

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 246 301**

51 Int. Cl.:

F25J 3/04

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA MODIFICADA
TRAS OPOSICIÓN

T5

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.12.2001 E 01403286 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea modificada tras oposición: **15.05.2013 EP 1223395**

54 Título: **Procedimiento integrado de separación de aire y de generación de energía**

30 Prioridad:

12.01.2001 FR 0100403

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente modificada:
08.10.2013

73 Titular/es:

**L'AIR LIQUIDE, SOCIÉTÉ ANONYME POUR
L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS
GEORGES CLAUDE (100.0%)
75, QUAI D'ORSAY
75007 PARIS, FR**

72 Inventor/es:

GUILLARD, ALAIN

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 246 301 T5

DESCRIPCIÓN

Procedimiento integrado de separación de aire y de generación de energía

La presente invención se refiere a un procedimiento integrado de separación de aire y de generación de energía.

5 Se sabe cómo enviar un gas enriquecido en nitrógeno desde un aparato de separación de aire aguas arriba por una turbina de expansión de gas de combustión. La cámara de combustión es alimentada con aire comprimido proveniente de un compresor de aire que puede aportar todo o una parte del aire necesario al aparato de separación de aire (ASU) como ilustra el documento EP-A-0538118. De forma alternativa, como en el caso del documento GB-A-2067688, todo el aire puede provenir de un compresor al efecto.

10 En el caso en el que se desee producir argón, el documento EP-A-568431 describe la utilización de un sistema integrado.

Las dificultades de regulación de este tipo de sistemas se explican en el documento EP-A-0622595.

15 Generalmente por cuestiones de fiabilidad, en una misma instalación hay dos turbinas de gas y dos aparatos de separación de aire prácticamente idénticos que producen a la vez el oxígeno impuro necesario para la gasificación de los combustibles y el nitrógeno. Cada aparato de separación se alimenta a partir de un compresor de turbina de gas y envía nitrógeno únicamente a esta misma turbina de gas.

Un objetivo de la invención es paliar los defectos de los sistemas conocidos.

En particular, un objeto de la invención es permitir una mayor flexibilidad en la elección de los productos provenientes de un sistema integrado de separación de aire y de una turbina de gas. Según un aspecto de la invención, se prevé un procedimiento según la reivindicación 1.

20 Preferentemente, el porcentaje del aire total tratado en el segundo aparato que proviene del compresor que alimenta una cámara de combustión representa como máximo el 80%, incluso como máximo el 50%, incluso como máximo el 30% del porcentaje de aire tratado en el primer aparato que proviene del primer compresor de aire (o que proviene tanto del primer compresor de aire como de un segundo compresor de aire que alimenta igualmente una segunda cámara de combustión).

25 En ciertos modos de puesta en práctica de la invención se envía un gas enriquecido en oxígeno desde el primer aparato y/o del segundo aparato a un gasificador o varios gasificadores. Este o estos gasificador(es) aportan combustible a la cámara de combustión (a las cámaras de combustión).

Según unos aspectos facultativos de la invención:

30 - el porcentaje de líquido criogénico producido como producto final por el segundo aparato respecto del flujo de aire tratado por el segundo aparato es superior al porcentaje de líquido criogénico producido como producto final por el primer aparato respecto del flujo de aire tratado por el primer aparato, o en el que el segundo aparato produce líquido criogénico mientras que el primer aparato no lo produce. Por ejemplo, el segundo aparato puede producir un líquido enriquecido en oxígeno y/o un líquido enriquecido en nitrógeno y/o un líquido enriquecido en argón en relación con el aire;

35 - el segundo aparato de separación de aire recibe como máximo el 50%, eventualmente como máximo el 30% del aire comprimido que trata de uno o varios compresores que alimentan de aire comprimido una o varias cámaras de combustión, eventualmente el primer compresor;

40 - el primer aparato de separación de aire es alimentado de aire por un segundo compresor de aire que alimenta igualmente una segunda cámara de combustión, siendo enviados los gases de combustión de la segunda cámara de combustión a una segunda turbina de expansión;

- el primer aparato de separación produce un (unos) fluidos enriquecidos en oxígeno, conteniendo este fluido como máximo 98% en moles de oxígeno y/o estando constituido al menos el 80% de estos productos por un fluido que contiene como máximo 98% en moles de oxígeno, preferentemente como máximo 97% en moles;

45 - el primer aparato de separación produce productos enriquecidos en oxígeno, estando constituido al menos el 90% de estos fluidos enriquecidos en oxígeno por un o unos fluido(s) que contienen como máximo 98% en moles de oxígeno;

50 - el segundo aparato de separación produce un (unos) fluidos enriquecidos en oxígeno conteniendo este fluido al menos 98% en moles de oxígeno o estando constituido al menos el 50% de estos fluidos enriquecidos en oxígeno por un o unos fluido(s) que contienen al menos 98% en moles de oxígeno;

- el segundo aparato de separación produce productos enriquecidos en oxígeno, estando constituido al menos el 70% de estos productos por un fluido que contiene al menos 98% en moles de oxígeno;
 - el primer aparato de separación de aire también es alimentado de aire comprimido por un compresor de aire que no alimenta a ninguna cámara de combustión y/o que sólo alimenta al primer aparato de separación de aire;
 - el segundo aparato de separación de aire es alimentado de aire comprimido por un compresor que no alimenta a ninguna cámara de combustión y/o que sólo alimenta al segundo aparato de separación de aire;
 - el segundo aparato de separación de aire produce un producto final enriquecido en argón;
 - solamente el segundo aparato de separación de aire produce un producto final enriquecido en argón o el segundo aparato de separación de aire produce más producto final (productos finales) enriquecido en argón que el primer aparato;
 - el primer aparato de separación de aire comprende una turbina de insuflación y/o el segundo aparato de separación de aire comprende una turbina Claude;
 - un compresor alimenta los dos aparatos de separación de aire y no alimenta ninguna cámara de combustión;
 - el primer aparato y/o el segundo aparato comprende (comprenden) una columna de baja presión de la que se deriva un fluido producto enriquecido en oxígeno, operando esta columna de baja presión a al menos 1,3 bares, eventualmente a al menos 3 bares;
 - el primer y/o segundo aparato comprende una columna de baja presión y una columna de alta presión, y eventualmente una columna que opera a presión intermedia entre la baja y la alta;
 - se comprime o se expande el aire enviado desde el primer compresor hacia el primer y/o el segundo aparato de separación de aire y/o se comprime o se expande el aire enviado desde el segundo compresor hacia el primer y/o segundo aparato de separación de aire.
- De esta forma, el primer aparato de separación de aire recibe proporcionalmente más aire de una turbina de gas que el segundo aparato de separación de aire. Este segundo aparato puede producir un flujo enriquecido en nitrógeno que es enviado a la turbina de gas.
- De esta forma el primer aparato de separación de aire recibe más aire de una turbina de gas que el segundo aparato de separación de aire.
- El grado de integración determina qué productos se pueden extraer de cada aparato, en general los productos más puros en oxígeno y/o en argón que provienen del segundo aparato cuyo funcionamiento será más estable gracias al bajo grado de integración.
- Ahora se describirán unos procedimientos según la invención haciendo referencia a las Figuras 1 y 2 que son dibujos esquemáticos de instalaciones integradas.
- En la Figura 1, un compresor 13 se alimenta de aire y envía un primer flujo de aire a una cámara de combustión 17 con combustible, un segundo flujo de aire a un primer aparato de separación de aire 1 y eventualmente un tercer flujo de aire a un segundo aparato de separación de aire 101, siendo el tercer flujo en general inferior al segundo flujo.
- Los medios para refrigerar el aire de la temperatura de salida del compresor 13 a una temperatura cercana a la ambiental aguas arriba del aparato de separación de aire 1 y aguas arriba del aparato de separación de aire 101 no se ilustran.
- El primer aparato de separación de aire 1 es igualmente alimentado de aire por un compresor 21 que no alimenta más que a éste y el segundo aparato de separación de aire 101 es igualmente alimentado por un compresor 121 que no alimenta más que a éste. De forma alternativa, cada uno de los compresores 21, 121 puede alimentar al primer y al segundo aparato de separación de aire o uno solo de los compresores 21 o 121 puede alimentar al primer y al segundo aparato de separación de aire (no ilustrado).
- El primer aparato de separación de aire, típicamente del tipo de doble o de triple columna, produce al menos un gas enriquecido en nitrógeno 3 y un gas a alta presión enriquecido en oxígeno 5 que contiene como máximo 98% en moles de oxígeno, eventualmente como máximo 95% en moles de oxígeno o incluso como máximo 93% en moles de oxígeno que es enviado a un gasificador 31. El gas enriquecido en nitrógeno es enviado a la cámara de combustión 17 o a otro punto aguas arriba de la turbina 19.
- El primer aparato puede eventualmente producir una pequeña cantidad de líquido.

En el ejemplo no produce argón.

Una parte del aire enviado al aparato de separación de aire 1 puede ser enviada a éste mediante una turbina de insuflación (que alimenta la columna de baja presión de la doble o triple columna).

5 El segundo aparato de separación de aire produce oxígeno 105 que contiene al menos 98% en moles de oxígeno, argón gaseoso y/o líquido y eventualmente líquidos ricos en nitrógeno u oxígeno, así como un flujo de nitrógeno impuro 103 se envía a la cámara de combustión 17.

Opcionalmente una parte del oxígeno 105 puede ser enviada al gasificador 31.

10 El segundo aparato 101 es preferentemente de tipo a presión, por tanto con una columna de baja presión de la que se obtiene el fluido enriquecido en oxígeno que opera por encima de 1,5 bares, preferentemente por encima de 3 bares.

El segundo aparato puede comprender una columna de depuración de un flujo enriquecido en argón.

Preferentemente una parte del aire enviado al segundo aparato 101 es expandida en una turbina Claude operando a la presión más elevada antes de ser enviada a la columna de destilación de aire.

15 Preferentemente la relación entre el flujo de aire enviado desde el compresor 121 hacia el aparato 101 y el flujo de aire (si hay uno) enviado desde el compresor 13 hacia este aparato 101 es superior a la relación entre el flujo de aire enviado desde el compresor 21 hacia el aparato 1 y el flujo de aire enviado desde el compresor 13 hacia este aparato 1.

Eventualmente los dos compresores 21 y 121 pueden ser sustituidos por un solo compresor que alimenta los aparatos 1, 101.

20 En la Figura 2 un primer compresor de aire 13 aporta aire al primer aparato de separación de aire 1 y a una primera cámara de combustión 17, cuyos gases de combustión alimentan una primera turbina de expansión 19 que permite la generación de electricidad.

25 Un segundo compresor de aire 15 aporta aire al aparato de separación de aire 1 y a una segunda cámara de combustión 23, cuyos gases de combustión alimentan una segunda turbina de expansión 25 que permite la generación de electricidad. Un tercer compresor de aire 21 aporta aire exclusivamente al aparato de separación de aire.

Los medios para refrigerar el aire de la temperatura de salida de los compresores 13, 15 a una temperatura cercana a la ambiental aguas arriba por el primer aparato de separación de aire 1 y aguas arriba por el segundo aparato de separación de aire 101 no se ilustran.

30 El gas residual 3 del aparato de separación 1 se envía aguas arriba por la primera y eventualmente la segunda turbina, por ejemplo a la primera y eventualmente a la segunda cámara de combustión y/o a la entrada de la primera y eventualmente la segunda turbina.

El gas a presión enriquecido en oxígeno 5 es preferentemente enviado a uno o varios gasificadores 31, 131 donde sirve para producir combustible para al menos una de las cámaras de combustión 17 y 23.

35 Los compresores 13, 15, 21 pueden aportar aire a presiones diferentes, por ejemplo diferentes en al menos 0,5 bares unas de otras. Los flujos a presiones más elevadas pueden ser expandidos a la presión más baja a fin de depurar todos los flujos de aire juntos.

Si no, los flujos pueden ser enviados a columnas del ASU que operan a presiones diferentes con una depuración adaptada.

40 En la instalación de la Figura 2 hay dos aparatos de separación de aire 1, 101, que tiene cada uno al menos dos columnas de destilación y que eventualmente tiene cada uno su propio vaso frío.

El aparato 1 produce los mismos productos que los descritos anteriormente: el aparato 101 produce al menos nitrógeno residual 103 y gas enriquecido en oxígeno eventualmente a varias presiones o al menos a alta presión.

El nitrógeno residual 103 se envía a la primera y eventualmente a la segunda cámara de combustión.

45 El oxígeno 105 puede ser enviado a otro gasificador 131, al gasificador 31, o empleado de otra forma, en particular si su pureza es diferente a la del oxígeno 5. Como se ha descrito anteriormente, el aparato 101 puede aportar principal o únicamente oxígeno puro a más de 98% en moles de oxígeno mientras que el primer aparato puede producir única o principalmente oxígeno impuro a menos de 95% en moles de oxígeno.

El aparato 101 es alimentado de aire por un compresor al efecto 121 y eventualmente muy parcialmente por el primer compresor 13 y/o el segundo compresor 15 y/o el compresor al efecto 21 y/o un compresor al efecto que envía aire a los dos aparatos de separación de aire

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento integrado de separación de aire que produce un fluido enriquecido en oxígeno y eventualmente un fluido enriquecido en nitrógeno en una instalación que comprende al menos dos aparatos de separación de aire (1, 101), que comprende cada uno al menos dos columnas de destilación, un primer compresor de aire (13), una primera cámara de combustión (17), y una primera turbina de expansión (19), en el que el aire comprimido es aportado al primer aparato de separación de aire (1) por al menos el primer compresor de aire que aporta igualmente aire comprimido a la primera cámara de combustión, al menos un compresor auxiliar (21, 121) aporta aire comprimido al segundo aparato de separación de aire (101), recibiendo el segundo aparato de separación de aire el aire tratado de al menos un compresor (13, 15) que alimenta también una cámara de combustión, siendo menor el porcentaje del aire total tratado en el segundo aparato que proviene del compresor (13, 15) que alimenta una cámara de combustión, que el porcentaje de aire tratado en el primer aparato que proviene del primer compresor de aire o que proviene tanto del primer compresor de aire como de un segundo compresor de aire (15) que alimenta igualmente una segunda cámara de combustión (23), y un gas enriquecido en nitrógeno (3) es enviado desde el primer aparato de separación de aire aguas arriba por la primera turbina de expansión (19) alimentada por gases de combustión de una cámara de combustión (17), y un gas enriquecido en nitrógeno (103) enviado desde el segundo aparato de separación de aire (101) es enviado aguas arriba por la primera turbina.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el porcentaje de líquido criogénico producido como producto final por el segundo aparato (101) respecto del flujo de aire tratado por el segundo aparato es superior al porcentaje de líquido criogénico producido como producto final por el primer aparato (1) respecto del flujo de aire tratado por el primer aparato, o en el que el segundo aparato produce líquido criogénico mientras que el primer aparato no lo produce.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, en el que el segundo aparato de separación de aire (101) recibe como máximo el 50%, eventualmente como máximo el 30% del aire comprimido que trata de uno o varios compresores (13, 15) que alimentan de aire comprimido una o varias cámaras de combustión, eventualmente el primer compresor.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el que el primer aparato de separación de aire (1) es alimentado de aire por un segundo compresor de aire (15) que alimenta igualmente una segunda cámara de combustión (23), siendo enviados los gases de combustión de la segunda cámara de combustión a una segunda turbina de expansión (25).
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el que el primer aparato de separación (1) produce un (unos) fluidos enriquecidos en oxígeno (5), conteniendo este fluido como máximo 98% en moles de oxígeno y/o estando constituido al menos el 80% de estos productos por un fluido que contiene como máximo 98% en moles de oxígeno.
6. Procedimiento según la reivindicación 5, en el que el primer aparato de separación (1) produce productos (5) enriquecidos en oxígeno, estando constituido al menos el 90% de estos fluidos enriquecidos en oxígeno por un o unos fluido(s) que contienen como máximo 98% en moles de oxígeno.
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el que el segundo aparato de separación (101) produce un (unos) fluidos enriquecidos en oxígeno (105) conteniendo este fluido al menos 98% en moles de oxígeno o estando constituido al menos el 50% de estos fluidos enriquecidos en oxígeno por un o unos fluido(s) que contienen al menos 98% en moles de oxígeno.
8. Procedimiento según la reivindicación 7, en el que el segundo aparato de separación produce productos enriquecidos en oxígeno, estando constituido al menos el 70% de estos productos por un fluido que contiene al menos 98% en moles de oxígeno.
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el que el primer aparato de separación de aire (1) también es alimentado de aire comprimido por un compresor (21) que no alimenta a ninguna cámara de combustión y/o que sólo alimenta al primer aparato de separación de aire.
10. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el que el segundo aparato de separación de aire (101) es alimentado de aire comprimido por un compresor (121) que no alimenta a ninguna cámara de combustión y/o que sólo alimenta al segundo aparato de separación de aire.
11. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el que el segundo aparato de separación de aire (101) produce un producto final enriquecido en argón.
12. Procedimiento según la reivindicación 11, en el que solamente el segundo aparato de separación de aire (101) produce un producto final enriquecido en argón o en el que el segundo aparato de separación de aire (101) produce más producto final (productos finales) enriquecido en argón que el primer aparato (1).

13. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el que el primer aparato de separación de aire comprende una turbina de insuflación y/o el segundo aparato de separación de aire comprende una turbina Claude.

14. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el que un compresor alimenta los dos aparatos de separación de aire (1, 101) y no alimenta ninguna cámara de combustión.

5 15. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el que el primer aparato (1) y/o el segundo aparato comprende (comprenden) una columna de baja presión de la que se deriva un fluido producto enriquecido en oxígeno, operando esta columna de baja presión a al menos 1,3 bares, eventualmente a al menos 3 bares.

10 16. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el que el primer y/o segundo aparato (101) comprende una columna de baja presión y una columna de alta presión, y eventualmente una columna que opera a presión intermedia entre las presiones baja y alta.

17. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el que se comprime o se expande el aire enviado desde el primer compresor (13) hacia el primer y/o el segundo aparato de separación de aire (1, 101) y/o se comprime o se expande el aire enviado desde el segundo compresor (15) hacia el primer y/o segundo aparato de separación de aire (1, 101).

15

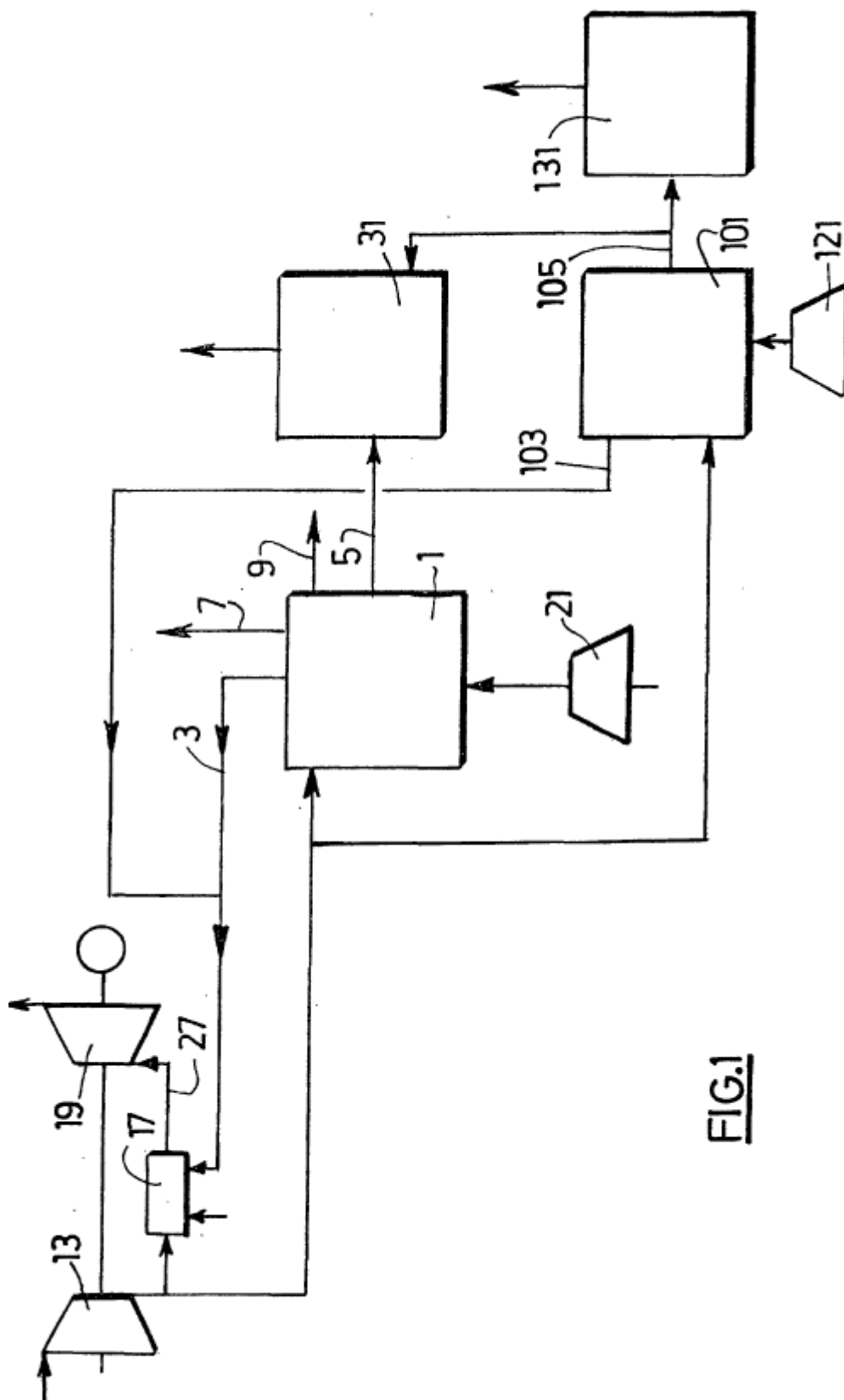


FIG.1

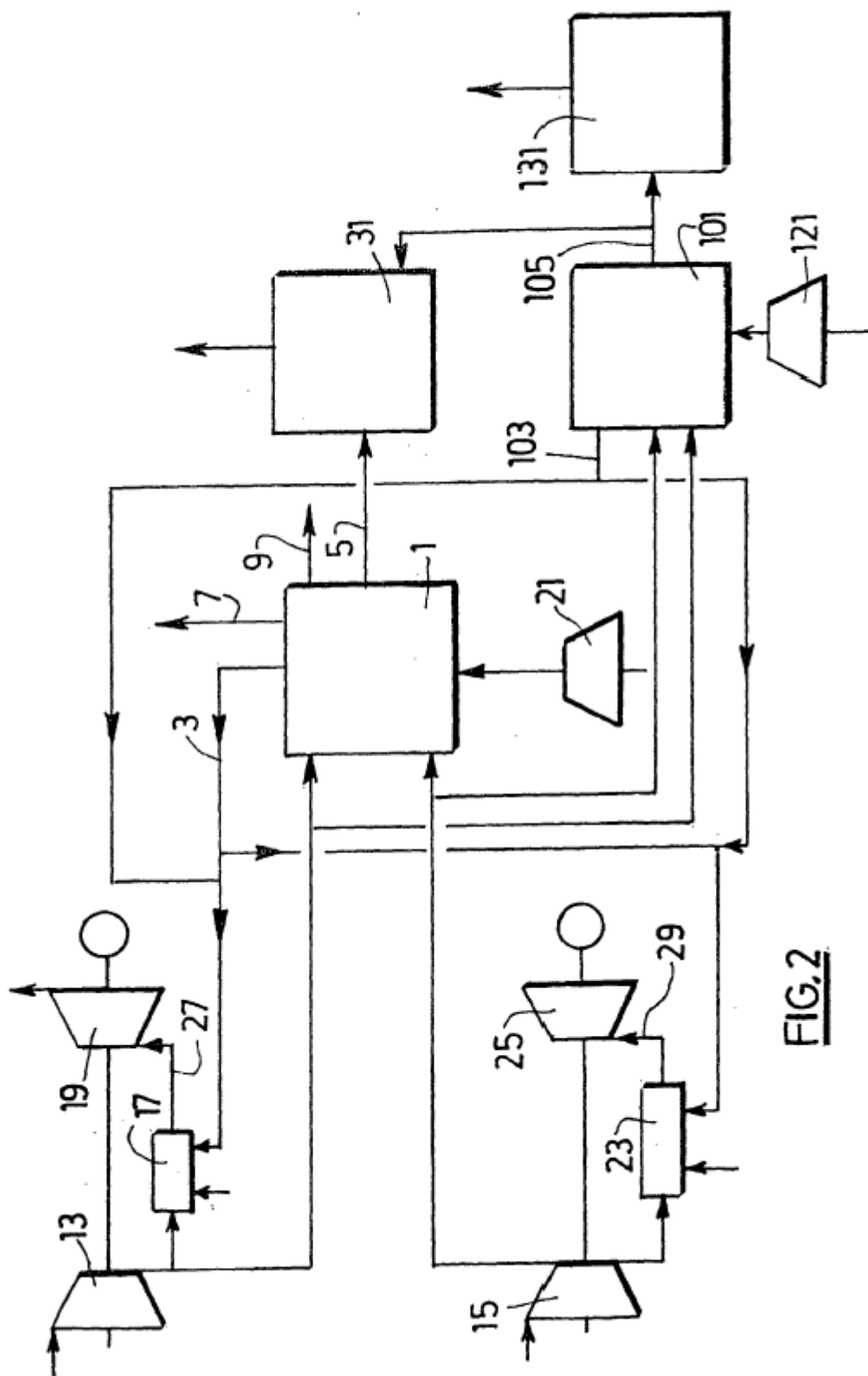


FIG.2