este turbocompresor comprende una turbina de recuperación alimentada por el aire en un ramal aguas abajo de un conducto montado en el intercambiador térmico que equipa a la tobera de escape. Este conducto presenta un ramal aguas arriba del intercambiador, acoplado a canales que unen las salidas de aire de la cabina y del compresor del turbocompresor de recuperación con este ramal aguas arriba.

De acuerdo con modos de realización preferidos;

- 35 - entre la vena de alimentación y el canal de salida de la cabina está montado un segundo intercambiador de modo que el aire a la salida de la cabina y el aire comprimido a la entrada del sistema ECS puedan realizar una transferencia térmica;
- los medios de conmutación de circulación de aire están dispuestos respectivamente entre la vena de alimentación del sistema ECS y un canal de entrada del compresor del turbocompresor de recuperación, y entre el canal de salida del citado compresor y el ramal aguas arriba del conducto montado en el intercambiador térmico de la tobera de escape, de modo que el turbocompresor es apto para formar una segunda etapa de compresión de aire a la entrada del sistema ECS.
- 40 - el aire del canal de salida del compresor y el del canal de salida de la cabina presentan tasas de compresión sensiblemente equilibradas por una regulación de la sección de paso de un distribuidor de ajuste variable que equipa a la turbina de recuperación;
- 45 - los medios de conmutación de circulación de aire son válvulas motorizadas y mandadas por una unidad de gestión central;
- ventajosamente, pueden estar previstas igualmente válvulas antirretroceso en canales, en particular en los canales de entrada de aire y de unión a la salida de la cabina, a fin de impedir la impulsión de aire en estos canales cuando
- 50 los mismos se hacen inactivos en ciertos modos de funcionamiento.

Breve descripción de las figuras

Otros aspectos, características y ventajas de la invención se pondrán de manifiesto en la descripción no limitativa que sigue, relativa a ejemplos de realización particulares, refiriéndose a los dibujos anejos que representan respectivamente:

- 5 - en la figura 1, el diagrama de funcionamiento de un primer ejemplo de arquitectura de recuperación de energía de acuerdo con la invención cuando la aeronave está en el suelo;
- en la figura 2, el diagrama de funcionamiento de este ejemplo de arquitectura cuando la aeronave está en altitud suficiente para que la cabina esté presurizada, siendo arrastrado entonces la turbina de recuperación solo por el aire que proviene de la salida de la cabina;
- 10 - en la figura 3, el diagrama de funcionamiento de una variante del ejemplo de arquitectura precedente que comprende un intercambiador entre la salida de la cabina y la vena de unión al sistema de acondicionamiento ECS, estando la aeronave en el suelo; y
- en la figura 4, el diagrama de funcionamiento del ejemplo de acuerdo con la figura 3 cuando, estando la aeronave en altitud suficiente, el aire a la salida de la cabina y el aire a la salida del compresor arrastran conjuntamente la
- 15 turbina de recuperación.

Descripción detallada de modos de realización

En el presente texto, los términos « aguas arriba » y « aguas abajo » se refieren a localizaciones en función del sentido de circulación del aire.

20 Refiriéndose al diagrama de la figura 1, la arquitectura de recuperación de energía de una aeronave comprende un turbocompresor de recuperación 10, compuesto esencialmente de una turbina de recuperación 11, de un compresor 12, de un árbol de arrastre 13 y de un intercambiador térmico 1 colocado en la tobera de escape de los gases 14 del grupo auxiliar de potencia 20 (en abreviatura APU). El grupo APU comprende una turbomáquina 2a de árbol de transmisión 21. Esta turbomáquina se compone clásicamente de un compresor, de una cámara de combustión y de una turbina de arrastre.

25 Este árbol 21 está acoplado, por una parte, al árbol de arrastre 13 del turbocompresor 10 – directamente o a través de un medio de acoplamiento como una caja de transmisión (no representados) o equivalente – y, por otra, a un compresor de carga 22 de entrada de aire externo E1. Este compresor 22 alimenta el sistema de acondicionamiento de aire ECS 30 de la cabina de pasajeros 40 por una vena de alimentación de aire comprimido C1. Tal sistema ECS 30 comprende un bloque de acondicionamiento 31 que renueva el aire de los compartimientos de la cabina 40 por un circuito de reciclaje C2 a través de un mezclador 32. Un sistema de control de la presión de la cabina de

30 pasajeros CPCS 33 (iniciales de « Cabin Pressure Control System » en terminología inglesa) regula la presión de la cabina de pasajeros por una dosificación del caudal de aire de salida.

En esta arquitectura, el aire puede circular por un conducto C3 montado en un intercambiador térmico 1 dispuesto en la tobera 14 del grupo APU 20. El ramal aguas arriba C3a del conducto C3 está unido a los canales 41 y 42, respectivamente acoplados a las salidas de la cabina 40 y del compresor 12 del turbocompresor de recuperación 10. Una válvula de tres vías V1 está montada en la intersección del canal 42 y del ramal C3a. El ramal aguas abajo C3b del conducto C3 está acoplado a la turbina de recuperación 11.

Además, el canal 42 une la salida del compresor 12 a la vena de alimentación C1, mientras que un canal 43 une la vena C1 a la entrada del citado compresor 12 a través de una válvula V2 dispuesta en la intersección vena/canal. Un canal de entrada de aire externo E2 para este compresor 12 está empalmado al canal 43. Los canales 42 y 43 de unión al compresor 12 del turbocompresor 10 están así montados en la vena C1 aguas abajo del compresor de carga 22.

45 Cuando la aeronave esté en el suelo, el aire de la cabina 40 no está presurizado. El grupo APU 20 es arrancado para permitir la ventilación de la cabina 40, arrancar los motores y alimentar los consumidores de energía neumática y eléctrica a través de cajas de transmisión apropiadas.

La recuperación de energía se efectúa entonces en modo « suelo », por circulación de aire en el intercambiador de calor 1 de la tobera 14 del grupo APU 20 para arrastrar el turbocompresor de recuperación 10, Las válvulas V2 y V1 están reguladas en rotación para, respectivamente, acoplar la alimentación del canal 43 de modo que el compresor 12 sea alimentado únicamente por la entrada de aire exterior E2, y para que, a la salida de este compresor 12, el aire comprimido circule del canal 42 al ramal C3a del conducto C3. El aire comprimido y calentado en el intercambiador 1 es dirigido después hacia la turbina de recuperación 11 del turbocompresor 10 a través del ramal

50 aguas abajo C3b.

En estas condiciones, la turbina de recuperación 11 contribuye por su árbol 13 a arrastrar el grupo APU 20 que va a poder consumir menos carburante para obtener una misma potencia, en particular para arrastrar el compresor de

carga 22. Ventajosamente, una válvula antirretroceso K1 está prevista en el canal 41 a fin de impedir que el aire a presión que circula por el ramal aguas arriba C3a impulse en el canal 41 de unión a la cabina 40.

5 Cuando la aeronave esté en altitud suficiente, por ejemplo a partir de 3 o 4 000 m, la cabina 40 está suficientemente presurizada para que la arquitectura pase entonces a modo « altitud », ilustrada por la figura 2. Para pasar de un modo al otro, las válvulas V1 y V2 están ventajosamente motorizadas y una unidad de gestión central (no representada) está programada para permitir la conmutación de modo; esta unidad transmite las señales eléctricas que corresponden a las configuraciones de regulación predeterminadas de las válvulas en las intersecciones de canales para satisfacer el funcionamiento en los dos modos y a los pases de un modo al otro.

10 En modo « altitud », aire a presión es transmitido a la salida de la cabina 40 por el canal 41 de acceso al ramal aguas arriba C3a del intercambiador de calor 1. La recuperación de energía proviene así, en este modo, de la presurización de la cabina. Como en el modo « suelo », la turbina de recuperación 11 es arrastrada después por la circulación de aire a presión y calentado procedente del intercambiador 1 a través del canal aguas abajo C3b. La turbina contribuye entonces por su árbol 13 a arrastrar el grupo APU 20 que así podrá consumir menos carburante para obtener una misma potencia, en particular para arrastrar el compresor de carga 22.

15 Al mismo tiempo, las válvulas V1 y V2 son reguladas para que el compresor 12 actúe como segunda etapa de compresión sobre la vena C1 de provisión de aire comprimido, aguas abajo del compresor de carga 22 que hace la función de primera etapa de compresión. Para hacer esto, las válvulas V2 y V1 son mandadas en rotación por la unidad para que, respectivamente, la vena C1 comunique con el canal 43 unido a la entrada del compresor 12 y el canal 42 comunique con la vena C1. Ventajosamente, en el canal de entrada de aire E2 está prevista una válvula antirretroceso K2 a fin de impedir que el aire a presión que circule por el canal 43 impulse en el canal E2.

De acuerdo con una variante de arquitectura, ilustrada por los diagramas de las figuras 3 y 4, se realiza una doble recuperación de energía en modo « altitud » beneficiándose a la vez del aire presurizado en la salida de la cabina 40 y del aire a la salida de compresión del turbocompresor 10.

25 Refiriéndose a la figura 3, la variante de arquitectura toma los mismos órganos que la arquitectura precedente con los mismos signos de referencia. Los canales de entrada/salida 42 y 43 del compresor 12 del turbocompresor de recuperación 10 no están ya unidos a la vena de alimentación C1: el canal 43 solamente es alimentado por la entrada de aire exterior E2 y el canal 42 se prolonga por el ramal aguas arriba C3a del intercambiador térmico 1.

30 Además, otro intercambiador térmico 2 está previsto entre la vena de alimentación C1 – a la salida del compresor de carga 12 – y el canal 41 a la salida de la cabina 40. Este intercambiador 2 será utilizado en modo « altitud » (véase la figura 4).

En modo « suelo » (véase la figura 3), la recuperación de energía es semejante a la realizada con la primera arquitectura (véase la figura 1) por circulación del aire en el intercambiador de calor 1 de la tobera 14 del grupo APU 20 a fin de arrastrar la turbina de recuperación 11 y después, parcialmente, el grupo APU y el compresor de carga 22. Esta arquitectura presenta la ventaja de no necesitar válvula.

35 En modo « altitud », tal como está ilustrado por la figura 4, el aire a presión del canal 41 a la salida de la cabina 40 es calentado una primera vez por paso por el intercambiador térmico 2. Este intercambiador permite igualmente disminuir la temperatura del aire de la vena C1, a fin de compensar – a nivel del funcionamiento del ECS – una compresión menor realizada por esta arquitectura en la vena de alimentación C1 con respecto a la versión precedente, que tenía dos etapas de compresión. En efecto, el compresor 12 no asegura en este caso la función de
40 segunda etapa de compresión para el aire de la vena C1.

La invención no está limitada a los ejemplos descritos y representados.

45 Es posible por ejemplo pasar a modo « altitud » de la primera arquitectura a la variante de arquitectura. En otras palabras, pasar – de manera automática por la unidad de gestión o manual por el piloto – de una recuperación simple a partir de la salida de la cabina (véase la figura 2) a una recuperación doble, reuniendo los canales 41 de salida de la cabina y 42 del compresor 12 (véase la figura 4).

50 Para hacer esto, las válvulas V1 y V2 de la primera versión (véanse las figuras 1 y 2) son mandadas para poder conmutar, de manera reversible y cuando la aeronave esté en altitud, de las posiciones definidas en modo « suelo » a las posiciones definidas en modo « altitud » y viceversa. La presencia del intercambiador 2 puede ser conservada ventajosamente para ser compatible con la tasa más pequeña de presión en la vena C1 cuando las válvulas estén en posiciones definidas en modo « suelo ».

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento de recuperación de energía en una aeronave equipada con una cabina de pasajeros (40) con flujo de aire regulado en presión y en temperatura con la ayuda de un sistema de acondicionamiento de aire ECS (30) alimentado por un compresor de carga, (22) y de una generación auxiliar de potencia (20), caracterizado por que consiste en prever que:
- cuando la aeronave esté en el suelo denominado « modo suelo » la energía térmica disipada por la generación auxiliar de potencia (20) sea recuperada por un intercambio térmico (1) a nivel de su escape (14) para alimentar el ciclo de un turbocompresor de recuperación (10) a fin de producir un complemento de energía mecánica de la generación auxiliar de potencia (20);
- 10 - cuando la aeronave esté en altitud denominado modo « altitud » en el cual el aire de la cabina está presurizado a una tasa suficiente, este mismo turbocompresor (10) arrastrado al menos parcialmente por el aire recuperado a la salida de la cabina (40) y después calentado por el intercambio térmico (1) a nivel del escape (14), realice un complemento de la compresión del compresor de carga (22) para facilitar la tasa de compresión requerida para alimentar el ECS (30).
- 15 2. Procedimiento de recuperación de acuerdo con la reivindicación precedente, en el cual un segundo intercambio térmico (2) está realizado entre el aire relativamente más frío a la salida de la cabina (40) y el aire comprimido relativamente mas caliente a la entrada del sistema ECS (30).
- 20 3. Procedimiento de recuperación de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en el cual el turbocompresor (10) forma, en modo altitud, una segunda etapa de compresión de aire a la entrada del sistema ECS (30).
- 25 4. Procedimiento de recuperación de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 o 2, en el cual, estando la aeronave en modo altitud, el aire comprimido por el turbocompresor (10) y el aire comprimido a la salida de la cabina (40) son combinados aguas arriba del intercambio térmico (1) realizado en el escape (14) para aumentar la potencia de la generación auxiliar (20).
- 30 5. Procedimiento de recuperación de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en el cual, estando la aeronave en modo altitud, la compresión de aire producida por el turbocompresor (10) es conmutable para ser combinada con la entrada del sistema ECS para formar una segunda etapa de compresión, o a la salida del aire de la cabina, aguas arriba del intercambio térmico a nivel del escape del generador de gas, para aumentar la potencia de la generación auxiliar.
- 35 6. Arquitectura de recuperación de energía apta para poner en práctica el procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, que comprende un grupo auxiliar de potencia APU (20) que presenta una tobera de escape (14) y que integra un generador de gas (2a) equipado con un árbol de transmisión (21) de potencia a un compresor de carga (22) para facilitar, a través de una vena de alimentación (C1), aire comprimido al sistema de acondicionamiento de aire ECS (30) de la cabina de pasajeros (40), comprendiendo igualmente esta arquitectura un turbocompresor de regeneración (10) acoplado al árbol (21) del grupo APU (20), comprendiendo este turbocompresor (10) una turbina de recuperación (11) alimentada por el aire que circula por un ramal aguas abajo (C3b) de un conducto (C3) montado en un intercambiador térmico (1) que equipa a la tobera de escape (14), y presentando este conducto (C3) un ramal aguas arriba (C3a) al intercambiador (1), acoplada a canales (41, 42) que unen las salidas de aire de la cabina (40) y del compresor (12) del turbocompresor de recuperación (10) a este ramal aguas arriba (C3a).
- 40 7. Arquitectura de recuperación de energía de acuerdo con la reivindicación precedente, en la cual un segundo intercambiador (2) está montado entre la vena de alimentación (C1) y el canal de salida de cabina (41) de modo que el aire a la salida de la cabina (40) y el aire comprimido a la entrada del sistema ECS (30) puedan realizar una transferencia térmica.
- 45 8. Arquitectura de recuperación de energía de acuerdo con una de las reivindicaciones 6 o 7, en la cual medios de conmutación de circulación de aire (V2, V1) están dispuestos respectivamente entre la vena de alimentación (C1) del sistema ECS (30) y un canal de entrada del compresor (12) del turbocompresor de recuperación (10), y entre el canal de salida (42) del citado compresor (12) y el ramal aguas arriba (C3a) del conducto (C3) montado en el intercambiador térmico (1) de la tobera de escape (14), de modo que el turbocompresor (10) es apto para formar una
- 50 segunda etapa de compresión de aire en la entrada del sistema ECS (40).
9. Arquitectura de recuperación de energía de acuerdo con una de las reivindicaciones 6 a 8, en la cual el aire del canal de salida (42) del compresor (12) y del canal de salida de cabina (41) presentan tasas de compresión sensiblemente equilibradas por una regulación de la sección de paso de un distribuidor de ajuste variable que equipa a la turbina de recuperación (11).

10. Arquitectura de recuperación de energía de acuerdo con una de las reivindicaciones 6 a 9, en la cual los medios de conmutación de circulación de aire son válvulas (V1, V2) motorizadas y mandadas por una unidad de gestión central.

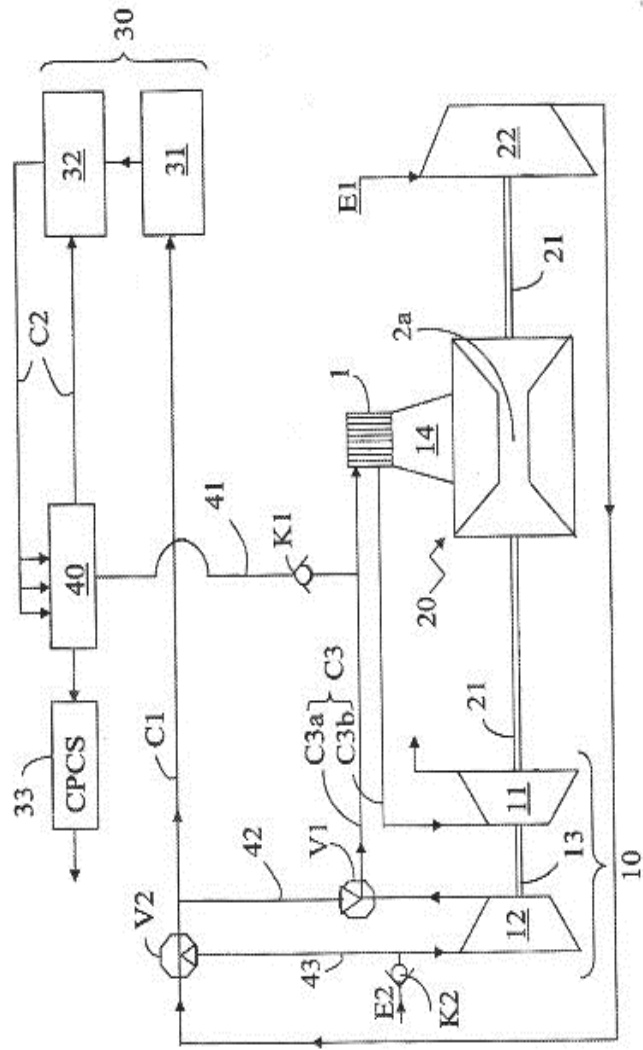


Figura 1

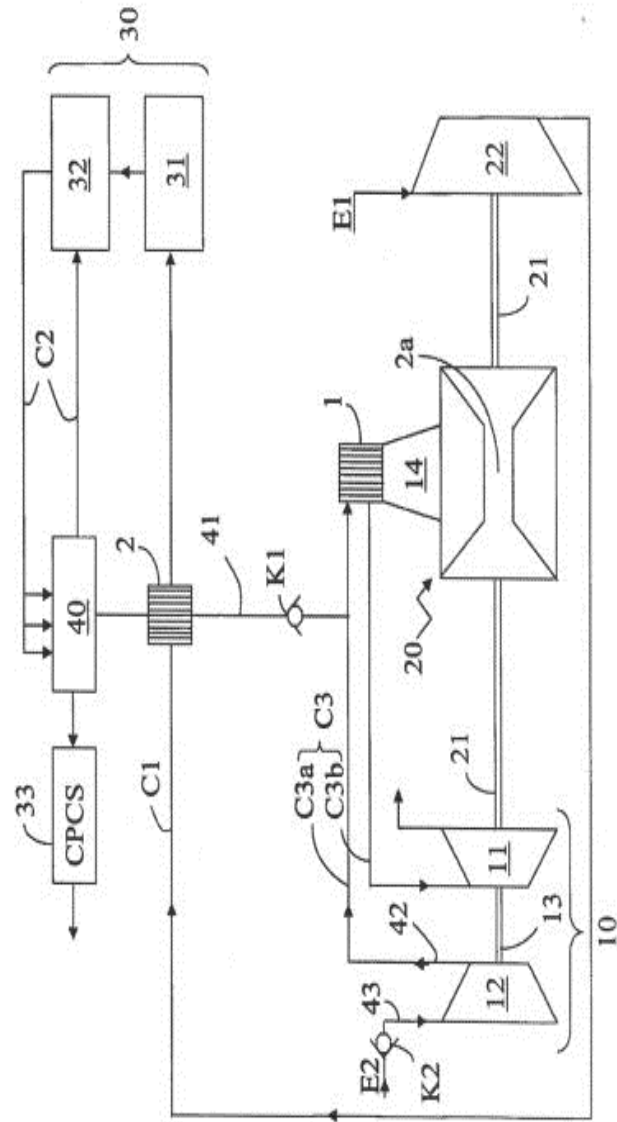


Figura 3

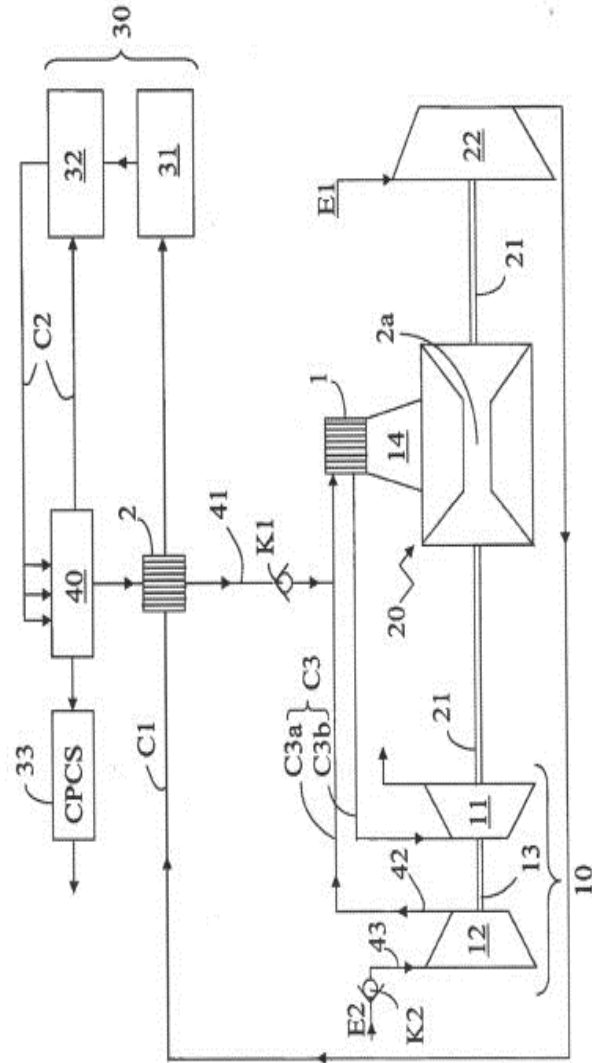


Figura 4