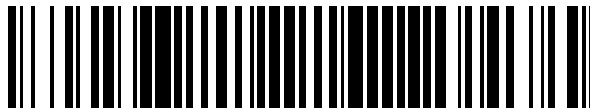


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 953 027**

51 Int. Cl.:

**F17D 1/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.06.2019 PCT/FR2019/051468**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.12.2019 WO19239081**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.06.2019 E 19742450 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.06.2023 EP 3807568**

54 Título: **Procedimiento e instalación de retroalimentación adaptables**

30 Prioridad:

**15.06.2018 FR 1855294**

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

**07.11.2023**

73 Titular/es:

**GRTGAZ (100.0%)  
6, rue Raoul Nordling  
92270 Bois-Colombes, FR**

72 Inventor/es:

**DUFOUR, DANIEL;  
VULOVIC, FRÉDÉRIC y  
PARDIEU, CHRISTOPHE**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 953 027 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 e instalación de retroalimentación adaptables

### Campo técnico

5 La presente invención se refiere a un procedimiento y una instalación de retroalimentación adaptable. Se aplica, en particular, a las redes de transporte de gas para exportar excedentes de gas renovable de una red de distribución a una red de transporte, que tiene una capacidad de almacenamiento mucho mayor.

### Estado de la técnica

10 La producción de biogás está experimentando un fuerte crecimiento en Europa y su valorización condiciona la creación de un sector de metanización sostenible. En lo sucesivo, «biometano» define el gas producido a partir del biogás crudo resultante de la metanización anaeróbica de residuos orgánicos (biomasa) o por gasificación a alta temperatura (seguida de una síntesis por metanización); purificado y tratado para que sea intercambiable con el gas natural de la red. El documento DE 102009038128 A1 divulga una instalación de retroalimentación.

Si bien el método de valorización más común es la producción de calor y/o electricidad, también se están desarrollando la valorización en forma de combustible y la inyección de biometano en la red de gas natural.

15 La inyección de biometano en la red de gas natural ya se está llevando a cabo en Europa. En un contexto de fuerte desarrollo del biometano, los distribuidores de gas natural se enfrentan a situaciones en las que no hay salida. De hecho, el consumo de los clientes domésticos varía en promedio de 1 a 10 entre el invierno y el verano en la distribución pública. La inyección de biometano sólo es posible inicialmente si se lleva a cabo con un caudal inferior al caudal mínimo registrado durante los períodos de menor consumo o si el biometano se produce lo más cerca posible del consumo. Cuando la producción supera las cantidades consumidas, esto tiende a saturar las redes de distribución durante las estaciones cálidas. Esta situación limita el desarrollo del sector de producción de biometano debido a la congestión de las redes de distribución de gas natural. Se han identificado varias soluciones para resolver este problema: la interconexión de redes de distribución para aumentar las capacidades de consumo del biometano producido mediante la multiplicación de los consumidores conectados, la modulación de la producción de biometano según las estaciones y las necesidades de consumo, la microlicuefacción y la compresión para almacenar las producciones de biometano durante las temporadas de bajo consumo, el desarrollo de los usos del gas (para la movilidad, en particular), así como la creación de estaciones de retroalimentación entre las redes de distribución y transporte de gas natural.

20 Las instalaciones de retroalimentación son, por lo tanto, una de las soluciones identificadas para desarrollar las capacidades de inyección de biometano. Estas instalaciones permiten exportar excedentes de biometano de una red de distribución a la red de transporte, comprimiéndolos y reinyectándolos en esta red de transporte para beneficiarse así de su mayor capacidad de almacenamiento de gas. Por lo tanto, los productores ya no deberían limitar sus producciones y se garantizaría más fácilmente la rentabilidad de sus proyectos. La estación de retroalimentación es una estructura del operador de transporte que permite la transferencia de gas de la red de distribución a la red de transporte que dispone de una gran capacidad de almacenamiento, a través de una estación de compresión de gas. La estación de retroalimentación puede estar ubicada, bien cerca de la estación para regulación de la presión del gas, bien en otro lugar donde se crucen las redes de transporte y distribución.

35 Por lo tanto, la retroalimentación incorpora una función de compresión del gas para adaptarlo a las tensiones impuestas aguas abajo de este compresor, es decir, la red de transporte. Las retroalimentaciones actuales son instalaciones fijas en las que los compresores se colocan en edificios. En éstas, cada compresor es accionado por un motor eléctrico conectado a la red eléctrica.

40 Por razones económicas, algunas retroalimentaciones sólo están equipadas con un compresor que asegura el 100 % del caudal. Por lo tanto, estas retroalimentaciones no garantizan un funcionamiento normal en caso de avería del único compresor. Sin embargo, la instalación de un segundo compresor que asegure el 100 % del caudal para garantizar un respaldo en caso de avería de una retroalimentación fija es una solución costosa.

45 Además, las configuraciones de las redes de distribución cambian, en particular cuando un proveedor de biogás se conecta a las mismas y les inyecta biogás o se desconecta de las mismas. Al mismo tiempo, el consumo de gas en esta red de distribución puede aumentar o disminuir, por ejemplo, cuando se instala una fábrica o una gran área de consumo o cuando se para la misma. Por lo tanto, la capacidad de retroalimentación puede, de forma transitoria o definitiva, tener exceso o ser insuficiente.

50 De manera más general, las instalaciones de retroalimentación existentes no permiten adaptar su dimensionamiento según sea necesario.

**Exposición de la invención**

La presente invención tiene como objetivo remediar la totalidad o parte de estos inconvenientes. Con este fin, según un primer aspecto, la presente invención tiene como objetivo una instalación de retroalimentación que comprende:

- al menos un compresor fijo entre una red de gas a una primera presión y una red de gas a una segunda presión mayor que la primera presión, y
- 5 – un autómata para controlar el funcionamiento de cada compresor fijo;

comprendiendo la instalación, además:

- un espacio para recibir al menos un compresor adicional, espacio que está provisto de al menos un conector de entrada de gas a la primera presión, al menos un conector de salida de gas a la segunda presión y al menos un conector de alimentación de energía del compresor adicional,
- 10 – una unidad de distribución para distribuir gas procedente de la red de gas a la primera presión a cada compresor fijo y al conector de entrada de gas a la primera presión para al menos un compresor adicional, y
- una unidad colectora para recoger el gas procedente de cada compresor fijo y del conector de salida de gas a la segunda presión para cada compresor adicional,

15 estando el autómata configurado para detectar los compresores fijos y adicionales operativos, para determinar la capacidad de compresión de los compresores operativos y para controlar el funcionamiento de cada compresor fijo y de cada compresor adicional en función de la capacidad de compresión de los compresores fijos y adicionales operativos.

20 Gracias a estas disposiciones, es fácil adaptar las capacidades de compresión de la instalación de retroalimentación. De hecho, se puede poner fácilmente en servicio un compresor adicional en esta instalación conectándolo a la unidad de distribución, a la unidad colectora y al autómata de control. Asimismo, se puede retirar fácilmente un compresor adicional de la instalación realizando las operaciones inversas.

En algunas formas de realización, el espacio de recepción de al menos un compresor adicional está configurado para recibir un vehículo que lleve al menos un compresor adicional, configurándose la instalación para que el vehículo acceda a dicho espacio de recepción marchando desde el exterior de la instalación.

25 Gracias a estas disposiciones, la adaptación de la instalación de retroalimentación es fácil y puede ser momentánea, simplemente estacionando un vehículo que lleve la retroalimentación en el espacio de recepción y conectando este compresor a los conectores de entrada y salida de gas y a una fuente de energía.

30 En algunas formas de realización, la instalación de retroalimentación comprende, además, un circuito de reciclado provisto de una válvula, configurado para expandir el gas a la salida de al menos un compresor e inyectarlo aguas arriba o en la unidad de distribución cuando se pone en funcionamiento al menos un compresor, configurándose el autómata para controlar el funcionamiento de la válvula del circuito de reciclado de acuerdo con la capacidad de compresión de los compresores fijos y adicionales operativos que se pongan en funcionamiento conjuntamente.

35 Gracias a estas disposiciones, se asegura la estabilidad de la red de distribución, independientemente de la capacidad de compresión operativa de los compresores que se pongan en funcionamiento conjuntamente, es decir, simultáneamente o con un retraso de tiempo reducido.

En algunas formas de realización, al menos un compresor adicional es móvil.

40 Gracias a estas disposiciones, durante un aumento temporal de las necesidades de capacidad de la instalación de retroalimentación (fallo o exceso de capacidad transitorio de los productores de biogás, disminución transitoria del consumo por parte de los consumidores de gas), el compresor móvil adicional se añade a la instalación de retroalimentación. Y se retira una vez que termine este aumento temporal.

En algunas formas de realización, al menos un compresor adicional está integrado en un contenedor normalizado.

En algunas formas de realización, al menos un compresor adicional está montado en un vehículo.

Gracias a cada una de estas disposiciones, se facilita el transporte del compresor.

45 En algunas formas de realización, al menos un compresor adicional es accionado mecánicamente por un motor del vehículo.

En algunas formas de realización, se alimenta energía eléctrica a al menos un compresor adicional mediante un generador montado en el vehículo.

Gracias a cada una de estas disposiciones, el accionamiento del compresor no requiere que la alimentación de energía de la instalación de retroalimentación esté sobredimensionada, en comparación con la alimentación de los compresores fijos únicos.

5 En algunas formas de realización, el conector de alimentación de energía del compresor adicional suministra gas a la primera presión a un motor o a un generador eléctrico de un vehículo.

Gracias a estas disposiciones, el vehículo puede accionar de manera continua el compresor adicional que transporta.

En algunas formas de realización, las tuberías y las alimentaciones eléctricas están dimensionadas para el funcionamiento simultáneo de cada compresor fijo y cada compresor adicional.

10 Gracias a estas disposiciones, la instalación de retroalimentación puede recibir cada compresor adicional sin que éste tenga que estar asociado a una alimentación y/o tuberías adicionales.

Según un segundo aspecto, la presente invención tiene como objetivo un procedimiento para adaptar una instalación de retroalimentación que comprende:

- al menos un compresor fijo entre una red de gas a una primera presión y una red de gas a una segunda presión mayor que la primera presión,
- 15 – un autómata para controlar el funcionamiento de cada compresor fijo,
- un espacio para recibir al menos un compresor adicional, espacio que está provisto de al menos un conector de entrada de gas a la primera presión, al menos un conector de salida de gas a la segunda presión y al menos un conector de alimentación de energía del compresor adicional,
- 20 – una unidad de distribución para distribuir gas procedente de la red de gas a la primera presión a cada compresor fijo y al conector de entrada de gas a la primera presión para al menos un compresor adicional, y
- una unidad colectora para recoger el gas procedente de cada compresor fijo y del conector de salida de gas a la segunda presión para cada compresor adicional,

25 procedimiento que incluye una etapa de detección automática de los compresores fijos y adicionales operativos, una etapa de determinación de la capacidad de compresión de los compresores operativos y una etapa de control del funcionamiento de cada compresor fijo y de cada compresor adicional en función de la capacidad de compresión.

Dado que las ventajas, los objetivos y las características particulares de este procedimiento son similares a los de la instalación objeto de la invención, no se repiten aquí.

#### **Breve descripción de las figuras**

30 Otras ventajas, objetivos y características de la presente invención resultarán de la siguiente descripción que, con un propósito explicativo y de ningún modo limitativo, se hace en relación con los dibujos adjuntos, en los que:

- la Figura 1 representa, en forma de diagrama de bloques, una instalación de retroalimentación conocida en la técnica anterior,
- la Figura 2 representa, en forma de diagrama de bloques, una instalación de retroalimentación que es objeto de la invención,
- 35 – la Figura 3 representa, esquemáticamente, una forma de realización concreta de la instalación de retroalimentación que es objeto de la invención, sin compresor adicional,
- la Figura 4 representa, esquemáticamente, la instalación de retroalimentación ilustrada en la Figura 3, con un compresor adicional inmóvil,
- 40 – la Figura 5 representa, esquemáticamente, la instalación de retroalimentación ilustrada en la Figura 3, con un compresor adicional móvil,
- la Figura 6 representa, en forma de diagrama de flujo, etapas de una forma de realización concreta del procedimiento que es objeto de la invención,
- la Figura 7 representa los cambios de caudal y de presión durante la regulación por caudal del funcionamiento de la instalación de retroalimentación, y
- 45 – la Figura 8 representa los cambios de caudal y de presión durante la regulación por presión del funcionamiento de la instalación de retroalimentación.

### Descripción de formas de realización de la invención

La Figura 1 representa esquemáticamente el principio de una instalación de retroalimentación conocida en la técnica anterior. La instalación de retroalimentación dispone de un conjunto de funciones técnicas que permiten crear un flujo de gas controlando las condiciones de funcionamiento específicas de una red 10 de transporte y de una red 15 de distribución. Entre estas funciones se incluyen:

- 5 – el tratamiento y el control 19 de la conformidad de la calidad del gas con las prescripciones técnicas del operador de transporte,
- el cómputo 20 de las cantidades transferidas,
- 10 – la compresión del gas procedente de la red 15 de distribución, mediante al menos un compresor 21; se trata generalmente de compresores con motor eléctrico y con pistones, con dos o tres etapas de compresión,
- la regulación 24 por presión o por caudal,
- la filtración 22, aguas arriba y abajo,
- la gestión 18 de la estabilidad del funcionamiento de la red de distribución,
- los órganos 26 de seguridad y
- 15 – las herramientas 24 de mando y seguimiento de la instalación de retroalimentación.

Estas diversas funciones se describen a continuación. A esto se añaden las utilidades (fuentes eléctricas, red de comunicación, etc.) necesarias para operar una instalación industrial. La instalación de retroalimentación se dimensiona teniendo en cuenta:

- 20 – la presión de funcionamiento de la red 10 de transporte y la de la red 15 de distribución. La primera debe estar comprendida entre 30 y 60 bar en la red regional y puede llegar a 85 bar en la red principal. La segunda es del orden de 4 a 19 bar en las redes MPC (Red de Media Presión de tipo C, es decir, una presión entre 4 y 25 bar) y de menos de 4 bar en las redes MPB (Red de Media Presión de tipo B, es decir, una presión entre 50 milibar y 4 bar),
- 25 – la capacidad máxima de producción de los productores 17 de biometano capaces de inyectar biometano en la red 15 de distribución, capacidad que varía desde unas pocas decenas de Nm<sup>3</sup>/h para las unidades más pequeñas hasta varios cientos de Nm<sup>3</sup>/h para las más grandes,
- el consumo de los consumidores 16 en la red 15 de distribución, en particular el consumo mínimo, y
- la capacidad de la red 15 de distribución para absorber variaciones de presión (volumen en agua).

30 El conjunto de estos datos permite determinar el caudal máximo de la instalación de retroalimentación y estimar su tiempo de funcionamiento. Este tiempo puede variar, según el caso, desde un funcionamiento ocasional (del 10 al 15 % del tiempo) hasta un funcionamiento casi permanente. Este ejercicio también debe incluir el hecho de que las instalaciones de los productores 17 no se ponen en servicio simultáneamente, sino a lo largo de los años.

35 Con respecto al análisis 19 de la conformidad del gas, existen diferencias entre las especificaciones de calidad del gas aplicadas a las redes 10 de transporte y las redes 15 de distribución, debido a las diferentes presiones de funcionamiento, la infraestructura, los materiales, los usos y las interfaces con los almacenamientos subterráneos. Las especificaciones de las redes 10 de transporte son generalmente más estrictas que las de las redes 10 de distribución. Por lo tanto, para garantizar que la instalación de retroalimentación de gas de la red 15 de distribución a la red 10 de transporte forme parte del funcionamiento operativo de la red 10 de transporte, las siguientes disposiciones se integran en la función de conformidad de la calidad del gas 19:

- 40 – una unidad de deshidratación aguas arriba con respecto a la compresión para reducir los riesgos de condensación en la red de transporte a alta presión, la formación de hidratos y la corrosión,
- como opción, un laboratorio para analizar parámetros de combustión (índice de Wobbe, poder calorífico y densidad del gas) para inyectar las lecturas en el sistema de determinación de energías del operador de transporte.

45 A discreción del operador de transporte, el análisis de otros contenidos de compuestos (CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, THT, etc.) es opcional y sólo se lleva a cabo si existe un riesgo comprobado de contaminación de la red 10 de transporte (ejemplo: retroalimentación de un biometano con un alto contenido de CO<sub>2</sub> sin posibilidad de dilución en la red 15 de distribución y la red 10 de transporte, u operado a una presión muy elevada).

Con respecto al cómputo de gas 20, la instalación de retroalimentación está equipada con una cadena de cómputo que se compone de un contador y de un dispositivo para determinar la energía local o regional con arreglo a la metrología legal.

5 Con respecto a la compresión de gas, la unidad de compresión permite comprimir el excedente de producción de biometano a la presión de servicio de la red 10 de transporte. Según los criterios económicos y la disponibilidad de la instalación, son posibles varias configuraciones, por ejemplo:

- un compresor 21 que alcance el 100 % de la necesidad máxima de retroalimentación,
- dos compresores 21 que alcancen cada uno el 100 % de la necesidad máxima de retroalimentación o
- dos compresores 21 que alcancen cada uno el 50 % de la necesidad máxima de retroalimentación.

10 La configuración se elige mediante un estudio de las diversas ventajas y desventajas en términos de costes, disponibilidad, espacio necesario y posibilidad de adaptación de la unidad de compresión. La presión de aspiración que se ha de considerar es la presión de servicio de la red 15 de distribución, que depende en particular de las presiones de inyección de los productores 17 de biometano. La presión de construcción en la descarga que se ha de considerar es la presión máxima de servicio («PMS») de la red de transporte, por ejemplo 67,7 bar. Para asegurar la  
15 puesta en marcha, la protección antibombeo de cada compresor 21 (excepto el compresor de pistones) o el funcionamiento de reciclado estabilizado, se puede prever un circuito 27 de reciclado equipado con una válvula 28. El circuito de reciclado expande el gas a la segunda presión y lo inyecta aguas arriba del compresor cuando al menos un compresor se pone en funcionamiento, bajo el control del autómatas 25.

20 La estanqueidad de cada compresor 21 puede lograrse con aceite o con una junta seca. En el primer caso, se colocan algunas disposiciones de filtración (véase posteriormente).

Un autómatas 25 realiza las funciones de mando 24, de control de cada compresor y de regulación y de estabilidad 18 de la red 15. Cabe señalar que, a lo largo de la descripción, el término «autómatas» significa un autómatas o un sistema informático o un conjunto de autómatas y/o de sistemas informáticos (por ejemplo, un autómatas por función).

25 Con respecto a la regulación, la adaptación de la presión de la red 15 de distribución cerca de la instalación de retroalimentación está correlacionada con el caudal de gas que pasa a través de la instalación de retroalimentación. Estas adaptaciones son el resultado del funcionamiento dinámico de los consumos de gas en la red 15 de distribución, las capacidades inyectadas de biometano por los productores 17 y el funcionamiento de la instalación de suministro, por medio de una válvula 14, y de retroalimentación. Por lo tanto, se integran las posibilidades de adaptar el intervalo de funcionamiento de la presión de aspiración de la instalación de retroalimentación, así como una regulación de los  
30 compresores 21, que puede anticipar las tensiones ejercidas sobre la red 15 de distribución, dependiendo de las configuraciones encontradas. Esta es una diferencia con las estaciones de suministro sin retroalimentación, en las que la presión se regula en el punto de suministro para que sea fija, independientemente de los consumos por parte de los consumidores 16. En consecuencia, el modo de regulación (presión o caudal) del flujo de retroalimentación hacia la red 10 de transporte se adapta al correcto funcionamiento de la instalación de retroalimentación.

35 Dependiendo de las especificaciones de los compresores y para evitar su deterioro o debido a las tensiones asociadas con el funcionamiento de la red 10 de transporte, está prevista una filtración en la función de conformidad de la calidad del gas, aguas arriba de la compresión, para recuperar los eventuales líquidos y los polvos contenidos en el gas procedente de la red 15 de distribución. Además, en el caso de un compresor 21 con estanqueidad por aceite, se instala un filtro coalescente 22 en la salida del compresor 21, por ejemplo, con una purga manual y un nivel visual.

40 Un sistema 23 de refrigeración enfría la totalidad o parte del gas comprimido para mantener la temperatura aguas abajo, hacia la red 10 de transporte, en un valor inferior a 55 °C (temperatura de certificación de los equipos). Para garantizar el funcionamiento del sistema 23 de refrigeración, éste se dimensiona a partir de valores de temperatura ambiente pertinentes de acuerdo con los historiales meteorológicos.

45 La estación 12 de suministro es una instalación, ubicada en el extremo aguas abajo de la red de transporte, que permite el suministro de gas natural de acuerdo con las necesidades expresadas por el cliente (presión, caudal, temperatura...). Por lo tanto, es la interfaz de expansión del gas de la red 10 de transporte a la red 15 de distribución o a ciertas instalaciones industriales. Por lo tanto, la estación 12 de suministro incorpora válvulas de expansión para reducir la presión con el fin de adaptarse a las condiciones impuestas aguas abajo.

50 Para evitar fenómenos de inestabilidad, la instalación de retroalimentación no debe funcionar simultáneamente con la estación 12 de expansión y suministro de la red 10 de transporte a la red 15 de distribución. Los valores límite para poner en marcha y parar la instalación de retroalimentación se establecen en consecuencia y cada autómatas 25 de una instalación que combine la expansión 12 y la retroalimentación está adaptado para impedir el funcionamiento simultáneo de estas dos funciones. Las instalaciones de retroalimentación, durante su fase de puesta en marcha, de funcionamiento y de parada, limitan las perturbaciones de la red aguas arriba (red 15 de distribución) y de la red aguas  
55 abajo (red 10 de transporte), evitando en particular la activación de seguros de presión de la estación 12 de suministro. Se tienen en cuenta los siguientes parámetros:

- número de ciclos de puesta en marcha y de parada de cada compresor 21 y su compatibilidad con las recomendaciones del proveedor del compresor 21,
- la puesta en marcha y la parada cada compresor 21 por una rutina, en respuesta a una temporización,
- el uso de un volumen de amortiguación (no representado) aguas arriba de cada compresor 21, para amortiguar las variaciones de presión y de caudal de la red 15 de distribución.

Una función de mando y de supervisión llevada a cabo por el autómatas 25 permite conseguir:

- un modo de funcionamiento automático,
- una visualización/supervisión del funcionamiento de la instalación de retroalimentación y
- la puesta en marcha de la instalación de retroalimentación.

La historización de los datos se lleva a cabo para atestiguar condiciones de funcionamiento.

En caso de emergencia, la instalación de retroalimentación se aísla de la red 15 de distribución cerrando la válvula 14. Una función de «parada de emergencia» permite parar y asegurar la instalación de retroalimentación. La instalación de retroalimentación también está equipada con dispositivos 26 de seguridad de presión y temperatura. No hay ventilación automática a menos que esté contraindicado por estudios de seguridad. La instalación de retroalimentación está equipada con sistemas 26 de detección de incendios y gases. Está previsto un medio de protección contra los excesos de caudal para proteger los aparatos, en forma de un órgano físico tal como un orificio de restricción o mediante un automatismo.

Cabe señalar que el caudal de una retroalimentación puede variar desde unos cientos hasta unos miles de Nm<sup>3</sup>/h, según el caso.

La Figura 2 representa una forma de realización concreta de una instalación 30 de retroalimentación adaptable que es objeto de la invención. Incluye las funciones ilustradas en la Figura 1, con la excepción del autómatas 25, a las que se añaden:

- una unidad 31 de distribución para distribuir gas procedente de la red 15 de distribución a cada compresor fijo 21 y a una primera interfaz libre, o conector, para al menos un compresor adicional 29 y
- una unidad colectora 32 para recoger el gas comprimido procedente de cada compresor fijo 21 y de una segunda interfaz libre, o conector, para cada compresor adicional 29.

Un autómatas 33 está configurado para controlar el funcionamiento de cada compresor fijo 21 y de cada compresor adicional 29 en función de la capacidad de compresión de los compresores operativos.

Por lo tanto, es fácil adaptar las capacidades de la instalación 30 de retroalimentación:

- un compresor adicional 29 puede ponerse fácilmente en servicio en esta instalación conectándolo a las interfaces libres, o conectores, de la unidad 31 de distribución y de la unidad colectora 32, y conectándolo al autómatas 33 de control;
- asimismo, se puede retirar fácilmente un compresor adicional 29 de la instalación 30 de retroalimentación realizando las operaciones inversas.

El autómatas 33 está configurado para controlar el funcionamiento de la válvula 28 del circuito 27 de reciclado en función de la capacidad de compresión de los compresores fijos 21 y adicionales 29 operativos que se pongan en funcionamiento conjuntamente. De este modo, se asegura la estabilidad de la red 15 de distribución, independientemente de la capacidad de compresión operativa de los compresores 21 y 29 puestos en funcionamiento conjuntamente.

La Figura 3 muestra una instalación 40 de retroalimentación, que incluye una parte fija en un edificio, en particular una losa 41 para soportar los diversos sistemas, un armario 42 que incluye el autómatas 33, al menos un compresor 43 y una línea 44 para la conexión eléctrica e informática de los diversos sistemas equipados con sensores y actuadores (en particular válvulas).

En la forma de realización ilustrada en la Figura 3, la instalación 40 de retroalimentación incluye al menos un espacio 49 de recepción, o ubicación, dedicado a un compresor adicional cerca de una interfaz libre de la unidad de distribución y cerca de una interfaz libre de la unidad colectora. De este modo, se facilita la implementación de cada compresor adicional.

- El espacio 49 de recepción está provisto de al menos un conector 80 de entrada de gas a la primera presión, al menos un conector 81 de salida de gas a la segunda presión y al menos un conector 82 de alimentación de energía (gas procedente de la red 15 de distribución o electricidad) de cada compresor adicional 46. Este conector 82 puede alimentar un motor eléctrico o térmico para accionar el compresor adicional 46 o un generador de un vehículo con gas a la primera presión, alimentando el generador un motor eléctrico que acciona el compresor adicional 46.
- Las tuberías y las alimentaciones eléctricas (no representadas) están dimensionadas para el funcionamiento simultáneo de cada compresor fijo 43 y de cada compresor adicional 46. Así, la instalación 40 de retroalimentación puede recibir cada compresor adicional sin que éste tenga que estar asociado a una alimentación y/o a tuberías adicionales.
- La Figura 4 muestra la instalación 40 de retroalimentación después de conectar un compresor adicional inmóvil 45.
- La Figura 5 muestra la instalación 40 de retroalimentación después de conectar un compresor adicional móvil 46 montado en un vehículo 47 (aquí un camión) y conectado a la red 15 de distribución mediante una conexión 48.
- Gracias a la movilidad del compresor adicional 46, durante un aumento temporal de las necesidades de capacidad de la instalación 40 de retroalimentación (fallo o exceso de capacidad transitorio de los productores de biogás, disminución transitoria del consumo por parte de los consumidores de gas), el compresor adicional móvil 46 se añade rápida y fácilmente a la instalación 40 de retroalimentación. Y se retira una vez que termine este aumento temporal.
- Gracias a que el compresor adicional 46 está montado en un vehículo 47 y, preferiblemente, integrado en un contenedor normalizado, se facilita el transporte del compresor 46 adicional.
- En algunas formas de realización, el compresor adicional 46 es accionado mecánicamente por un motor del vehículo 47. Para ello, una conexión mecánica, por ejemplo con juntas de cardán, conecta un árbol de motor del vehículo 47, por ejemplo, su único motor, a un árbol del compresor. Preferiblemente, el motor que acciona el compresor adicional 46 es un motor eléctrico o un motor de gas que utiliza gas procedente de la tubería a la presión más baja de la red 15 de distribución.
- En algunas formas de realización, se alimenta energía eléctrica a al menos un compresor adicional 46 mediante un generador montado en el vehículo 47, que funciona preferiblemente con gas procedente de la tubería a la presión más baja de la red 15 de distribución. Así, el accionamiento del compresor 46 no requiere que la alimentación de energía de la instalación 40 de retroalimentación esté sobredimensionada, en comparación con la alimentación de los compresores fijos 43 únicos.
- En las formas de realización ilustradas en las Figuras 3 a 5, la instalación 40 de retroalimentación comprende:
- al menos el compresor fijo 43 entre la red 15 de distribución de gas a una primera presión y la red 10 de transporte de gas a la segunda presión, y
  - el espacio 49 de recepción de al menos un compresor adicional, espacio que está provisto de al menos un conector 80 de entrada de gas a la primera presión, al menos un conector 81 de salida de gas a la segunda presión y, opcionalmente, al menos un conector 82 de alimentación de energía (gas procedente de la red 15 de distribución o electricidad) del compresor adicional 46,
  - la unidad 31 de distribución para distribuir gas procedente de la red de gas a la primera presión a cada compresor fijo y al conector de entrada de gas a la primera presión para al menos un compresor adicional 45 y/o 46 y
  - la unidad colectora 32 para recoger el gas procedente de cada compresor fijo y del conector de salida de gas a la segunda presión para cada compresor adicional 45 y/o 46.
- El autómata 33 para controlar el funcionamiento de cada compresor fijo y de cada compresor adicional 46 está configurado para detectar los compresores fijos y adicionales operativos, para determinar la capacidad de compresión de los compresores operativos y para controlar el funcionamiento de cada compresor fijo y de cada compresor adicional en función de la capacidad de compresión de los compresores fijos y adicionales operativos.
- En la Figura 5, el espacio 49 de recepción de al menos un compresor adicional está configurado para recibir un vehículo que lleve al menos un compresor adicional. La instalación 40 está configurada para que el vehículo 47 acceda al espacio 49 de recepción marchando desde el exterior de la instalación.
- La Figura 6 muestra etapas de un procedimiento para adaptar la instalación de retroalimentación que es objeto de la invención.
- Durante una etapa 51, se transporta un compresor adicional al emplazamiento de la instalación de retroalimentación. Como se ha explicado anteriormente, preferiblemente, el compresor adicional se coloca en una ubicación dedicada o un vehículo que lo transporta se coloca en este emplazamiento.

Durante una etapa 52, el compresor adicional se conecta a las tuberías de la instalación de retroalimentación, al automático y, si no es autosuficiente en energía, a la alimentación de energía de la instalación de retroalimentación.

5 Durante una etapa 53, el automático detecta automáticamente la presencia del compresor adicional y su capacidad de compresión. Esta detección puede ser automática, por ejemplo, detectando la conexión eléctrica entre el automático y el motor del compresor, o manual, indicando la instalación del compresor un operario en una interfaz de usuario del automático.

10 Durante una etapa 54, el automático determina la capacidad de compresión de los compresores operativos y define la parametrización del funcionamiento de la instalación de retroalimentación en función de la capacidad de compresión operativa (es decir, incluye el compresor adicional, pero sin tener en cuenta compresores averiados o parados, por ejemplo, por mantenimiento o actualización). La parametrización del funcionamiento consiste esencialmente en fijar:

- valores límite de presión y otras magnitudes físicas medidas por sensores integrados en los distintos aparatos presentes en la instalación y,
- eventualmente, valores de parámetros de accionamiento de válvulas y de otros aparatos, tales como tiempos de temporización o curvas de adaptación.

15 Durante una etapa 55, el automático controla la puesta en funcionamiento de la instalación de retroalimentación.

Durante una etapa 56, el automático recibe magnitudes físicas captadas por los sensores de la instalación de retroalimentación, en particular el valor de la presión en la entrada de cada compresor.

20 Durante una etapa 57, el automático realiza un control por realimentación del circuito de reciclado en función de la capacidad de compresión operativa. De hecho, la puesta en marcha unitaria o conjunta de compresores provoca un pico de presión y puede provocar problemas de presión máxima de servicio («PMS») y de presión mínima (2,5 bar). Estos riesgos se evitan definiendo valores límite y se implementa el circuito de reciclado (reexpansión) para crear una rampa de puesta en marcha y romper la transitoria.

Durante una etapa 58, el automático recibe magnitudes físicas captadas por los sensores de la instalación de retroalimentación, en particular el valor de la presión en la entrada de cada compresor.

25 Durante una etapa 59, el automático realiza un control por realimentación del funcionamiento estacionario de la instalación de retroalimentación, hasta la parada de los compresores. Después, se vuelve a la etapa 56 para la siguiente fase de puesta en funcionamiento de al menos un compresor.

30 A continuación se describen dos tipos de regulaciones consideradas para el compresor. La regulación por caudal significa que el caudal que pasa a través del compresor es constante cuando la estación está en funcionamiento. En cambio, es la presión de aspiración (por ejemplo, en una red de media presión) la que activa la puesta en marcha y la parada del compresor cuando esta presión alcanza valores límite fijados durante la etapa 54. La Figura 7 representa un ejemplo de los cambios de la presión 60 aguas arriba del compresor y del caudal 61 del compresor, en un caso en el que el valor límite de presión de puesta en marcha del compresor está en 4,2 bar y en el que el valor límite de presión de parada del compresor está en 2,5 bar. Cuando la presión disminuye entre estos dos valores límite durante el funcionamiento del compresor, el automático regula el funcionamiento del compresor para tener un caudal constante de 700 Nm<sup>3</sup>/h.

40 En el caso de la regulación por presión, el caudal que pasa por la estación cambia para que la presión de aspiración (por ejemplo, en una red de media presión) permanezca constante. La Figura 8 ilustra un ejemplo de los cambios de la presión 70 aguas arriba del compresor y del caudal 71 del compresor con un valor de consigna de presión aguas arriba del compresor de 4 bares, en función del caudal 72 de gas consumido por los consumidores en la red de distribución, del caudal 73 de gas inyectado por los productores de biometano en la red de distribución. La Figura 8 también muestra el caudal 74 de gas suministrado por la red de transporte.

45 Puede verse, en la Figura 8, que tan pronto como el caudal del consumo en la red de distribución es inferior al caudal de inyección de biometano, la estación de suministro deja de inyectar gas desde la red de transporte y el automático regula el compresor de modo que la presión en la red de distribución sea constante independientemente de las variaciones en el consumo en la red de distribución.

En el caso de la presencia de dos compresores, un primer compresor asegura el funcionamiento de la instalación de retroalimentación hasta su límite de funcionamiento. Si es necesario, el automático controla el funcionamiento de un segundo compresor para completar el caudal de gas que pasa por la instalación de retroalimentación.

**REIVINDICACIONES**

1. Instalación (30, 40) de retroalimentación que comprende:
- al menos un compresor fijo (21) entre una red (15) de gas a una primera presión y una red (10) de gas a una segunda presión mayor que la primera presión y
- 5 - un autómata (33) para controlar el funcionamiento de cada compresor fijo;
- caracterizada por que la instalación comprende un espacio (49) para recibir al menos un compresor adicional, espacio que está provisto de al menos un conector (80) de entrada de gas a la primera presión, al menos un conector (81) de salida de gas a la segunda presión y al menos un conector (82) de alimentación de energía del compresor adicional,
- y por que la instalación comprende, además:
- 10 - una unidad (31) de distribución para distribuir gas procedente de la red de gas a la primera presión a cada compresor fijo y al conector de entrada de gas a la primera presión para al menos un compresor adicional (29, 45, 46) y
- una unidad colectora (32) para recoger el gas procedente de cada compresor fijo y del conector de salida de gas a la segunda presión para cada compresor adicional,
- 15 estando el autómata configurado para detectar los compresores fijos y adicionales operativos, para determinar la capacidad de compresión de los compresores operativos y para controlar el funcionamiento de cada compresor fijo y de cada compresor adicional en función de la capacidad de compresión de los compresores fijos y adicionales operativos.
- 20 2. Instalación según la reivindicación 1, en la que el espacio (49) de recepción de al menos un compresor adicional está configurado para recibir un vehículo que lleve al menos un compresor adicional, configurándose la instalación para que el vehículo acceda a dicho espacio de recepción marchando desde el exterior de la instalación.
- 25 3. Instalación (30, 40) de retroalimentación según una de las reivindicaciones 1 o 2, que comprende, además, un circuito (27) de reciclado provisto de una válvula (28), configurado para expandir el gas a la salida de al menos un compresor (21, 29) e inyectarlo aguas arriba o en la unidad de distribución cuando se pone en funcionamiento al menos un compresor, configurándose el autómata (33) para controlar el funcionamiento de la válvula del circuito de reciclado de acuerdo con la capacidad de compresión de los compresores fijos y adicionales operativos que se pongan en funcionamiento conjuntamente.
- 30 4. Instalación (30, 40) de retroalimentación según una de las reivindicaciones 1 a 3, en la que al menos un compresor adicional (46) es móvil.
5. Instalación (30, 40) de retroalimentación según la reivindicación 4, en la que al menos un compresor adicional (46) está integrado en un contenedor normalizado.
- 35 6. Instalación (30, 40) de retroalimentación según una de las reivindicaciones 4 o 5, en la que al menos un compresor adicional (46) está montado en un vehículo (47).
7. Instalación (30, 40) de retroalimentación según la reivindicación 6, en la que al menos un compresor adicional (46) es accionado mecánicamente por un motor del vehículo (47).
- 40 8. Instalación (30, 40) de retroalimentación según una de las reivindicaciones 6 o 7, en la que se alimenta energía eléctrica a al menos un compresor adicional (46) mediante un generador montado en el vehículo (47).
9. Instalación (30, 40) de retroalimentación según una de las reivindicaciones 1 a 8, en la que el conector (82) de alimentación de energía del compresor adicional suministra gas a la primera presión a un motor o a un generador eléctrico de un vehículo.
10. Instalación (30, 40) de retroalimentación según una de las reivindicaciones 1 a 9, en la que las tuberías y las alimentaciones eléctricas están dimensionadas para el funcionamiento simultáneo de cada compresor fijo (21) y de cada compresor adicional (29, 45, 46).
11. Procedimiento para adaptar una instalación (30, 40) de retroalimentación que comprende:
- al menos un compresor fijo (21) entre una red (15) de gas a una primera presión y una red (10) de gas a una segunda presión mayor que la primera presión,
  - un autómata (33) para controlar el funcionamiento de cada compresor fijo,

## ES 2 953 027 T3

- un espacio para recibir al menos un compresor adicional, espacio que está provisto de al menos un conector de entrada de gas a la primera presión, al menos un conector de salida de gas a la segunda presión y al menos un conector de alimentación de energía del compresor adicional,
- 5
- una unidad (31) de distribución para distribuir gas procedente de la red de gas a la primera presión a cada compresor fijo y al conector de entrada de gas a la primera presión para al menos un compresor adicional (29, 45, 46) y
  - una unidad colectora (32) para recoger el gas procedente de cada compresor fijo y del conector de salida de gas a la segunda presión para cada compresor adicional,
- 10
- caracterizado por que incluye una etapa de detección automática de los compresores fijos y adicionales operativos, una etapa de determinación de la capacidad de compresión de los compresores operativos y una etapa de control del funcionamiento de cada compresor fijo y de cada compresor adicional en función de la capacidad de compresión.

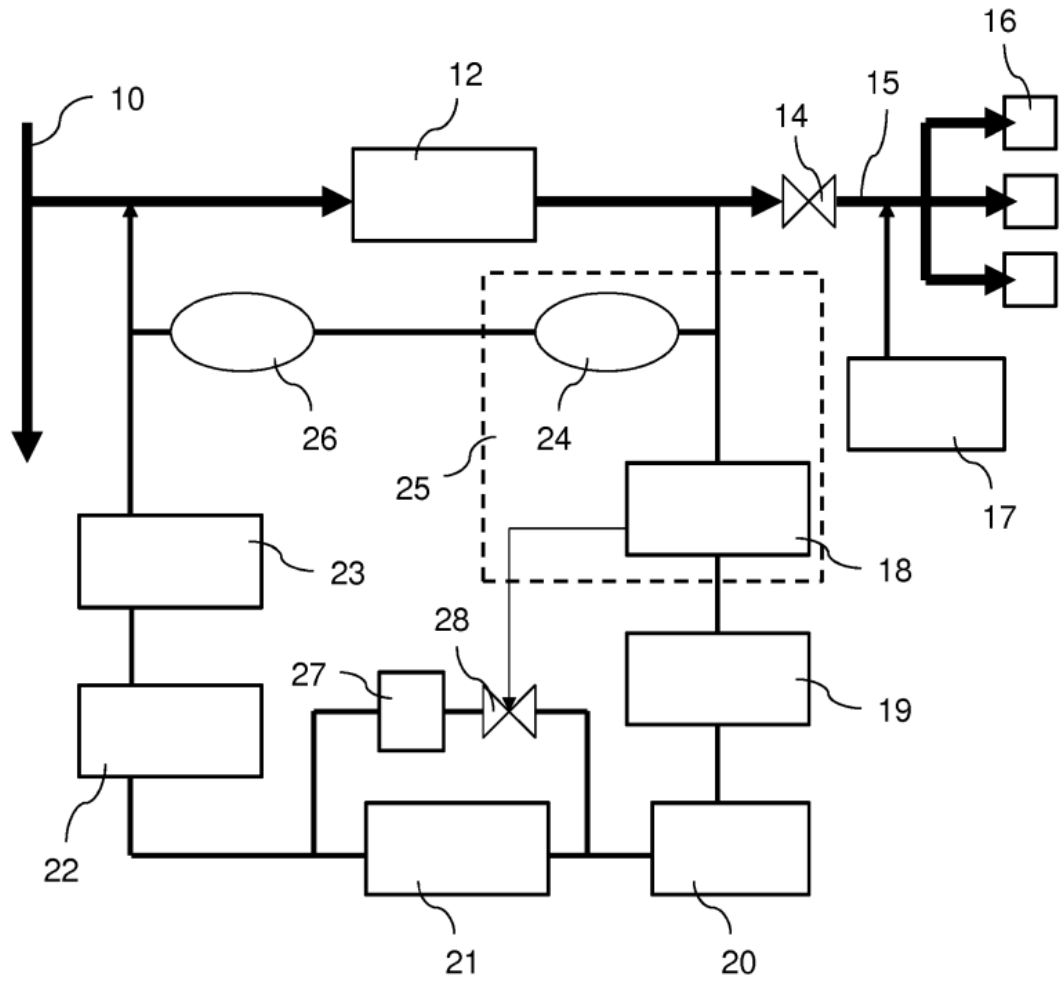


Figura 1

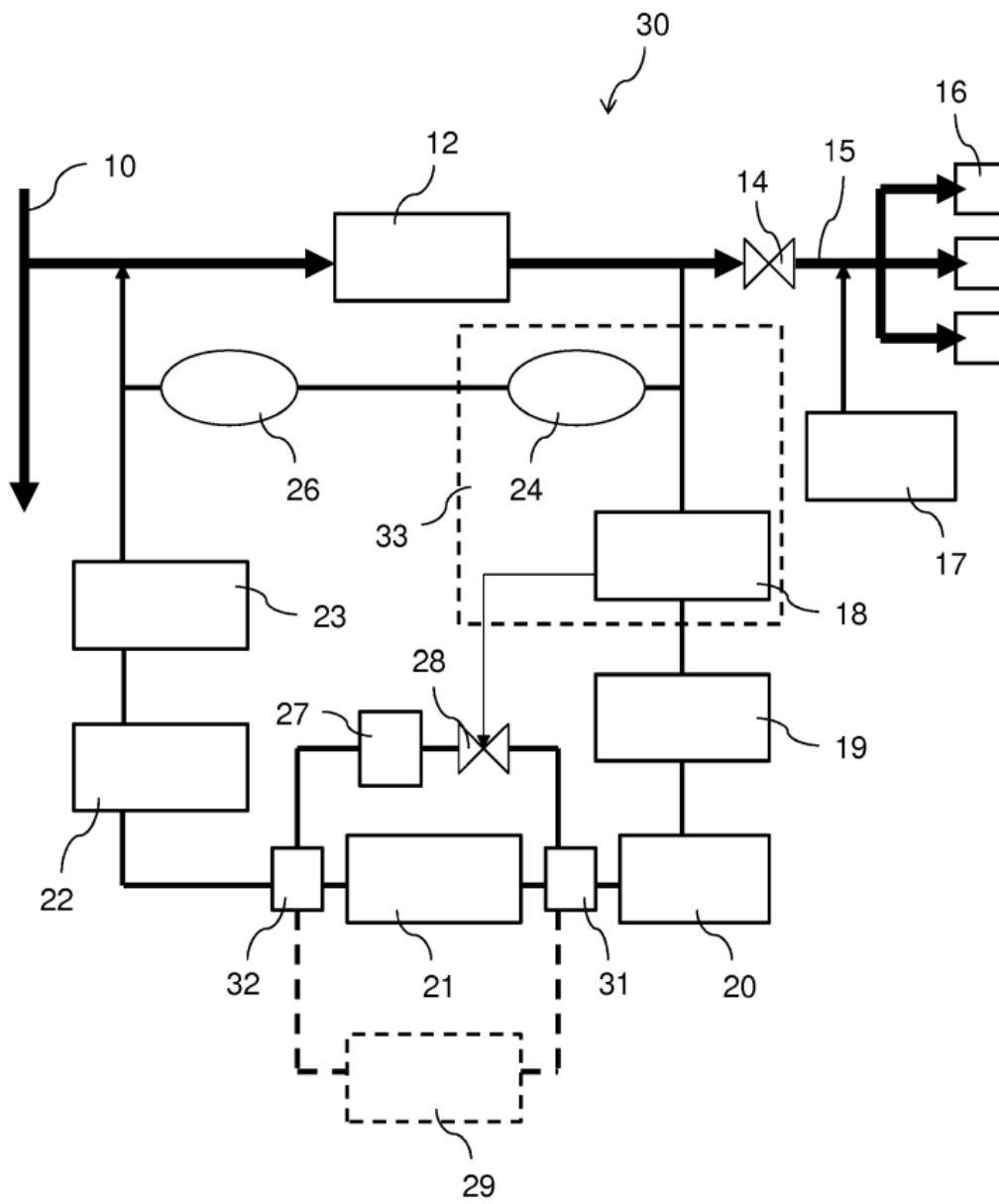


Figura 2

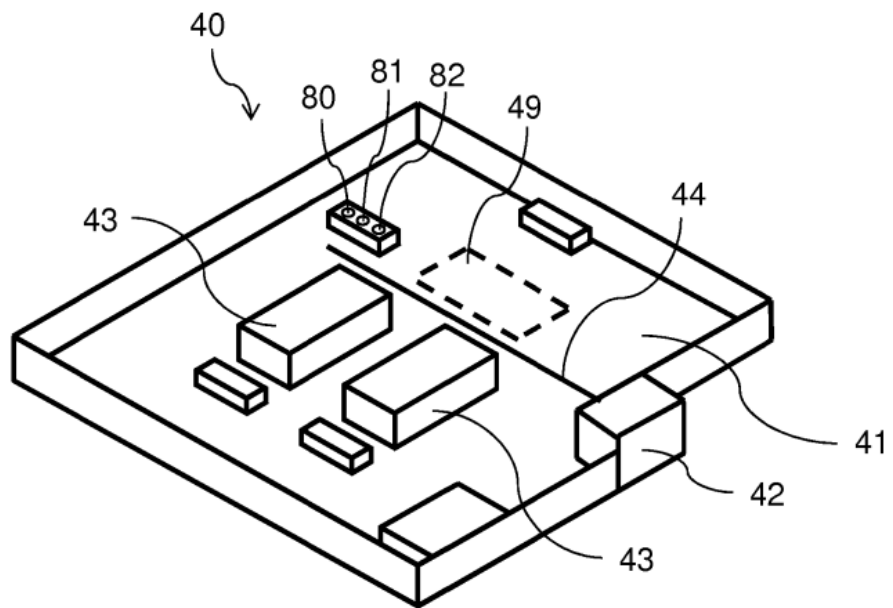


Figura 3

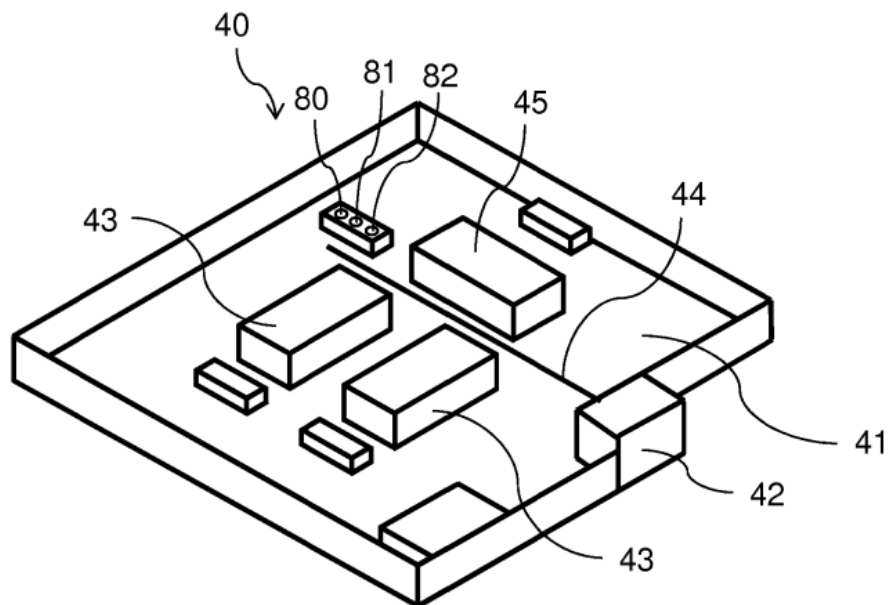


Figura 4

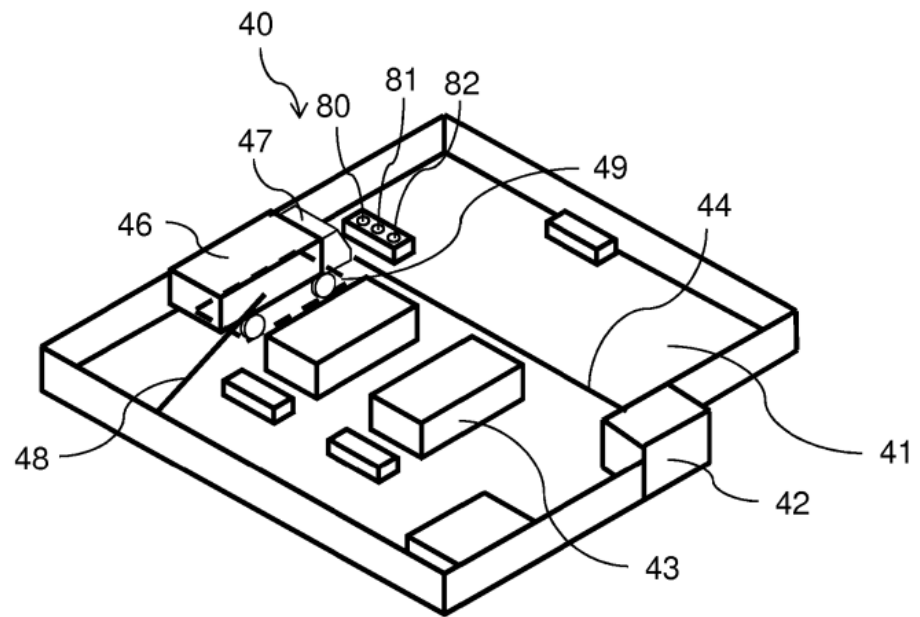


Figura 5

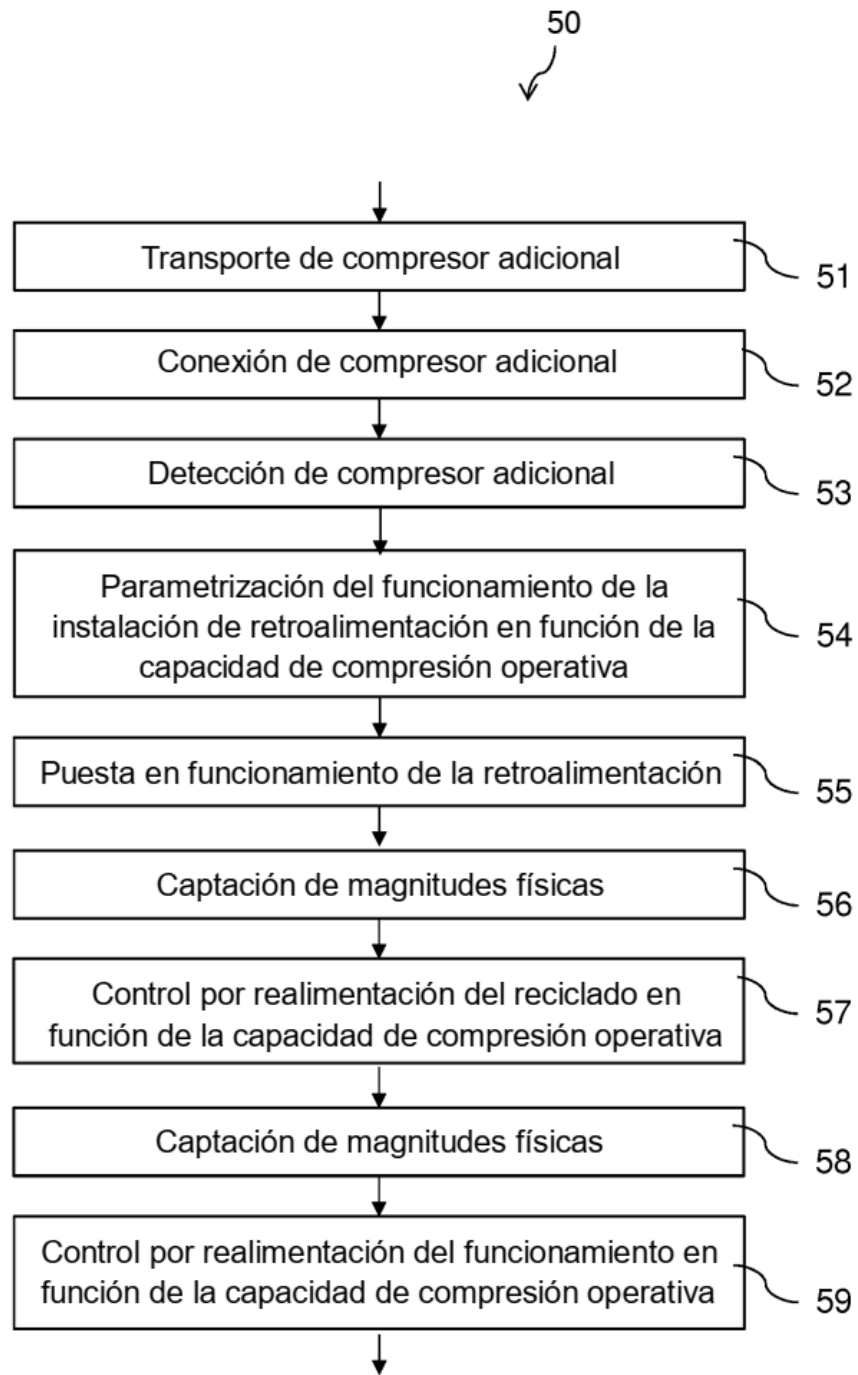


Figura 6

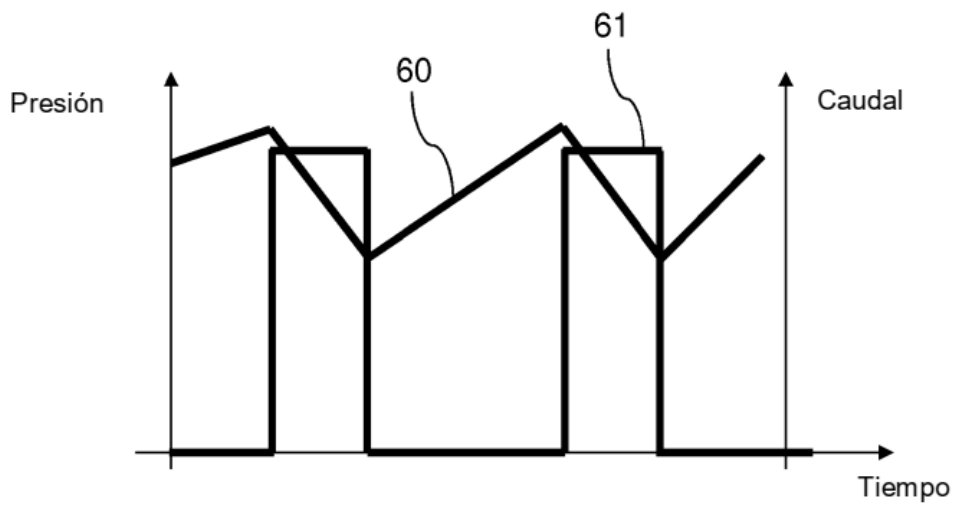


Figura 7

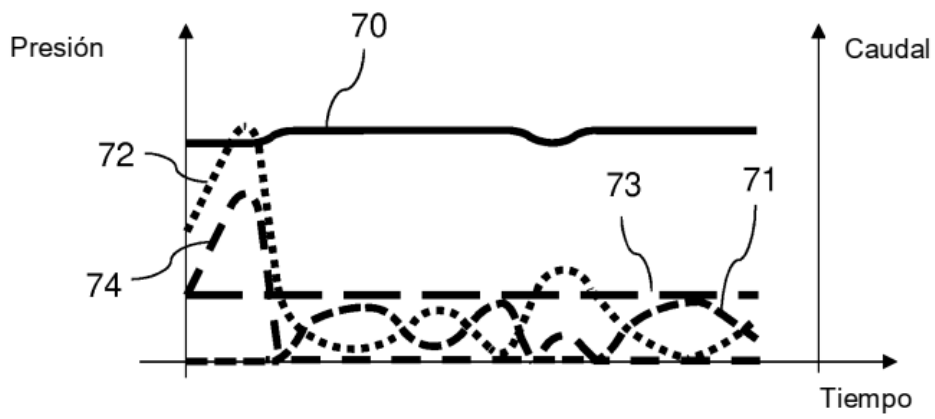


Figura 8