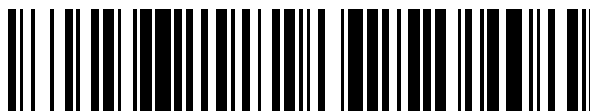


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 444 634**

51 Int. Cl.:

C07C 1/12 (2006.01)

B01J 8/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.10.2011** **E 11773396 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.01.2014** **EP 2595942**

54 Título: **Procedimiento para la fabricación de un gas producto rico en metano, así como instalación apropiada para ello**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
26.02.2014

73 Titular/es:

ETOGAS GMBH (100.0%)
Industriestrasse 6
70565 Stuttgart, DE

72 Inventor/es:

WALDSTEIN, GREGOR y
BUXBAUM, MARTIN

74 Agente/Representante:

DURÁN MOYA, Luis Alfonso

ES 2 444 634 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 para la fabricación de un gas producto rico en metano, así como instalación apropiada para ello

5 La invención se refiere a un procedimiento para la fabricación de un gas producto rico en metano en el que en una primera etapa de trabajo, un gas de proceso que contiene hidrógeno y dióxido de carbono es metanizado catalíticamente en una mezcla de gases cuya composición cumple con un criterio de calidad predeterminado y que es preparado como gas producto, y en el que la metanización catalítica es reducida, en especial interrumpida, en una segunda etapa de trabajo mediante la reducción en especial la interrupción de la alimentación de gas de
10 proceso, de manera que el paso de una a otras etapas de trabajo tiene lugar con dependencia de la disponibilidad de hidrógeno.

Este tipo de procedimientos de metanización son conocidos y se describen, por ejemplo, en el documento WO2011/076315. Las reacciones que tienen lugar en la metanización son conocidas además en los reactores de metanización preparados para ello y, por lo tanto, no se describirán de manera detallada. De manera correspondiente, se hará referencia al estado de la técnica que se ha citado anteriormente. Igualmente es conocida por el mencionado documento la utilización de los gases fabricados mediante su alimentación a una red de gas natural ya existente. Por las condiciones de alimentación existentes se determina un perfil de exigencias para la composición del gas producto a almacenar, que pueden constituir, por ejemplo, el criterio de calidad. En la primera
15 etapa de trabajo, por ejemplo, el funcionamiento normal del reactor de metanización, con una salida de volumen de gas máxima para sus características, el gas producto fabricado cumple con el criterio de calidad y se encuentra, por lo tanto, a disposición para su alimentación.

El procedimiento será llevado a cabo de acuerdo con la segunda etapa de trabajo, cuando no existe o no se desea una alimentación de gas de proceso suficiente para la primera etapa de trabajo, concretamente cuando el hidrógeno no se encuentra a disposición. Esto puede tener como causa que no se dispone de suficiente energía eléctrica para la producción de la fracción de hidrógeno del gas de proceso, por ejemplo, en el caso de una disminución de la corriente eléctrica generada por fuentes de energía renovables. En especial, funcionará entonces el reactor que produce la metanización catalítica en la segunda etapa de trabajo en reserva o "standby", sin alimentación de gas de
20 proceso. Los términos "gas producto" y "gas de proceso" se han escogido para mayor simplicidad de las designaciones, pero en realidad se trata en ambos casos de mezclas de gases.

La invención se plantea el objetivo de mejorar adicionalmente un procedimiento de funcionamiento intermitente del tipo mencionado.

35 Desde el punto de vista técnico del procedimiento se conseguirá básicamente este objetivo por el hecho de que la mezcla de gases generada en el paso de una etapa a otra, que no cumple con el criterio de calidad, dentro del procedimiento de fabricación será recuperado, por lo menos de manera parcial.

40 Para ello, la invención se basa en principio en el reconocimiento de que en este procedimiento en el paso de una a otras etapas de trabajo se generará una mezcla de gases que no cumple el criterio de calidad. Esta mezcla de gases, designada en lo que sigue para simplificación semántica como "gas malo" se genera, por ejemplo, en la transición desde la segunda etapa de trabajo ("standby") a la primera etapa de trabajo, es decir, al aumentar la producción del reactor de metanización pasando desde la situación de preparación hasta que el reactor ha sido llevado a producción elevada y genera de manera estable una mezcla de gases que cumple con el criterio de calidad. También se puede producir gas malo en el paso de la primera etapa de trabajo a la segunda, cuando la cámara en la que tiene lugar la metanización catalítica (el reactor de metanización) es barrida con un gas de barrido, por ejemplo, hidrógeno o también gas producto. Si se efectúa el barrido, por ejemplo, con hidrógeno (y simultáneamente se interrumpe la alimentación de CO₂), se modifica la composición estequiométrica del gas de proceso, lo que
45 comporta de manera rápida el incumplimiento del criterio de calidad. Además, la invención se basa en el reconocimiento de que este gas malo que se quemaba con anterioridad en antorcha a causa de su imposibilidad de utilización, comprende todavía un valor residual utilizable y que éste se puede utilizar todavía de forma técnicamente razonable en especial por un cambio relativamente frecuente entre ambas etapas de trabajo.

55 Además, también se puede llevar a la recuperación un gas que se produce durante la segunda etapa de trabajo, por ejemplo, por barrido lento de la cámara de reacción cuando, por ejemplo, se efectúa el barrido con hidrógeno de manera continuada para caudales reducidos. De esta forma, además de retirar las cantidades de metano que se generan opcionalmente, también se compensan opcionalmente las pérdidas de gas que se producen.

60 La expresión "por lo menos, parcialmente" comprende realizaciones en las que una parte del volumen o la totalidad del volumen del gas malo es recuperado de forma no modificada, pero también realizaciones en las que una parte del gas malo es recuperado en una composición modificada, así como combinaciones de estas realizaciones.

De manera especialmente preferente, la recuperación de la mezcla de gas (gas malo) tiene lugar mediante su
65 realimentación (como mínimo, parcial) a una etapa de trabajo que tiene lugar antes de la metanización. De esta manera se consigue que el gas malo consista en una mezcla de fracciones del gas de proceso y fracciones del gas

producto.

De manera oportuna, la realimentación tendrá lugar mediante un almacenamiento intermedio de gas de forma temporal. Esto permite una estructura más variable de la realimentación. En especial, se podrá ampliar o cambiar la recirculación realizada en la primera etapa de trabajo de gas producto para evitar los puntos calientes ("hot-spots") en el reactor mediante la alimentación desde el almacenamiento intermedio.

De manera oportuna, la mezcla de gases recirculada se acondicionará mediante la mezcla con una o varias fracciones de gas de proceso a la composición deseada para el inicio de la metanización. En este caso, no se deben hacer corresponder de manera forzosa los parámetros del procedimiento de la metanización a la realimentación, por el contrario, la realimentación será modificada de manera adecuada a los parámetros de procedimiento escogidos. En el acondicionamiento, se ajustará a una situación de ausencia de contenido de metano, puesto que el metano se comporta en el reactor de manera similar a un gas inerte.

A este respecto, se ha previsto de manera oportuna que tenga lugar un acondicionamiento incluso durante el almacenamiento intermedio del gas. Entonces, en esta situación, se puede medir de manera apropiada la composición del gas malo almacenado y se puede controlar su modificación.

El acondicionamiento puede tener lugar, no obstante, también fuera del almacenamiento intermedio. En este caso, la mezcla de gases realimentada será ajustada mediante el acondicionamiento de manera básica a la composición del gas de proceso. De esta manera, el proceso de metanización no debe ya diferenciar entre gas de proceso y gas malo acondicionado. En el caso de que el gas malo almacenado esté constituido esencialmente por fracciones de gas de barrido tales como hidrógeno, mediante la dosificación adicional de dióxido de carbono, será llevado a la proporción estequiométrica adecuada para la reacción de metanización. De manera alternativa, también se podría reducir la alimentación de H_2 .

En una forma de realización posible, la ralentización temporal de la realimentación se debe mantener hasta que se ha conseguido la correspondencia de la composición de la mezcla de gases. El almacenamiento intermedio será entonces vaciado solo cuando su contenido se pueda alimentar al reactor de metanización con la composición deseada.

De manera especialmente favorable en la primera etapa de trabajo, la alimentación de gas de proceso será adecuada estequiométricamente y/o volumétricamente con dependencia del caudal de la mezcla de gas realimentada (gas malo). Para ello, se tendrá en cuenta que en la primera etapa de trabajo, por ejemplo, el funcionamiento normal para carga máxima, la cantidad de gas circulante en la metanización deberá permanecer básicamente constante, de manera que para la fase de realimentación, la alimentación de gas de proceso se reducirá de manera correspondiente. Esto puede tener lugar con independencia de una eventual realimentación adicional de gas producto que se llevará a cabo adicionalmente en base a la conducción del proceso en la primera etapa de trabajo. Esto último sirve de todos modos, por ejemplo, para la reducción de la reactividad de la mezcla de gas circulante en el tramo de metanización, en especial en el inicio de la entrada en el reactor, para lo que una parte del gas producto generado será también realimentado cuando cumpla con el criterio de calidad. Se ajustarán los parámetros necesarios de la mezcla de gases realimentada (gas malo/gas malo acondicionado), en especial a la presión y/o temperatura a efectos de su dosificación.

Básicamente el procedimiento objeto de la invención no está afectado por limitación alguna con respecto a cual es la fuente de dióxido de carbono del gas de proceso a utilizar. Por ejemplo, esta fracción de gas producto será preparada por medio de una instalación de preparación de biogas, en especial, lavados amílicos de una instalación de biogas. De esta manera, se puede evitar la liberación de CO_2 a la atmósfera, lo que tendría lugar de otro modo. Entonces, el CO_2 será considerado como fuente de materia prima valiosa en este procedimiento.

Igualmente, se prevé que para la recuperación se utilice biometano, que se produce y se prepara después de la separación en la instalación de fabricación de biogas. De esta manera, se puede recuperar el contenido de metano de los gases malos de manera sencilla y se puede preparar también durante la segunda etapa de trabajo.

En otra realización preferente del procedimiento, la recuperación tiene lugar por separación de una fracción que cumple con el criterio de calidad y su preparación en un gas producto. Esta variante es especialmente apropiada en aquellos casos en los que la composición del gas se encuentra ya en las proximidades del cumplimiento del criterio de calidad, y una cantidad relativamente grande de gas producto es desvalorizada por una cantidad relativamente pequeña de gas sobrante, pasando a gas malo. La parte separada de este modo del gas malo, puede ser eliminada por combustión en antorcha o puede ser recuperada en el ámbito de una de las otras formas de realización.

De acuerdo con otra disposición adicional, el gas malo se puede alimentar a una unidad de aprovechamiento del gas, por ejemplo, una caldera de gas o una instalación de calefacción comunitaria.

Las variantes de procedimiento descritas hasta el momento, pueden ser utilizadas de modo alternativo y también de forma conjunta. En este caso, se puede prever que la recuperación del gas malo tenga lugar no solamente de forma

parcial, sino también de forma completa. Por otra parte, se puede prever también que se lleve a cabo la recuperación del gas malo, de modo completo y que se lleve a cabo la liberación o combustión por antorcha del gas malo, solamente en la medida en la que de otro modo se superaría la capacidad de recepción del procedimiento para la recuperación/reenvío.

El criterio de calidad dependerá habitualmente del objetivo de utilización del gas producto fabricado. Se prevé de manera preferente, según la invención, que el criterio de calidad presente uno o varios subcriterios. Para ello se consideran además de un contenido mínimo de metano, preferentemente de 90%, más preferentemente un mínimo de 92%, en especial, como mínimo 95%, como subcriterios adicionales, un contenido máximo de dióxido de carbono y/o un contenido máximo de oxígeno. De estos, el primero debe ascender como máximo a 12%, más preferentemente 8%, en especial, como máximo 4%, mientras que del último, preferentemente 4%, más preferentemente, como máximo 2%, en especial como máximo 1%.

Básicamente el procedimiento de la invención es independiente de la fuente de la que se consigue el hidrógeno para el gas de proceso. No obstante, será preferente la obtención de hidrógeno por electrolisis, mediante energía eléctrica. Desde el punto de vista del servicio de la red eléctrica, la unidad de electrolisis utilizada comporta un servicio de red en forma de un usuario (carga) y prepara hidrógeno. A este respecto, la energía eléctrica para la generación de hidrógeno, consistirá de manera especialmente preferente en fuentes de energía renovable, en especial, las fuentes de energía disponibles de manera variable a lo largo del tiempo, tales como energía eólica y/o energía solar, que son especialmente apropiadas para la conversión, según la invención, en el gas producto como soporte químico de energía. Por otra parte, son también apropiados otros procedimientos en los que se produce hidrógeno de forma intermitente.

Según la disponibilidad de dichas fuentes de energía, se llevará a cabo el cambio entre las etapas de trabajo, de manera que, la segunda etapa de trabajo se utilizará cuando se encuentre a disposición poca o ninguna energía eléctrica. La forma de funcionamiento intermitente que resulta de este modo, se llevará a cabo, por lo tanto, especialmente en el caso de que la transición entre las etapas de trabajo, tiene lugar como promedio, como mínimo, en un rango de varias veces por semana, en especial, como mínimo, una vez al día.

Desde el punto de vista técnico del dispositivo, el objetivo se soluciona mediante un dispositivo para la preparación de un gas producto rico en metano, con un reactor de metanización, que funciona de forma catalítica, un dispositivo de entrada dispuesto de forma previa al reactor de metanización para la alimentación de un gas de proceso, que presenta hidrógeno y dióxido de carbono al reactor, y una salida de gas conectada posteriormente al reactor para la disposición de la mezcla de gas generada en el reactor que cumple con un determinado criterio de calidad con respecto a la composición del gas, como gas producto, presentando además un dispositivo de enriquecimiento acoplado entre la salida del reactor y la salida del gas para la separación y recuperación, como mínimo, parcialmente de una mezcla de gas que no cumple el criterio de calidad y que procede del reactor.

Las ventajas del dispositivo según la invención, se deducen esencialmente de la anterior descripción del procedimiento, según la invención. De este modo, el dispositivo de enriquecimiento, puede presentar un dispositivo de realimentación para proceder a la realimentación, por lo menos parcial, de la mezcla de gas que no cumple el criterio de calidad (gas malo) en un punto de entrada previo a la entrada del reactor. De modo correspondiente, según la forma de realización, se puede prever la disposición de un almacenamiento intermedio para el dispositivo de realimentación y, en caso deseado, una disposición de una conducción para la alimentación inversa al reactor, como mínimo, de una parte del gas de proceso del almacenamiento intermedio.

La disposición de conducciones puede presentar, en este caso, una alimentación separada de H_2 y/o una alimentación separada de la fuente CO_2 del dispositivo de alimentación.

Básicamente se puede suponer que el reactor será comprobado en diferentes condiciones de procedimiento, y que la composición del gas producto es conocida para parámetros fijos del procedimiento en la serie de pruebas. No obstante, se puede prever también la determinación de las composiciones de gas por correspondientes dispositivos de medición, por una parte en la salida del reactor, o en todo caso antes de la salida de gas, pero también en el propio almacenamiento intermedio.

El dispositivo de realimentación puede presentar también una cámara de compensación para compensar corrientes volumétricas de gas variables temporalmente. Esto es especialmente ventajoso en una forma de realización, en la que el gas malo separado es recirculado de manera directa a la entrada del reactor, siempre que el gas que sale del reactor cumpla con el criterio de calidad. En este caso, la corriente volumétrica de gas que se produce oscilará y las oscilaciones pueden ser suavizadas o compensadas por la cámara de compensación.

Por lo demás, según la disposición preferente del procedimiento, el dispositivo de enriquecimiento puede presentar también un dispositivo de separación de gas para la separación de la parte del gas que empeora la mezcla de gas con respecto al criterio de calidad. Para ello, son apropiados gases de limpieza, tales como limpieza amónica o procedimiento de membrana, con los cuales se puede reducir, por ejemplo, el contenido de dióxido de carbono del gas malo. También puede formar parte de la disposición una conducción hacia un dispositivo de enriquecimiento del

gas.

Para el control de la disposición se prevé un dispositivo de control, que está dispuesto para control de acuerdo con uno de los aspectos anteriormente descritos del procedimiento.

Otras características, peculiaridades y ventajas de la invención se desprenderán de la siguiente descripción de formas de realización a título de ejemplo, en las que:

la figura 1 muestra esquemáticamente una primera forma de realización de la invención,

la figura 2 muestra esquemáticamente una segunda forma de realización de la invención,

la figura 3 muestra esquemáticamente una tercera forma de realización de la invención,

la figura 4 muestra esquemáticamente una cuarta forma de realización de la invención,

la figura 5 muestra una quinta forma de realización de la invención.

El reactor R es un componente principal de la representación mostrada esquemáticamente en la figura 1 de un procedimiento de metanización, en el que se puede llevar a cabo la metanización catalítica del gas de proceso. El reactor R, puede estar realizado en forma de una etapa o de varias etapas, por ejemplo, en dos etapas. La entrada del reactor R es alimentada con un gas de proceso, el cual comprende hidrógeno H_2 y dióxido de carbono CO_2 en una proporción estequiométrica ideal adecuada para la metanización, de manera que también se puede desviar en cierta medida esta proporción ideal, para determinar el punto de equilibrio de la reacción en el reactor R, de acuerdo con el gas producto que se desea fabricar. Así, por ejemplo, se puede desviar la relación de H_2 con respecto a CO_2 de 4:1 para conseguir una composición de, por ejemplo, 92% CH_4 , 4% CO_2 , 4% hidrógeno en la salida del reactor. En este caso, el residuo de gas de proceso, no presenta la estequiometría del gas de proceso. Con esta desviación inicial se puede conseguir un contenido de metano más elevado. Se cumplen de manera óptima las exigencias de la red de gas.

La fracción de dióxido de carbono será facilitada por una fuente de dióxido de carbono -2-, que puede consistir, por ejemplo, en un lavado amínico -12- de una instalación de biogas.

El hidrógeno H_2 será generado en este ejemplo de realización de forma electrolítica por una unidad electrolítica -1-. La energía eléctrica E_{EL} necesaria para ello, será conseguida en esta forma de realización, de la red de corriente. En este procedimiento se absorberá corriente de modo preferente, que esté asociada a una alimentación de corriente del servicio de corriente de la red, que procede de fuentes de energía renovables y que en aquel momento no puede ser vertida a la red de corriente, por ejemplo, energía eólica. Un ejemplo alternativo para una fuente de H_2 que funciona de manera intermitente sería una producción constante de H_2 , por ejemplo, en la producción de Cl junto con una absorción cambiante de H_2 mediante una central de potencia y, por lo tanto, disponibilidad de H_2 cuando la central de potencia no lo requiere.

En el funcionamiento normal con el suministro de energía eléctrica y su conversión en hidrógeno mediante la unidad electrolítica -1-, el reactor R trabajará con una carga para la que está diseñado, como máximo, y la mezcla de gas generada en el reactor R será enviada a la salida -18- de gas. Cumple en cuanto a la composición las exigencias necesarias para la alimentación en la red de gas -20-, y presenta en este ejemplo de realización, aparte de fracciones residuales inevitables en pequeñas concentraciones, aproximadamente 92% CH_4 , 4% H_2 y 4% CO_2 . Siempre que sea necesario, el gas producto será acondicionado antes de su alimentación con respecto al valor calorífico y será también dotado de olor. Esto es, no obstante, completamente conocido para los expertos y no es una parte importante de la invención.

Antes de la salida de gas -18- se ha acoplado una sección 3.9 de una conducción -3-, mediante la cual la mezcla de gas generada en el reactor es separada y no es enviada a la salida de gas -18-, en caso de que no cumpla las exigencias deseadas (criterio de calidad). Con anterioridad, este gas malo era eliminado mediante combustión con una antorcha -9-.

El gas malo de este tipo se genera, por ejemplo, en el reactor que funciona de manera intermitente R, cuando después de una fase en la que no se ha generado energía eléctrica E_{EL} para la unidad de electrolisis -1- y el reactor R ha sido pasado a situación de reserva ("Standby"), el reactor recibe nuevamente gas de proceso que en la fase de puesta en marcha, hasta el funcionamiento normal estacionario, es decir, en la transición entre la situación de "Standby" y el funcionamiento normal, no alcanza una metanización suficiente.

En esta forma de realización, el gas malo no es quemado en la antorcha de combustión -9- que se conserva en este caso para eventos de emergencia, sino que es enviado mediante la conducción -3- a un almacenamiento intermedio -4- y por cierre de la válvula en disposición posterior -8- es almacenado de forma intermedia hasta que el reactor R funciona de manera estacionaria y produce de acuerdo con las especificaciones. Entonces se abrirá la válvula -8- y

el contenido almacenado del almacenamiento intermedio -4- se vaciará lentamente y se añadirá al gas de proceso alimentado, de manera que mediante esta realimentación se conseguirá una metanización adicional y finalmente será enriquecido de manera completa. La dosificación puede tener lugar en una cantidad suficientemente pequeña que la composición de gas de proceso modificada de este modo se diferencia solamente de manera inapreciable, con respecto a la composición de gas de proceso, sin realimentación del gas malo para el reactor R, y por lo tanto, los ajustes de funcionamiento del reactor R no deben ser modificados. En caso deseado se controlarán para ello individualmente las fuentes de gas de proceso, para que de manera escogida se pueda alimentar más o menos H_2 o CO_2 .

También en la transición de la primera etapa de trabajo (situación de trabajo normal) a la situación de reserva o Standby se puede generar y realimentar gas malo. Así, por ejemplo, el reactor R será limpiado con hidrógeno H_2 después de la parada y la interrupción de la alimentación de dióxido de carbono. El gas de limpieza, así como, un residuo de gas empujado por el gas de limpieza hacia afuera del reactor constituye un gas malo con un contenido de hidrógeno relativamente alto. De esta manera, se puede llenar el almacenamiento intermedio -4- también con un gas malo cuya proporción de hidrógeno, con respecto al dióxido de carbono, es mayor que la relación estequiométrica ideal para la reacción de metanización. En este caso, cuando tiene lugar la extracción del gas malo del almacenamiento intermedio -4- se deberá adecuar con la corriente de hidrógeno de manera reductora correspondiente, con el hidrógeno de la unidad electrolítica -1- y el dióxido de carbono de la fuente de dióxido de carbono -2-. El llenado del almacenamiento intermedio -4-, puede tener lugar, por ejemplo, del modo siguiente. En el inicio se limpiará con H_2 puro. El almacenamiento llenado de este modo, permanece parado hasta la vez siguiente en la que el reactor funciona normalmente. Entonces, procede el gas malo también del proceso normal. Tan pronto como el reactor genera la calidad de almacenamiento deseada, se empezará con el vaciado del almacenamiento.

El vaciado del almacenamiento tiene que producirse lo más rápidamente posible de manera que éste se encuentre preparado para una nueva transición. Para ello, se puede interrumpir o reducir la alimentación de gas de proceso, o bien la de los componentes individuales.

Además, se ha mostrado también esquemáticamente en la figura 1, un dispositivo de control -30- que controla el proceso en su conjunto y que presenta los correspondientes conductores de control para ello, que no se han mostrado.

Una segunda forma de realización mostrada en la figura 2, muestra por el contrario una modificación de la primera forma de realización de la figura 1, de forma que una modificación del gas malo separado y conducido mediante la conducción -3- al almacenamiento intermedio -4-, puede tener lugar ya en dicho almacenamiento intermedio -4-. Para ello, se ha previsto un sistema de conducciones con una conducción de H_2 7.1 y una conducción de CO_2 7.2, mediante las cuales, con dependencia de la composición del gas en el almacenamiento intermedio -4-, se alimentan de manera prevista y separadamente hidrógeno H_2 , controlado por el dispositivo de medición -5-, desde la unidad de electrólisis -1- y/o dióxido de carbono, procedente de la fuente de dióxido de carbono -2-, hacia el almacenamiento intermedio -4- para su mezcla con el gas malo contenido en el mismo. Por ejemplo, de esta forma se puede generar una composición de gas en el almacenamiento intermedio -4- que se comporta esencialmente como una mezcla de gas de proceso con la estequiometría deseada y gas producto apropiado para el almacenamiento. Cuando el contenido del almacenamiento intermedio corresponde a la especificación de gas de proceso, se puede vaciar el almacenamiento intermedio hacia la entrada el reactor R.

Este acondicionamiento puede tener lugar también en forma de etapa previa, en la que, en la conducción principal de gas de proceso, será realizado el acondicionamiento posterior, según la regulación de la instalación.

En la figura 3, se ha mostrado una variante con respecto a la primera forma de realización de la figura 1, en la que en vez del almacenamiento intermedio -4- se ha incorporado solamente un recipiente de compensación -6- con la válvula de salida controlable -8-. Esta construcción puede ser escogida para una variante del proceso, en la que el gas malo se recircula a la entrada del reactor en el lado del gas de proceso hasta que se produce en el reactor el gas producto según especificaciones. Después de ello, la válvula de desacoplamiento hacia el conducto -3- será cerrada y para ello, la alimentación de gas se liberará hacia la salida de gas -18-. El recipiente de compensación -6- en el conducto -3-, sirve para compensar oscilaciones en el caudal del gas malo recirculado. También, en este caso, se puede llevar a cabo la medición continuada de la composición de gases recirculados, mediante un dispositivo de medición no mostrado en la figura 3, efectuando la dosificación adicional de los restos de fracción de gas de proceso H_2 y CO_2 en la medida necesaria, de acuerdo con las mediciones reales. La válvula de salida sirve entonces para la regulación de presión y control del llenado del recipiente de compensación.

Es un objetivo de la dosificación adicional, el conseguir características de composición de gas regulares en la entrada del reactor, para no tener que variar en el reactor los parámetros de procedimiento ajustados en el reactor R para influir en la metanización.

En otra forma de realización mostrada en la figura 4, puede tener lugar una recuperación parcial del gas malo, incluso sin recirculación. Para ello, se alimentará gas producto que cumple con las exigencias de calidad, en la primera etapa de trabajo directamente a la salida de gas -18-, mientras que el gas malo generado en la transición

entre etapas de trabajo, será desviado y alimentado mediante la conducción 13.1 a un dispositivo de separación del gas -13-. Este último, separa del flujo de gas malo una parte que es la que conduce al incumplimiento del criterio de calidad y conduce una parte del gas malo, que en sí mismo cumple el criterio de calidad a la salida de gas -18- y puede ser alimentado a la red de gas -20-. El dispositivo de separación de gas, podría comprender asimismo, no obstante, diferentes subdispositivos separadores que pueden separar otras fracciones componentes no deseadas. Estas subunidades pueden ser conectadas paralelamente o en serie y, en el caso, de conexión en paralelo pueden ser alimentadas individualmente según la composición del gas malo. Opcionalmente, se puede conectar también en este caso un almacenamiento intermedio -44-. En este caso, el dispositivo de separación de gases, puede ser más pequeño, en especial para períodos cortos de producción de gas malo.

Los componentes de gas separados por el dispositivo separador de gases en la transformación de gas malo en gas producto que cumple las exigencias de calidad, pueden ser sometidas a combustión también en este caso, mediante la antorcha -9-. No obstante, pueden ser también realimentadas de acuerdo con alguna de las formas de realización descritas.

Las formas de realización explicadas anteriormente pueden ser combinadas entre sí sin dificultades.

Otra forma adicional de realización de la invención, se ha mostrado en la figura 5. En esta, el gas malo es alimentado mediante la conducción -101- a una unidad -100- de recuperación del gas. La unidad de recuperación del gas -100- está constituida en el ejemplo de realización mostrado en la figura 5 por una central de calefacción comunitaria, que funciona mediante la conducción -102- con gas procedente de la red de gas. La central de calefacción comunitaria -100- está dispuesta además, para su alimentación con calidades de gas que se desvían del gas de la red y sirve, en el caso, de la aparición de gas malo en el conducto -101- para su recuperación en forma de calor útil -105- y corriente eléctrica -106-.

En caso deseado, se puede aplicar en la conducción -101- un dispositivo de mezcla -104- dispuesto, por ejemplo, como almacenamiento intermedio, en el que, de manera similar a las formas de realización anteriormente explicadas, se pueden mezclar al gas malo, componentes seleccionados del gas de proceso. Para ello, se prevén las conducciones -103-. En el dispositivo de mezcla, se puede ajustar el índice de Wobbe al valor deseado para la central de calefacción comunitaria -100-. En caso deseado, se puede llevar a cabo, igual que en la alimentación regular en la red de gas, una corrección del índice Wobbe mediante alimentación de butano o propano.

En lugar de la alimentación de la central de calefacción comunitaria -100- desde la red de gas -20- se podría acudir también a otra fuente de gas de combustión de tipo continuo, por ejemplo, biogas en bruto o biometano de una instalación de biogas.

La unidad de recuperación de gas -100- podía estar constituida también básicamente como caldera de gas. En un ejemplo de realización concreto, la unidad de recuperación de gas -100- podía ser una caldera de gas en bruto, que forma parte de un lavado amínico de una instalación de preparación de biogas. En especial, este lavado amínico de la instalación de biogas, puede ser introducido en la fuente de dióxido de carbono -2-, que forma parte del procedimiento.

Los ejemplos de realización mostrados en las figuras, no se deben considerar como limitativos de la invención. Por el contrario, las características individuales citadas en la descripción y en las reivindicaciones, pueden ser esenciales individualmente o en combinación para la implementación de la invención en sus diferentes formas de realización.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la fabricación de un gas producto rico en metano, en el que en una primera etapa de trabajo, un gas de proceso que comprende hidrógeno y dióxido de carbono es metanizado catalíticamente en una mezcla de gases que cumple con un determinado criterio de calidad referente a su composición de gases y que es preparado como gas producto y en el que, la metanización catalítica en una segunda etapa de trabajo es reducida, en particular interrumpida por la reducción, en particular por la interrupción, de la alimentación de gas de proceso, de manera que se produce una transición entre ambos tipos de trabajo con dependencia de la disponibilidad de hidrógeno,
5 caracterizado porque,
10 una mezcla de gases generada en la transición, que no cumple con el criterio de calidad, es recuperada, por lo menos, parcialmente dentro del ámbito del procedimiento de fabricación.
- 15 2. Procedimiento, según la reivindicación 1, en el que la recuperación de la mezcla de gases, tiene lugar por su, como mínimo parcial, realimentación a una etapa del procedimiento anterior a la metanización.
3. Procedimiento, según la reivindicación 2, en el que la realimentación es retrasada temporalmente mediante un almacenamiento intermedio de gas.
20
4. Procedimiento, según la reivindicación 2 ó 3, en el que la mezcla de gas realimentada es acondicionada mediante la mezcla con uno o varios componentes del gas de proceso hasta alcanzar una composición deseada para el inicio de la metanización.
- 25 5. Procedimiento, según la reivindicación 4, en el que el acondicionamiento tiene lugar durante el almacenamiento intermedio del gas.
6. Procedimiento, según la reivindicación 5, en el que la fracción que no es metano de la mezcla de gases realimentada es ajustada por el acondicionamiento esencialmente a la composición del gas de proceso.
30
7. Procedimiento, según las reivindicaciones 3 y 6, en el que el retraso temporal será mantenido hasta la terminación del ajuste de la composición de la mezcla de gases.
8. Procedimiento, según una de las reivindicaciones 2 a 7, en el que en la primera etapa de trabajo, la alimentación de gas de proceso es adecuada estequiométricamente y/o en cuanto al caudal, con dependencia de la composición y/o del caudal de la mezcla de gases realimentada.
35
9. Procedimiento, según una de las reivindicaciones anteriores, en el que se prepara, como mínimo, un componente de gas de proceso a partir de una instalación de biogas.
- 40 10. Procedimiento, según la reivindicación 9, en el que la fracción componente de gas de proceso preparada a partir de la instalación de biogas, está constituida por un gas muy rico en carbono separado de la preparación de biogas, especialmente mediante lavado amínico.
- 45 11. Procedimiento, según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la recuperación tiene lugar de manera parcial o completa por la separación de una fracción que cumple el criterio de calidad y su preparación como gas producto y/o mediante almacenamiento de la mezcla de gas que no cumple con las exigencias de calidad en una unidad de recuperación del gas, en especial, una caldera de gas o una central de calefacción comunitaria.
- 50 12. Procedimiento, según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la recuperación de la mezcla de gases que no cumple el criterio de calidad con la excepción de un desacoplamiento, tiene lugar en la cantidad de gas que supera la capacidad de recepción del procedimiento, de manera completa, en especial de manera totalmente completa.
- 55 13. Procedimiento, según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el criterio de calidad presenta uno o varios subcriterios que se escogen de los grupos:
60 i) Contenido mínimo de metano, especialmente preferente, como mínimo 90%, también preferente, como mínimo 92%, en especial, como mínimo, 95%.
60 ii) Contenido máximo de dióxido de carbono, especialmente preferente como máximo 12%, también preferente como máximo 8%, en especial como máximo 4%.
65 iii) Contenido máximo de hidrógeno, especialmente preferente, como máximo 4%, también preferente, como máximo 2%, especialmente como máximo 1%.

14. Procedimiento, según una de las reivindicaciones anteriores, en el que como mínimo, una parte del hidrógeno del gas de proceso es generado mediante electrolisis.

15. Procedimiento, según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la energía eléctrica para la generación de hidrógeno procede de las corrientes sobrantes que se generan en la red de corriente y/o fuentes de energía renovable, en especial fuentes de energía con disposición variable en el tiempo, tales como energía eólica y/o energía solar.

16. Procedimiento, según una de las reivindicaciones anteriores, en el que en la transición entre los tipos de trabajo tiene lugar como promedio, como mínimo, en un rango de varias veces a la semana, en especial, una vez o varias por día.

17. Dispositivo para la preparación de un gas producto rico en metano, que presenta:

un reactor de metanización que actúa catalíticamente (R),

un dispositivo de alimentación (1, 2) conectado de forma previa al reactor de metanización para almacenamiento de un gas de proceso, que contiene hidrógeno y dióxido de carbono en el reactor (R), y

una salida de gases (18) conectada posteriormente al reactor (R) para la preparación de una mezcla de gases como gas producto que cumple el criterio de calidad predeterminado referente a la composición de gases, generado en el reactor (R),

caracterizado por un dispositivo de recuperación (3, 4; 3, 6; 13) acoplado entre la salida del reactor y la salida de gas para el desacoplamiento y recuperación, como mínimo parcial, de una mezcla de gases que sale del reactor (R) y que no cumple el criterio de calidad.

18. Dispositivo, según la reivindicación 17, en el que el dispositivo de recuperación presenta un dispositivo de realimentación (3, 4; 3, 6) para la realimentación, por lo menos parcial, de la mezcla de gases que no cumple con el criterio de calidad en un punto de alimentación dispuesto previamente a la entrada del reactor.

19. Dispositivo, según la reivindicación 18, en el que el dispositivo de realimentación presenta un almacenamiento intermedio (4).

20. Dispositivo, según la reivindicación 19, en el que el dispositivo de realimentación presenta un dispositivo de conducción (7) para la alimentación del reactor de, como mínimo, una parte del gas de proceso del almacenamiento intermedio.

21. Dispositivo, según la reivindicación 20, en el que el dispositivo de conducción presenta una alimentación separada (7.1) de la fuente de H₂ y/o una conducción separada (7.2) de la fuente de CO₂ del dispositivo de alimentación.

22. Dispositivo, según una de las reivindicaciones 19 a 21, en el que el dispositivo de realimentación presenta un dispositivo de medición (5) que mide la composición de gases en el almacenamiento intermedio.

23. Dispositivo, según la reivindicación 18, en el que el dispositivo de realimentación presenta una cámara de compensación (6) para la compensación de caudales de gas variables en el tiempo.

24. Dispositivo, según una de las reivindicaciones 17 a 23, en el que el dispositivo de recuperación presenta un dispositivo de separación de gases (13) para la separación de una mezcla de gases con respecto a la fracción de gas que empeora el criterio de calidad.

25. Dispositivo, según una de las reivindicaciones 17 a 24, en el que se ha previsto una conexión para una conducción (101) hacia una unidad (100) de recuperación del gas, en especial asimismo la conducción (101) y/o la propia unidad de recuperación de gas (100).

26. Dispositivo, según una de las reivindicaciones 17 a 25, en el que presenta un dispositivo de control (30), dispuesto para el control del dispositivo, según una de las reivindicaciones 1 a 16.

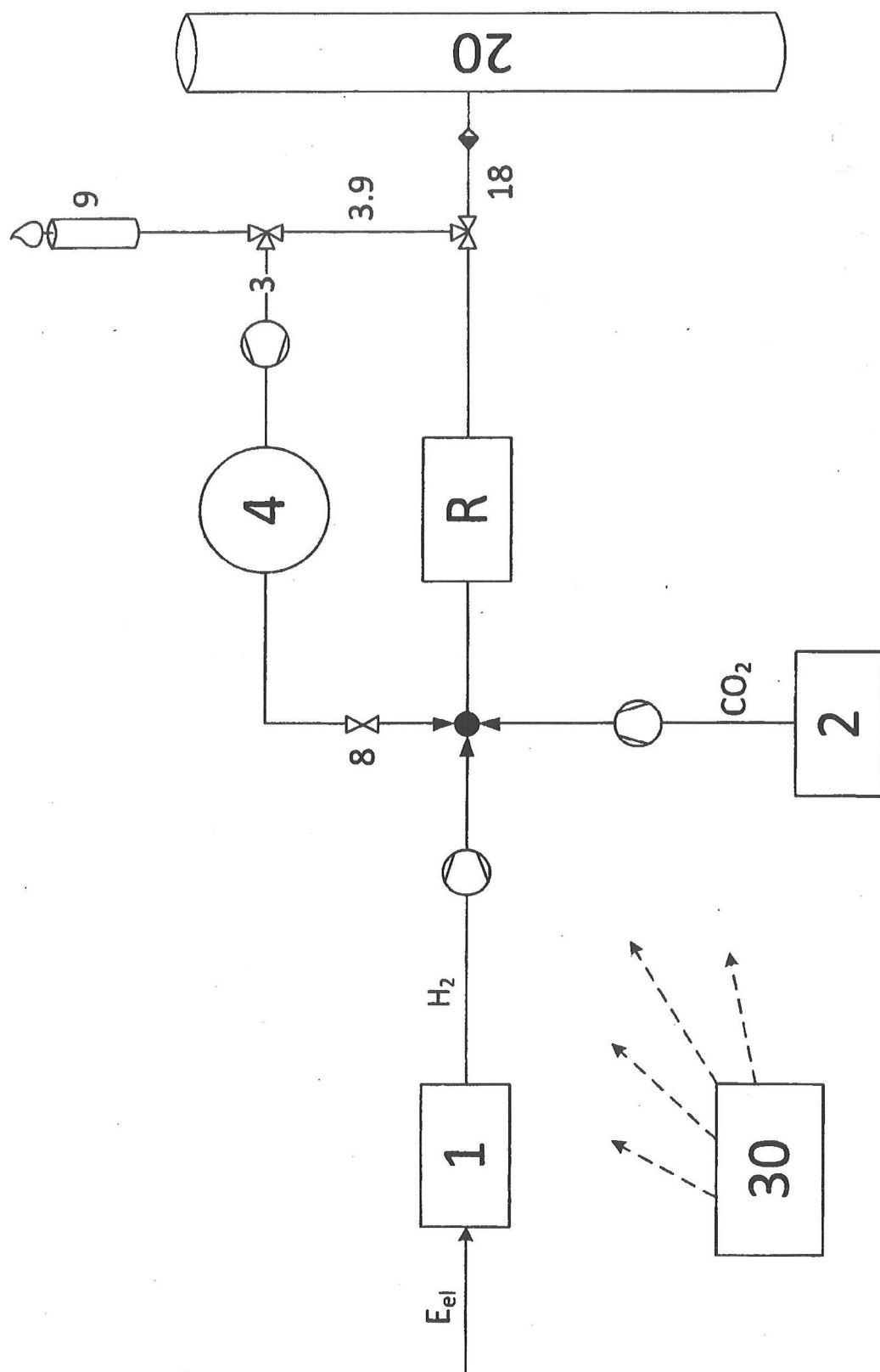


Fig. 1

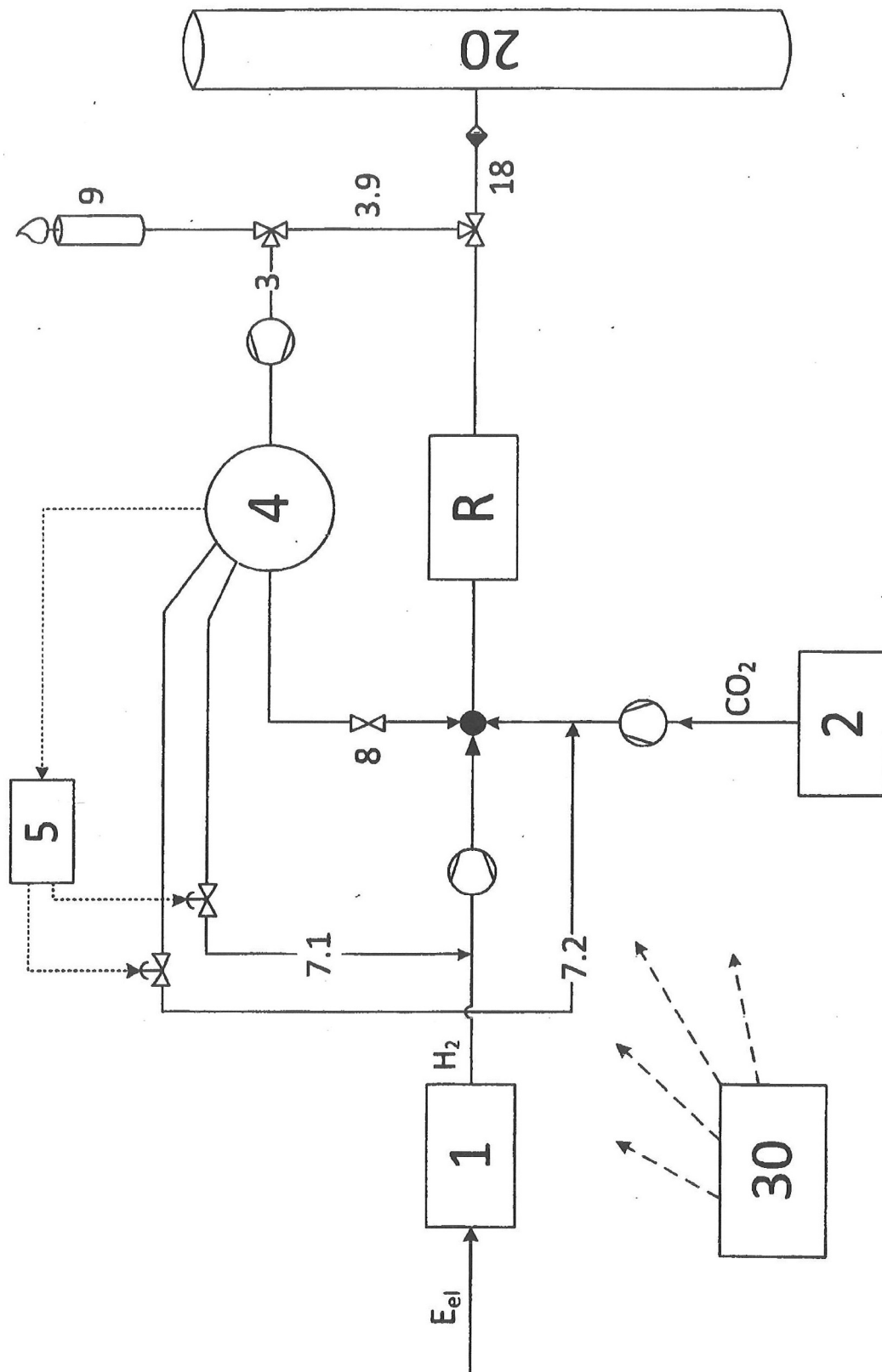


Fig. 2

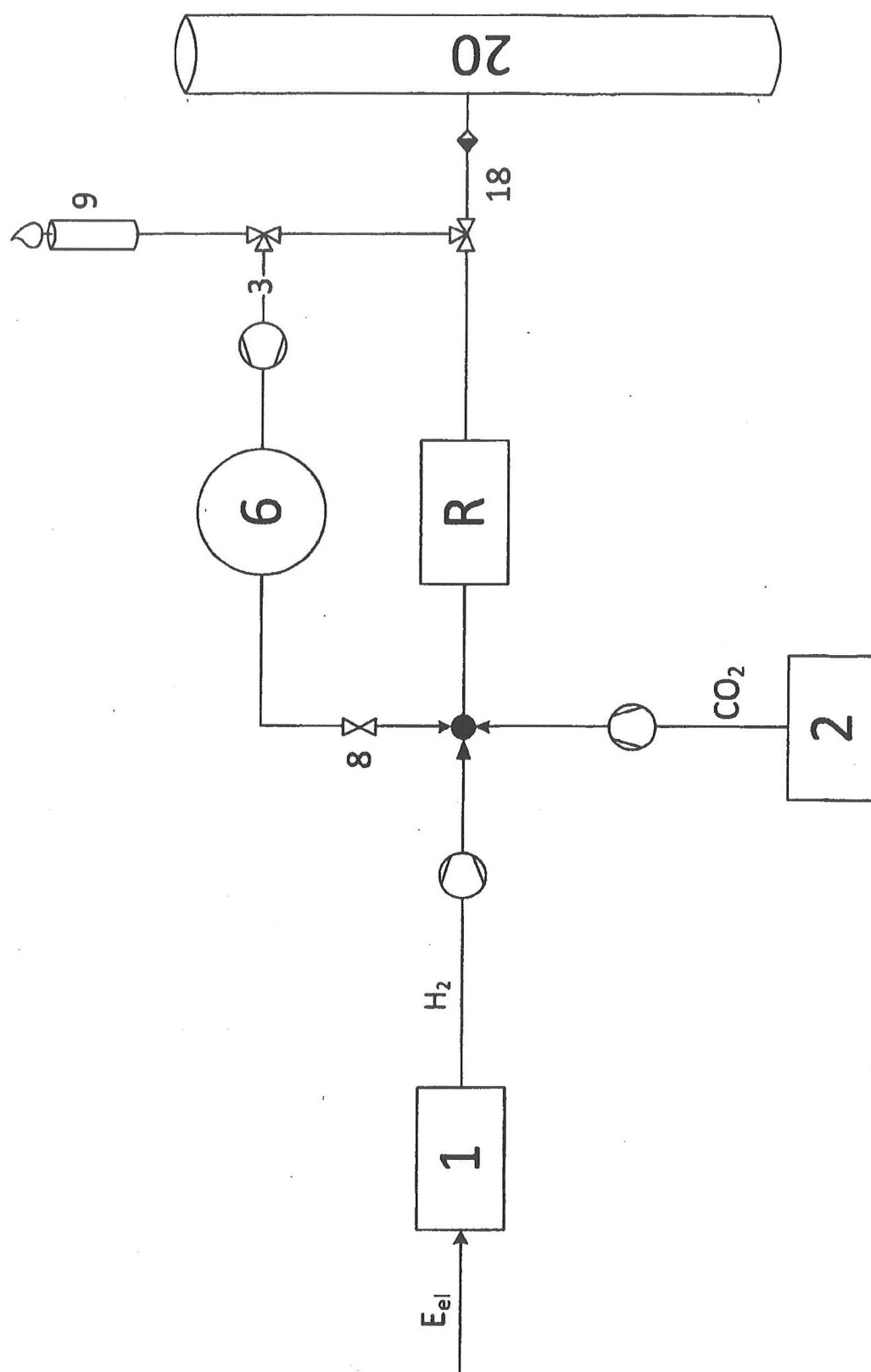


Fig. 3

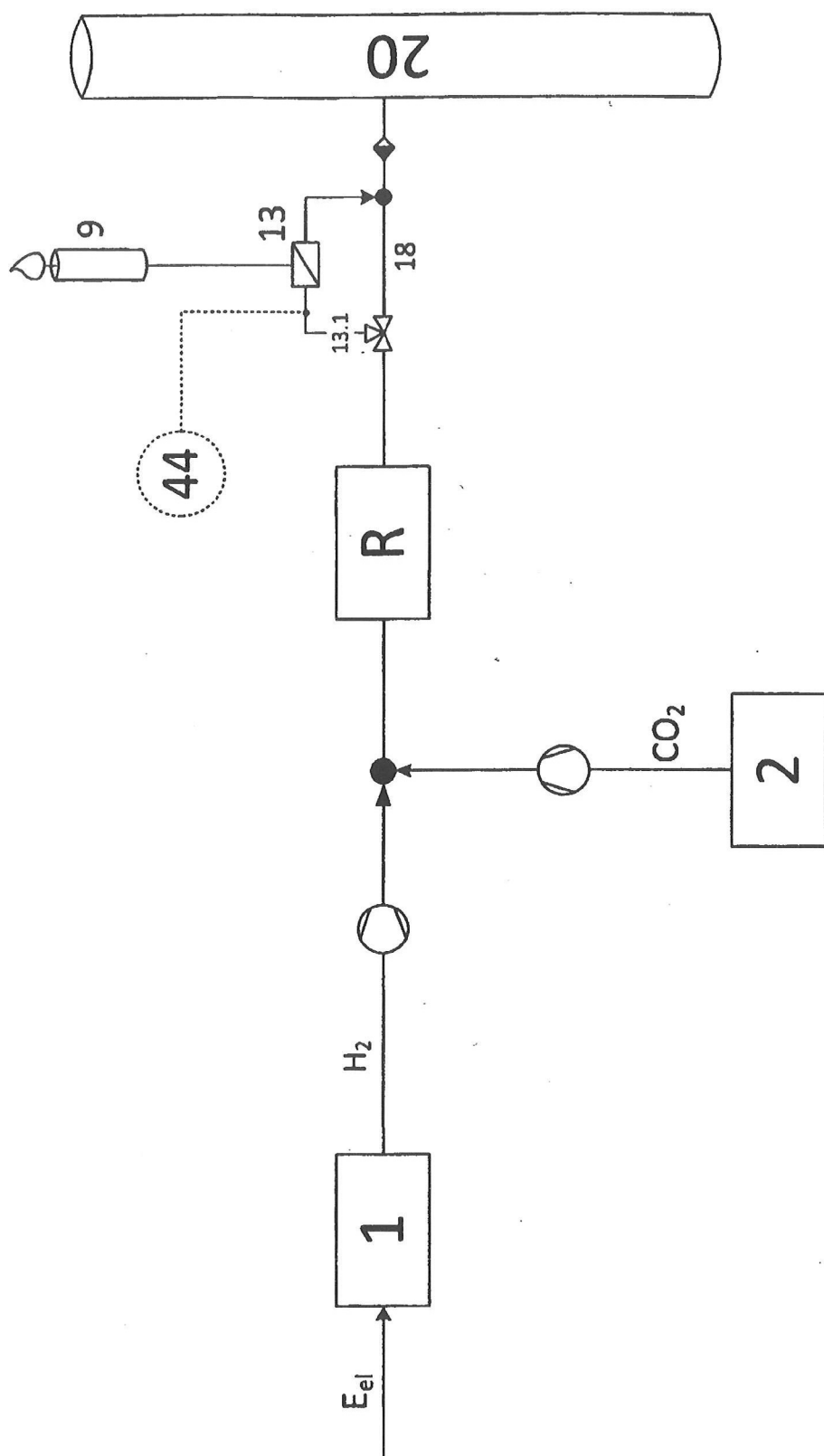


Fig. 4

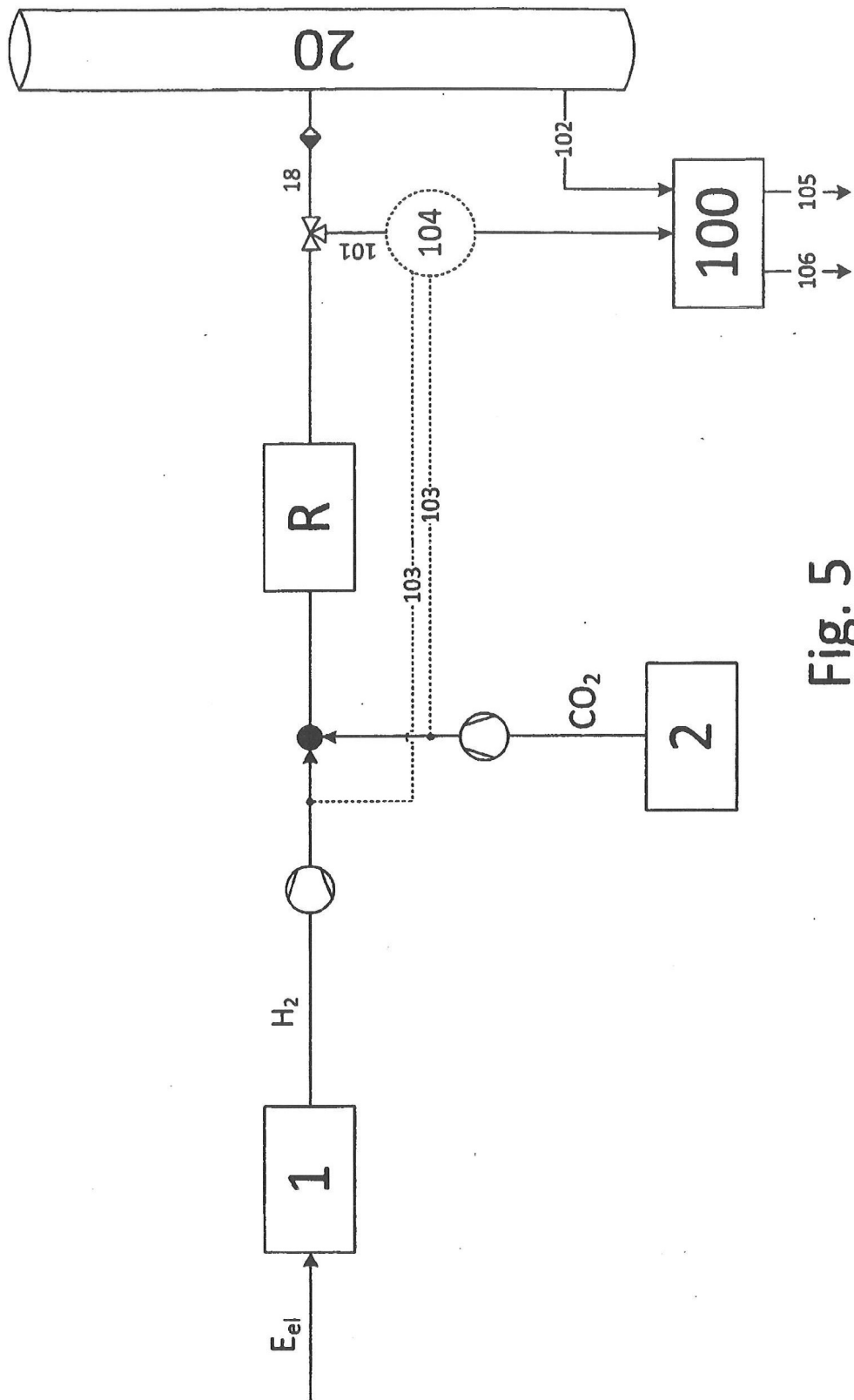


Fig. 5