

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 960 447**

51 Int. Cl.:

C01B 17/04 (2006.01)

C01F 11/46 (2006.01)

C10G 19/02 (2006.01)

C10G 45/02 (2006.01)

C10G 67/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.06.2019** **PCT/EP2019/064833**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.12.2019** **WO19243075**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.06.2019** **E 19730292 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.09.2023** **EP 3807212**

54 Título: **Dispositivo y método para la desulfuración de petróleo crudo**

30 Prioridad:

18.06.2018 DE 102018114536

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

04.03.2024

73 Titular/es:

KNAUF GIPS KG (100.0%)

Am Bahnhof 7

97346 Iphofen, DE

72 Inventor/es:

HUELLER, ROLF

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 960 447 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

Dispositivo y método para la desulfuración de petróleo crudo

5 Campo de la invención

La invención se refiere a un dispositivo y a un método para la desulfuración de petróleo.

Después de extraerse, el petróleo debe prepararse primero. Una etapa sustancial es la eliminación de azufre. Una etapa central en la preparación de petróleo es la desulfuración por hidrogenación en un denominado hidrofinador. El petróleo con contenido de azufre se mezcla en primer lugar con hidrógeno y se calienta. En un reactor, la mezcla caliente reacciona en un catalizador, en donde los compuestos con contenido de azufre presentes en el aceite mineral se convierten con el hidrógeno para formar sulfuro de hidrógeno. Posteriormente, el petróleo desulfurado se separa del sulfuro de hidrógeno, por ejemplo, mediante una depuración con aminas. Si bien el petróleo desulfurado se suministra a una etapa de procesamiento adicional, la corriente de gas de escape que contiene sulfuro de hidrógeno, que se denomina gas ácido, se alimenta a una etapa de recuperación de azufre, por ejemplo, según el proceso Claus. La recuperación de azufre proporciona azufre elemental como materia prima.

Entre otras cosas, el petróleo pesado para los barcos, en donde actualmente se permite un contenido de azufre de hasta el 3,5 %, se recupera del petróleo. Sin embargo, durante los siguientes años, el contenido de azufre en petróleo pesado para los barcos debe reducirse en un 0,5 %. Los métodos conocidos anteriormente mencionados se pueden usar para este propósito. Sin embargo, esto daría como resultado que hubiera más azufre elemental como materia prima, a diferencia de antes. Sin embargo, no existe ninguna demanda correspondiente de azufre en todo el mundo, de modo que resulta difícil poner el azufre elemental proporcionado por la desulfuración a usar.

El documento EP 2.702.325 B1 se refiere a un método y a un dispositivo para generar electricidad y yeso a partir de gases de escape que contienen sulfuro de hidrógeno. El documento WO 2016/037258 A1 describe un método para preparar sulfato de potasio y metanol a partir de sulfuro de hidrógeno. El documento US-4.884.396 A divulga un método para tratar un gas con contenido de sulfuro de hidrógeno. El documento EP 0.781.589 A1 describe un método para producir yeso.

El objeto de la presente invención es especificar un dispositivo y un método que reduzca la cantidad de azufre recuperado en la desulfuración del petróleo y, además, o como alternativa al azufre elemental, produzca productos adicionales.

Este objeto se logra con respecto al dispositivo mediante las características de la reivindicación 1 y con respecto al método por las características de la reivindicación 5. Las realizaciones y desarrollos ventajosos se especifican en las reivindicaciones dependientes respectivas.

La invención proporciona un dispositivo para la desulfuración del petróleo, que comprende

a) una instalación de desulfuración para petróleo con contenido en azufre que, además del petróleo desulfurado, forma un gas ácido que contiene sulfuro de hidrógeno,

b) una instalación para la recuperación de azufre elemental y un gas de cola con contenido de sulfuro de hidrógeno como gas de escape del gas ácido de la instalación de desulfuración,

c) un dispositivo para producir electricidad y yeso a partir del gas de cola o de gas ácido o a partir de una mezcla de gas ácido y gas de cola,

d) un sistema de tuberías de gas para suministrar gas ácido a partir del sistema de desulfuración a la instalación para obtener azufre elemental y al dispositivo para generar electricidad y yeso, así como para suministrar gas de cola desde la instalación para obtener azufre elemental al dispositivo para generar electricidad y yeso, d1) en donde el sistema de tuberías de gas comprende un dispositivo distribuidor de gas que, en una primera posición, suministra exclusivamente gas ácido a la instalación para obtener azufre elemental, suministra exclusivamente gas ácido a la instalación para obtener azufre elemental, en una segunda posición, suministra gas ácido a la instalación para obtener azufre elemental y, en una posición de distribución, suministra una primera parte del gas ácido a la instalación para recuperar azufre elemental y una segunda parte del gas ácido al dispositivo para generar electricidad y yeso.

La invención proporciona que el dispositivo para generar electricidad y yeso comprende:

c1) un dispositivo generador de energía que comprende un dispositivo de combustión para la combustión del gas de cola o gas ácido o una mezcla de gas de cola y gas ácido, en donde la energía liberada durante la combustión se usa al menos parcialmente para la generación de electricidad, y

c2) una instalación de desulfuración de gas de combustión para desulfurar los gases de escape de combustión con contenido de óxido de azufre que se producen durante la combustión, con la formación de yeso,

Según la invención, el aparato para desulfurar petróleo comprende

e) un dispositivo de medición para determinar la composición y/o el valor calorífico del gas antes de la combustión en el dispositivo de combustión, y

f) un dispositivo de evaluación para comparar la composición determinada con una composición predeterminada o un intervalo de composición predeterminado y/o para comparar el valor calorífico determinado con un valor calorífico predeterminado o un intervalo de valor calorífico predeterminado.

Según la invención, el dispositivo para la desulfuración del petróleo en una primera variante comprende un dispositivo de control y un dispositivo de alimentación para petróleo, en donde, en caso de una desviación de la composición o intervalo de composición predeterminados y/o del valor calorífico predeterminado o el intervalo de valor calorífico predeterminado, el dispositivo de control determina un contenido de petróleo adicional necesario para la corrección y mezcla el gas antes de la combustión a través del dispositivo de alimentación. Esto asegura que la composición de los gases a quemar sea tan óptima como sea posible para la combustión prevista.

Adicionalmente o como alternativa, el dispositivo según la invención para desulfurar petróleo comprende un dispositivo de control, en donde el dispositivo de control ajusta la relación de mezcla entre el gas de cola y una segunda parte del gas ácido para la corrección. Esta relación de mezcla se ajusta en particular para ajustar el contenido de sulfuro de hidrógeno en el gas suministrado al dispositivo de combustión. El ajuste puede tener lugar, por ejemplo, por medio de la unidad de distribución de gas.

La desulfuración según la etapa b) puede tener lugar, por ejemplo, como se ha descrito anteriormente, por medio de hidrogenación, en particular en un denominado hidrofinador, y posterior depuración con aminas. La recuperación del azufre elemental según la etapa c) puede tener lugar, por ejemplo, por medio de un proceso Claus.

La instalación de desulfuración desulfuriza el petróleo, por ejemplo, como se describió anteriormente, por medio de hidrogenación, en particular en un denominado hidrofinador, y posterior depuración con aminas. Instalación para recuperar azufre elemental del gas ácido de la instalación de desulfuración, por ejemplo, fabricado con un proceso Claus.

La unidad de distribución de gas puede diseñarse de tal manera que, en la posición de distribución, permita un ajuste de la cantidad del gas ácido que se suministra como la primera parte del gas ácido a la instalación para recuperar azufre elemental, y la cantidad del gas ácido que se suministra como la segunda parte del gas ácido al dispositivo para generar electricidad y yeso. En otras palabras: la relación entre la primera parte y la segunda parte del gas ácido puede ajustarse en la posición de distribución por medio de la unidad de distribución de gas.

Las ventajas de la invención son, en particular, que el contenido de óxido de azufre en el gas de escape purificado después de la desulfuración del gas de combustión se reduce adicionalmente mediante la combinación aguas arriba de un proceso para recuperar azufre elemental y un proceso para generar electricidad por medio de combustión de gas y, por lo tanto, es menor que en el gas de cola. Además, los dos métodos parciales de recuperación de azufre y la combustión para generar electricidad pueden operarse en cada caso en condiciones optimizadas, en particular, en el caso de un contenido de sulfuro de hidrógeno preferido, ajustando la relación de mezcla entre el gas de cola y la segunda parte de gas ácido. Otra ventaja es que los gases con contenido de sulfuro de hidrógeno ya no escapan sin usarse, sino que se utilizan energéticamente al usarse para la generación de energía.

Otra ventaja importante es que la cantidad de azufre elemental recuperado se reduce, ya que el azufre ahora también se almacena en forma de yeso. En comparación con el azufre elemental, existe una gran demanda de yeso para una amplia variedad de productos de yeso.

Preferiblemente, la temperatura de combustión en el dispositivo de combustión es de al menos 1.000 °C. Esto tiene la ventaja de que, a dichas altas temperaturas de combustión, las sustancias concomitantes perjudiciales, como el monóxido de carbono, el benceno y otros compuestos de azufre, arden completamente para formar dióxido de carbono, óxido de azufre y agua y, por lo tanto, ya no se encuentran en el gas de escape de combustión o se reducen al menos significativamente.

Un desarrollo adicional de la invención proporciona que el dispositivo de combustión del dispositivo generador de energía comprende un generador de vapor o es un generador de vapor que forma parte del circuito termodinámico de un proceso de energía por vapor que, a su vez, comprende una turbina de vapor aguas abajo del generador de vapor y un condensador aguas abajo de la turbina de vapor. Se proporciona un generador accionado por la turbina de vapor para la generación de energía. En este caso, la energía liberada durante la combustión en el dispositivo de combustión se usa al menos parcialmente para la generación de energía porque la energía liberada se usa inicialmente al menos parcialmente en el generador de vapor para la generación de vapor y el vapor producido se suministra al menos parcialmente a la turbina de vapor que acciona el generador para la generación de energía. También puede proporcionarse para anular al menos parcialmente el vapor y suministrarlo a una utilización térmica, por ejemplo, para fines de calentamiento o calefacción.

Adicionalmente o como alternativa, el dispositivo generador de energía también puede comprender una turbina de gas y/o un motor de gas. En este caso, se proporciona un generador accionado por la turbina de gas y/o el motor de gas para la generación de energía.

- 5 Por ejemplo, la composición predeterminada o el intervalo de composición predeterminado puede proporcionar los siguientes contenidos en porcentaje en moles:

sulfuro de hidrógeno: del 3 % al 70 %, en particular del 40 % al 60 %, preferiblemente de aproximadamente el 50 %, y/o

- 10 dióxido de carbono: del 10 % al 90 %, en particular, del 40 % al 60 %, preferiblemente aproximadamente el 50 %.

Adicionalmente o como alternativa, el valor calorífico predeterminado o el intervalo de valores caloríficos predeterminados pueden ser de 9 a 30 MJ/m³ (en condiciones normales), en particular de 15 a 25 MJ/m³ (en condiciones normales), preferiblemente aproximadamente de 20 MJ/m³ (en condiciones normales).

- 15 Dado que los gases de escape de combustión tienen un contenido muy alto de óxido de azufre (en particular dióxido de azufre y contenido de trióxido de azufre) en comparación con los gases de escape de combustión habituales, puede ser conveniente proporcionar una instalación de desulfuración de gases de combustión multietapa, preferiblemente una instalación de desulfuración de gases de combustión multietapa que comprende un reactor de lecho fijo para la separación de trióxido de azufre y una fase de depuración con cal (depuración por vía húmeda) para la separación de dióxido de azufre.

- 20 Por ejemplo, en una instalación de desulfuración de gases de combustión multietapa, se puede separar trióxido de azufre en un reactor de lecho fijo en una etapa del método, preferiblemente en una primera etapa del método. En otra etapa del método, el dióxido de azufre se puede separar en la depuración por vía húmeda. En el reactor de lecho fijo, se puede usar piedra caliza, por ejemplo, con un tamaño de grano de 4/6 mm. Se puede usar piedra caliza en polvo para la depuración por vía húmeda, por ejemplo, con el siguiente tamaño de grano: 90 % por debajo de 0,063 mm.

- 25 Una ventaja significativa de esta instalación de desulfuración de gas de combustión multietapa es la separación de trióxido de azufre. El trióxido de azufre pasaría a través de una fase de lavado puro por vía húmeda prácticamente sin cambios, es decir, sin el reactor de lecho fijo en una de las etapas del método, el trióxido de azufre alcanzaría la chimenea y formará niebla de aerosol en la salida de chimenea. Particularmente en el caso de la combustión de gas de escape con contenido de sulfuro de hidrógeno a partir de la desulfuración de petróleo que contiene azufre proporcionado según la invención, el contenido de trióxido de azufre es relativamente alto y, en consecuencia, una instalación de desulfuración de gas de combustión multietapa con reactor de lecho fijo para la separación de trióxido de azufre es particularmente importante aquí.

- 30 Con el dispositivo según la invención, los óxidos de azufre pueden separarse del gas ácido y el contenido residual de óxidos de azufre está por debajo de 100 mg/m³ (en condiciones normales).

- 35 Un desarrollo adicional de la invención proporciona que el dispositivo para generar electricidad y yeso comprende una yasería que usa el yeso producido durante la desulfuración del gas de combustión para la producción de productos de yeso, por ejemplo, en la producción de placas de enlucido de yeso y/o mezclas de yeso acabado.

- 40 La yasería mencionada anteriormente se puede configurar de manera que cubra completamente o parcialmente su demanda de energía eléctrica del dispositivo generador de energía. La yasería también se puede configurar de tal manera que se produzca su requerimiento de calor total o parcialmente de los gases de combustión producidos durante la combustión de los gases en el dispositivo de combustión y/o los procesos de generación de energía, en particular del circuito termodinámico del proceso de energía por vapor. Si se prevé que el requisito de calor se tome total o parcialmente del proceso de energía por vapor, esto se puede hacer suministrando vapor directamente a la yasería para fines de calentamiento o calentamiento mediante una ramificación. Por ejemplo, el vapor puede usarse para calentar los dispositivos de secado y/o calcinación del yeso. Una ventaja significativa aquí es que, de esta manera, se puede evitar que el dióxido de carbono de los trabajos de yeso se descargue al medio ambiente.

- 45 El método según la invención para desulfurar petróleo usa el dispositivo según la invención y comprende las siguientes etapas:

- 50 a) proporcionar petróleo con contenido de azufre;
- 55 b) desulfuración del petróleo con contenido de azufre por medio de la instalación de desulfuración, por lo que un gas ácido que contiene sulfuro de hidrógeno se forma, además del petróleo desulfurado;
- 60 c) ajuste de la unidad de distribución de gas del sistema de tuberías de gas a la primera posición o a la segunda posición o a la posición de distribución, en donde en la primera posición, se suministra gas ácido exclusivamente a la instalación para la recuperación del azufre elemental, en la segunda posición, se suministra gas ácido exclusivamente al dispositivo para la generación de electricidad y el yeso y, en la posición de distribución, una primera parte del gas ácido se suministra a la instalación de recuperación de azufre elemental y un gas de cola con contenido en sulfuro de hidrógeno y una segunda parte del gas ácido se suministra al dispositivo generador de electricidad y yeso;
- 65

d) la producción de electricidad y yeso de gas de cola o de gas ácido o de una mezcla de gas ácido y gas de cola por medio del dispositivo para producir electricidad y yeso,

5 d1) en donde el gas de cola o gas ácido o una mezcla de gas de cola y gas ácido se suministra al dispositivo de combustión del dispositivo generador de energía y se quema allí, en donde la energía liberada durante la combustión se usa al menos parcialmente para la generación de energía,

10 d2) en donde los gases de escape de combustión que contienen óxido de azufre que se producen durante la combustión se alimentan a una desulfuración de gas de combustión por medio de la instalación de desulfuración de gas de combustión, y

d3) en donde el yeso se forma durante la desulfuración de gas de combustión,

15 e) en donde la composición y/o el valor calorífico del gas suministrado al dispositivo (4) generador de energía según la etapa d1) se determina antes de la combustión en el dispositivo (6) de combustión,

20 f) en donde la composición determinada se compara con una composición predeterminada o un intervalo de composición predeterminado y/o el valor calorífico determinado se compara con un valor calorífico predeterminado o un intervalo de valor calorífico predeterminado, y

25 g) en donde, en el caso de una desviación de la composición o intervalo de composición predeterminados y/o del valor calorífico predeterminado o el intervalo de valor calorífico predeterminado, se determina un contenido de gas natural adicional necesario para la corrección y se mezcla con el gas antes de la combustión y/o en donde la relación de mezcla entre el gas (108) de cola y la segunda parte del gas ácido (104) se ajusta para la corrección.

Las ventajas del método según la invención resultan de las ventajas descritas anteriormente del dispositivo según la invención.

30 Preferiblemente, la combustión según la etapa d1) tiene lugar a una temperatura de combustión de al menos 1.000 °C.

35 Un desarrollo adicional del método procede de un dispositivo en donde el dispositivo de combustión del dispositivo generador de energía comprende un generador de vapor o es un generador de vapor que forma parte del circuito termodinámico de un proceso de energía por vapor que, a su vez, comprende una turbina de vapor aguas abajo del generador de vapor y un condensador aguas abajo de la turbina de vapor. En este caso, el método puede proporcionar que la energía liberada durante la combustión se use al menos parcialmente para generar electricidad, que la energía liberada se use inicialmente al menos parcialmente en el generador de vapor para la generación de vapor y el vapor producido se suministre al menos parcialmente a la turbina de vapor que acciona un generador para la generación de energía. También se puede proporcionar para separar al menos parcialmente el vapor y suministrarlo a la utilización térmica, por ejemplo, para fines de calentamiento o calefacción.

40 Si el dispositivo generador de energía del dispositivo comprende una turbina de gas y/o un motor de gas, el método también puede proporcionar electricidad para generarse mediante un generador accionado por la turbina de gas y/o el motor de gas.

45 Por ejemplo, la composición predeterminada o el intervalo de composición predeterminado puede proporcionar los siguientes contenidos en porcentaje en moles:

sulfuro de hidrógeno: del 3 % al 70 %, en particular del 40 % al 70 %, preferiblemente de aproximadamente el 50 %, y/o

50 dióxido de carbono: del 10 % al 90 %, en particular, del 40 % al 60 %, preferiblemente aproximadamente el 50 %.

Adicionalmente o como alternativa, el valor calorífico predeterminado o el intervalo de valores caloríficos predeterminados pueden ser de 9 a 30 MJ/m³ (en condiciones normales), en particular de 15 a 25 MJ/m³ (en condiciones normales), preferiblemente aproximadamente de 20 MJ/m³ (en condiciones normales).

55 Dado que los gases de escape de combustión tienen un contenido muy alto de óxido de azufre (en particular dióxido de azufre y contenido de trióxido de azufre) en comparación con los gases de escape de combustión habituales, puede ser conveniente proporcionar una desulfuración de gases de combustión multietapa, preferiblemente una desulfuración de gases de combustión multietapa que comprende un reactor de lecho fijo para la separación de trióxido de azufre y una fase de depuración con cal (lavado por vía húmeda) para la separación de dióxido de azufre. Los ejemplos y comentarios relacionados con la instalación de desulfuración de gas de combustión que se describen para el dispositivo se aplican análogamente al método.

65 Un desarrollo adicional del método proporciona que el yeso formado durante la desulfuración de gases de combustión se alimente a una yesería para la producción de productos de yeso, en particular placas de enlucido de yeso y/o mezclas de yeso acabado.

La yesería mencionada anteriormente puede cubrir total o parcialmente su demanda de energía eléctrica a partir de la generación de energía según la etapa d1). La yesería también puede tomar su requerimiento de calor total o parcialmente a partir de los gases de combustión producidos durante la combustión según la etapa d1) y/o los procesos de generación de electricidad, en particular el circuito termodinámico del proceso de energía por vapor.

Si se prevé que el requisito de calor se tome total o parcialmente del proceso de energía por vapor, esto se puede hacer mediante canalización y suministro de vapor directamente a la yesería para fines de calentamiento o calefacción. Por ejemplo, el vapor puede usarse para calentar los dispositivos de secado y/o calcinación del yeso. Una ventaja significativa aquí es que, de esta manera, se puede evitar que el dióxido de carbono de los trabajos de yeso se descargue al medio ambiente.

La invención también se explicará con más detalle a continuación con respecto a las características y ventajas adicionales en función de la descripción de las realizaciones ilustrativas y con referencia a los dibujos esquemáticos adjuntos. En los dibujos:

la figura 1 muestra una realización del dispositivo según la invención para desulfurar petróleo,
la figura 2 muestra una primera realización ilustrativa del dispositivo para generar electricidad y yeso,
la figura 3 muestra una segunda realización ilustrativa del dispositivo para generar electricidad y yeso, y
la figura 4 muestra una tercera realización ilustrativa del dispositivo para generar electricidad y yeso.

Las partes y los componentes que se corresponden entre sí se indican con los mismos signos de referencia en las figuras.

La figura 1 muestra una realización ilustrativa del dispositivo 100 según la invención para desulfurar petróleo con contenido de azufre. La figura también ilustra el método según la invención para desulfurar petróleo.

El dispositivo 100 comprende una instalación 102 de desulfuración a la que se alimenta petróleo 101 con contenido de azufre. La instalación 102 de desulfuración comprende una instalación 102a de hidrogenación, preferiblemente un hidrofinador, y una instalación 102b para realizar la depuración con aminas. Durante la desulfuración del petróleo 101 con contenido de azufre en la instalación 102 de desulfuración por medio de hidrogenación en la instalación 102a de hidrogenación y la depuración con aminas en la instalación 102b, se forma el petróleo desulfurado 103 por un lado y un gas ácido con contenido de sulfuro de hidrógeno 104 por otro lado. El petróleo desulfurado 103 puede suministrarse a los consumidores, opcionalmente después de etapas de tratamiento adicionales.

Además, el dispositivo 100 comprende una instalación 106 para recuperar azufre elemental 107, por ejemplo, una instalación de Claus para realizar un proceso Claus. El gas ácido 104 se puede alimentar desde la instalación 102 de desulfuración a esta instalación 106 a través de un sistema 105 de tubería de gas, descrito con más detalle a continuación. Durante la recuperación del azufre elemental 107 en esta instalación 106, se forma un gas 108 de cola con contenido de sulfuro de hidrógeno como gas de escape además del azufre elemental 107.

Un dispositivo 1 para generar electricidad 24 y yeso 21 se proporciona como un componente adicional del dispositivo 100. El gas 108 de cola o el gas ácido 104 o una mezcla de gas ácido 104 y gas 108 de cola pueden suministrarse a este dispositivo 1 a través del sistema 105 de tubería de gas. El dispositivo 1 comprende un dispositivo 4 generador de energía que comprende un dispositivo 6 de combustión para la combustión del gas suministrado, en donde la energía liberada durante la combustión se usa al menos parcialmente para la generación de energía. Además, el dispositivo 1 comprende una instalación 19 de desulfuración de gas de combustión para desulfurar los gases 18 de escape de combustión con contenido de óxido de azufre producidos durante la combustión, con la formación de yeso 21.

El sistema 105 de tubería de gas mencionado anteriormente sirve tanto para suministrar gas ácido 104 desde la instalación 102 de desulfuración a la instalación 106 para recuperar azufre elemental 107 y al dispositivo 1 para generar electricidad 24 y yeso 21 como para suministrar gas 108 de cola desde la instalación 106 para recuperar azufre elemental 107 al dispositivo 1 para generar electricidad 24 y yeso 21. El sistema 105 de tubería de gas tiene una unidad 109 de distribución de gas que, en una primera posición, suministra gas ácido exclusivamente a la instalación 106 para recuperar azufre elemental 107, en una segunda posición suministra gas ácido exclusivamente al dispositivo 1 para generar electricidad 24 y yeso 21 y, en una posición de distribución, suministra una primera parte del gas ácido 104 a la instalación 106 para recuperar azufre elemental 107 y una segunda parte del gas ácido 104 al dispositivo 1 para generar electricidad 24 y yeso 21. La relación entre la primera parte y la segunda parte del gas ácido 104 puede ajustarse en la posición de distribución por medio de la unidad 109 de distribución de gas.

De la figura 2 a la figura 4 se muestran tres realizaciones ilustrativas diferentes del dispositivo 1 para generar electricidad y yeso y, por lo tanto, también se ilustra el procedimiento para generar electricidad y yeso.

En las tres realizaciones ilustrativas, el suministro de gas 108 de cola y/o gas ácido 104 se muestra en cada caso de nuevo en el lado izquierdo. Como ya se ha explicado, cada gas por sí mismo o también una mezcla de gas 108 de cola y gas ácido 104 se puede suministrar al dispositivo 1 y, por lo tanto, al método para generar electricidad y yeso.

5 Específicamente, el gas se suministra en cada caso a un dispositivo 4 generador de energía y se quema allí, preferiblemente con el suministro de aire 5, en donde la energía liberada durante la combustión se usa al menos parcialmente para la generación de energía.

10 En todas las realizaciones ilustrativas, se muestra que, antes de suministrarse al dispositivo 4 generador de energía, el gas se guía a través de un dispositivo 17 de mezcla de gas, cuya tarea es proporcionar un gas 3, cuya composición corresponde a una composición predeterminada o corresponde dentro de un intervalo de composición predeterminado y/o el valor calorífico de los cuales corresponde a un valor calorífico predeterminado o se encuentra dentro de un intervalo de valor calorífico predeterminado. Los ejemplos de esta composición o intervalo de composición predeterminados y este valor calorífico predeterminado o el intervalo de valor calorífico ya se han especificado anteriormente en la descripción general. Dicho dispositivo 17 de mezcla de gas no es absolutamente necesario para realizar la invención.

15 El dispositivo 17 de mezcla de gases comprende un dispositivo 12 de medición, por medio del cual se determina la composición y/o el valor calorífico de los gases 3 que contienen sulfuro de hidrógeno entrante (gas 108 de cola o gas ácido 104 o una mezcla de gas 108 de cola y gas ácido 104). Además, el dispositivo 17 de mezcla de gas comprende un dispositivo 13 de evaluación que compara la composición determinada con la composición predeterminada o el intervalo de composición predeterminado o el valor calorífico determinado con un valor calorífico predeterminado o un intervalo de valor calorífico predeterminado.

20 Además, el dispositivo 17 de mezcla de gases comprende un dispositivo 14 de control y un dispositivo 15 de alimentación para petróleo. En una desviación de la composición o el intervalo de composición predeterminados o del valor calorífico predeterminado o el intervalo de valor calorífico predeterminado determinado por el dispositivo 13 de evaluación, el dispositivo 14 de control determina una proporción adicional de petróleo que debe corregirse, e interactúa con el dispositivo de alimentación 15 de tal manera que el contenido de petróleo determinado necesario para la corrección se agrega a través del dispositivo de alimentación 15 al gas 3 como gas aditivo 16 antes de la combustión. Adicionalmente o como alternativa, también se puede proporcionar que el dispositivo de control ajuste la relación de mezcla entre el gas 108 de cola y la segunda parte 109 del gas ácido, por ejemplo, a través de la unidad 109 de distribución de gas, para la corrección.

25 Posteriormente, los gases 3 con contenido de sulfuro de hidrógeno, que pueden corregirse con respecto a su composición, se suministran al dispositivo 4 generador de energía. El dispositivo 4 generador de electricidad en la realización ilustrativa según la figura 2 comprende un circuito termodinámico 11 de un proceso de energía por vapor. Para este fin, el dispositivo 4 generador de energía comprende un generador de vapor como instalación 6 de combustión a la que se alimenta el gas 3. Los gases 3 con contenido de sulfuro de hidrógeno se queman en el generador de vapor, suministrándose aire 5, preferiblemente a una temperatura de combustión de al menos 1.000 °C. La energía liberada se usa en el generador de vapor al menos parcialmente para la generación de vapor.

30 El dispositivo 4 generador de energía comprende, además, una turbina 7 de vapor que está conectada aguas abajo del generador de vapor. El vapor 10 producido por el generador de vapor se alimenta a la turbina 7 de vapor. La turbina 7 de vapor se acopla a su vez a un generador 8, que es accionado por la turbina 7 de vapor para generar electricidad 24. La electricidad 24 generada puede alimentarse a una red 25 de energía pública y/o estar disponible para consumidores eléctricos.

35 Además, el dispositivo 4 generador de energía comprende un condensador 9 aguas abajo de la turbina 7 de vapor, es decir, después de fluir a través de la turbina 7 de vapor, el vapor 10 se suministra al condensador 9. Preferiblemente, esto es un condensador 9 enfriado por aire.

40 Después de condensarse en el condensador 9, el líquido condensado y/o vapor aún presente se retroalimenta al dispositivo 6 de combustión, aquí el generador de vapor, el circuito termodinámico 11 del proceso de energía por vapor se cierra.

45 Como alternativa, también es posible interrumpir el circuito termodinámico 11 y, según el principio clásico de cogeneración, usar la energía térmica aún presente en el vapor después de fluir a través de la turbina 7 de vapor, por ejemplo, para fines de calentamiento dentro del contexto de dispositivos de calentamiento locales o a nivel de distrito. En este caso, el agua debe suministrarse al circuito termodinámico 11 del proceso de energía por vapor del dispositivo 4 generador de energía para compensar el generador de vapor, es decir, estrictamente hablando, ya no hay un proceso de circulación. Esta alternativa no se muestra en las figuras.

50 Los gases 18 de combustión surgen cuando los gases 3 con contenido de sulfuro de hidrógeno se queman en el dispositivo 6 de combustión, aquí el generador de vapor. Estos se alimentan a una instalación 19 de desulfuración de gas de combustión, se purifican y posteriormente se descargan como gas 20 de escape purificado, por ejemplo, directamente al medio ambiente, pero también se pueden realizar etapas de purificación de gas de escape aguas abajo o aguas arriba.

El contenido de sulfuro de hidrógeno de los gases de partida hace referencia a que los gases 18 de combustión tienen un contenido de dióxido de azufre y trióxido de azufre muy alto en comparación con los gases de escape de combustión de instalaciones conocidas. Por consiguiente, se debe proporcionar una instalación 19 de desulfuración de gas de combustión adecuada para este propósito, por ejemplo, una instalación de desulfuración de gas de combustión multietapa, preferiblemente una instalación de desulfuración de gas de combustión multietapa que comprenda un reactor de lecho fijo para la separación de trióxido de azufre y una etapa de depuración con cal para la separación de dióxido de azufre. Si el sitio está ubicado cerca del mar, el agua requerida para la desulfuración del gas de combustión puede tomarse del mar por medio de bombas de agua de mar. Después de la instalación 19 de desulfuración de gas de combustión, el gas 20 de escape purificado puede descargarse al medio ambiente.

Durante la desulfuración del gas de combustión con la instalación 19 de desulfuración de gas de combustión, se produce yeso 21, que se alimenta a una yesería 22 para producir productos de yeso 23. Por ejemplo, se producen placas de enlucido de yeso o mezclas de yeso acabado en esta yesería 22 usando el yeso 21.

La yesería 22 están diseñadas y configuradas de manera que cubra completamente o parcialmente su demanda de energía eléctrica de la electricidad generada por el dispositivo 4 generador de energía, es decir, la yesería 22 representa uno de los consumidores eléctricos mencionados anteriormente a los que el dispositivo 4 generador de energía proporciona la electricidad 24 generada a partir de la combustión del aire de escape con contenido de sulfuro de hidrógeno.

Además, la yesería 22 cubre su requisito de calor total o parcialmente en el sentido de que canaliza el vapor 26 fuera del circuito termodinámico 11 descrito anteriormente del proceso de energía por vapor del dispositivo 4 generador de energía y elimina la energía térmica de este vapor 26 de descarga canalizado para fines de calentamiento y/o calefacción. Por ejemplo, el vapor 26 que se canaliza fuera se puede usar de esta manera para calcinar el yeso 21 y/o para secar placas de enlucido de yeso en la yesería 22.

Después de esta utilización térmica, el vapor 26 de escape canalizado fuera se puede liberar o usar de otra manera. En este caso, el agua debe suministrarse al circuito termodinámico 11 del proceso de energía por vapor del dispositivo 4 generador de energía. Adicionalmente o como alternativa, después de la utilización térmica, el vapor 26 desviado se devuelve al circuito termodinámico 11 del proceso de energía por vapor del dispositivo 4 generador de energía, de modo que este circuito todavía está sustancialmente cerrado con respecto al vapor. La progresión adicional del vapor 26 canalizado fuera después de la utilización térmica y el suministro de agua opcionalmente requerido en el circuito termodinámico 11 no se muestran en la figura 2.

La segunda realización ilustrativa según la figura 3 y la tercera realización ilustrativa según la figura 4 corresponden a la primera realización ilustrativa en términos del suministro de gas y del dispositivo 17 de mezcla de gas; por lo tanto, se hace referencia a las declaraciones anteriores relacionadas con la figura 2.

Sin embargo, las realizaciones segunda y tercera difieren de la primera realización ilustrativa en términos del dispositivo 4 generador de energía utilizado. En lugar de un proceso de energía por vapor, en la segunda realización ilustrativa, el dispositivo 4 generador de energía comprende una turbina 27 de gas y en la tercera realización ilustrativa un motor 28 de gas, cada uno con un compresor 31 aguas arriba para el gas 3 suministrado. Los gases 3 con contenido de sulfuro de hidrógeno que, a su vez, se corrigen opcionalmente con respecto a su composición, se suministran a dicha turbina 27 o dicho motor 28 de gas y se queman en la turbina 27 de gas o el motor 28 de gas, con el suministro 5 de aire, preferiblemente a una temperatura de combustión de al menos 1.000 °C. La turbina 27 de gas o el motor 28 de gas se acopla a un generador 8, que es accionado por la turbina 27 de gas o el motor 28 de gas para generar electricidad 24. La electricidad 24 generada a su vez puede alimentarse a una red 25 de energía pública y/o estar disponible para consumidores eléctricos como en la primera realización ilustrativa según la figura 1.

Los gases 18 de combustión se producen durante la combustión de los gases 3 con contenido de sulfuro de hidrógeno en la turbina 27 de gas o el motor 28 de gas. Para una utilización energética adicional, estos se pasan a través de un intercambiador 29 de calor antes de pasar adicionalmente a una instalación 19 de desulfuración de gas de combustión. En el intercambiador 29 de calor, la energía térmica se extrae de los gases 18 de combustión y se alimenta a través de un circuito 30 de fluido adecuado a una yesería 22, de modo que esta yesería 22 pueda cubrir por tanto total o parcialmente su requisito de calor. Por ejemplo, el calor extraído de los gases 18 de combustión puede usarse de esta manera para calcinar el yeso 21 y/o para secar placas de enlucido de yeso en la yesería 22.

Todas las características adicionales de la continuación de los gases 18 de combustión, la instalación 19 de desulfuración de gas de combustión y la yesería 22 corresponden a la solución ya descrita en función de la primera realización ilustrativa según la figura 2, de modo que se hace referencia a esto con respecto a las declaraciones anteriores.

Lista de signos de referencia

- 1 Dispositivo para generar electricidad y yeso
- 3 Gas
- 4 Dispositivo generador de energía
- 5 Aire

	6	Dispositivo de combustión
	7	Turbina de vapor
	8	Generador
	9	Condensador
5	10	Vapor
	11	Circuito termodinámico del proceso de energía por vapor
	12	Dispositivo de medición
	13	Dispositivo de evaluación
	14	Dispositivo de control
10	15	Dispositivo de alimentación
	16	Mezclado de petróleo
	17	Dispositivo de mezcla de gases
	18	Gases de combustión
	19	Instalación de desulfuración de gas de combustión
15	20	Gas de escape purificado
	21	Yeso
	22	Yesería
	23	Productos de yeso
	24	Electricidad
20	25	Red de energía pública
	26	Vapor canalizado fuera para los requisitos térmicos de la yesería
	27	Turbina de gas
	28	Motor de gas
	29	Intercambiador de calor
25	30	Circuito de fluido
	31	Compresor
	100	Dispositivo para la desulfuración de petróleo
	101	Petróleo con contenido de azufre
	102	Instalación de desulfuración para petróleo con contenido de azufre
30	102a	Instalación de hidrogenación
	102b	Instalación para realizar la depuración con aminas
	103	Petróleo desulfurado
	104	Gas ácido
	105	Sistema de tubería de gas
35	106	Instalación para recuperar azufre elemental 107 del gas ácido 104
	107	Azufre elemental
	108	Gas de cola
	109	Unidad de distribución de gas

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo (100) para la desulfuración de petróleo crudo, que comprende

- 5 a) una instalación (102) de desulfuración para petróleo (101) de alto contenido en metal pesado que, además del petróleo desulfurado (103), forma un gas ácido (104) que contiene sulfuro de hidrógeno, b) una instalación (106) para la recuperación de azufre elemental (107) y un gas (108) de cola con contenido de sulfuro de hidrógeno como gas de escape del gas ácido (104) de la instalación (102) de desulfuración,
10 c) un dispositivo (1) para producir electricidad (24) y yeso (21) a partir del gas (108) de cola o de gas ácido (104) o a partir de una mezcla de gas ácido (104) y gas (108) de cola,
c1) un dispositivo (4) generador de energía que comprende un dispositivo (6) de combustión para la combustión de gas (108) de cola o gas ácido (104) o una mezcla de gas (108) de cola y gas ácido (104), en donde la energía liberada durante la combustión se usa al menos parcialmente para la
15 generación de energía,
c2) una instalación (19) de desulfuración de gas de combustión para desulfurar los gases (18) de escape de combustión con contenido de óxido de azufre que se producen durante la combustión, con la formación de yeso (21),
d) un sistema (105) de tuberías de gas para suministrar gas ácido (104) desde la instalación (102) de desulfuración a la instalación (106) para recuperar azufre elemental (107) y al dispositivo (1) para
20 generar electricidad (24) y yeso (21), así como para suministrar gas (108) de cola desde la instalación (106) para recuperar azufre elemental (107) al dispositivo (1) para generar electricidad (24) y yeso (21),
d1) en donde el sistema (105) de tuberías de gas comprende una unidad (109) de distribución de gas que, en una primera posición, suministra gas ácido exclusivamente a la instalación (106) para
25 recuperar azufre elemental (107), en una segunda posición suministra gas ácido exclusivamente al dispositivo (1) para generar electricidad (24) y yeso (21) y, en una posición de distribución, suministra una primera parte del gas ácido (104) a la instalación (106) para recuperar azufre elemental (107) y una segunda parte del gas ácido (104) al dispositivo (1) para generar electricidad
30 (24) y yeso (21),
caracterizado por
e) un dispositivo de medición (12) para determinar la composición y/o el valor calorífico del gas antes de la combustión en el dispositivo (6) de combustión,
f) un dispositivo (13) de evaluación para comparar la composición determinada con una composición
35 predeterminada o un intervalo de composición predeterminado y/o para comparar el valor calorífico determinado con un valor calorífico predeterminado o un intervalo de valor calorífico predeterminado,
y
g1) un dispositivo (14) de control y un dispositivo (15) de alimentación para gas natural (16), en donde, en caso de una desviación, determinada por el dispositivo (13) de evaluación, de la
40 composición o intervalo de composición predeterminados y/o del valor calorífico predeterminado o el intervalo de valor calorífico predeterminado, el dispositivo de control determina un contenido de petróleo adicional necesario para la corrección y lo mezcla con el gas a través del dispositivo de alimentación antes de la combustión, y/o
g2) un dispositivo (14) de control, en donde el dispositivo (14) de control ajusta la relación de
45 mezcla entre el gas (108) de cola y la segunda parte del gas ácido (104) para la corrección.

2. El dispositivo (100) según la reivindicación 1,

- 50 en donde el dispositivo (6) de combustión del dispositivo (4) generador de energía comprende o es un generador de vapor, que forma parte del circuito termodinámico (11) de un proceso de energía por vapor que, a su vez, comprende una turbina (7) de vapor aguas abajo del generador de vapor y un condensador (9) aguas abajo de la turbina (7) de vapor, y
en donde un generador (8) accionado por la turbina (7) de vapor se proporciona para generar
55 electricidad.

3. El dispositivo (100) según la reivindicación 1 o 2,

- en donde el dispositivo (4) generador de energía comprende una turbina (27) de gas y/o un motor (28) de gas, y
60 en donde un generador (8) accionado por la turbina (27) de gas y/o el motor (28) de gas se proporciona para generar electricidad.

4. El dispositivo (100) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde el dispositivo (1) para generar electricidad (24) y yeso (21) comprende una yesería (22) que usa el yeso (21) producido durante la
65 desulfuración (19) de gas de combustión para producir productos (23) de yeso.

5. Un método para la desulfuración de petróleo que tiene un dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende las siguientes etapas:

a)provisión de petróleo (101) con contenido de azufre;
 b)desulfuración del petróleo (101) con contenido de azufre por medio de la instalación (102) de desulfuración, en donde un gas ácido (104) que contiene sulfuro de hidrógeno se forma, además del petróleo desulfurado (103);
 c)ajuste de la unidad (109) de distribución de gas del sistema (105) de tuberías de gas a la primera posición o a la segunda posición o a la posición de distribución, en donde en la primera posición, se suministra gas ácido exclusivamente a la instalación (106) para la recuperación del azufre elemental (107), en la segunda posición, se suministra gas ácido exclusivamente al dispositivo (1) para la generación de electricidad (24) y yeso (21) y, en la posición de distribución, una primera parte del gas ácido (104) se suministra a la instalación (106) de recuperación de azufre elemental (107) y un gas (108) de cola con contenido de sulfuro de hidrógeno y una segunda parte del gas ácido (104) se suministra al dispositivo (1) generador de electricidad (24) y yeso (21);
 d)generación de electricidad (24) y yeso (21) a partir de gas (108) de cola o de gas ácido (104) o a partir de una mezcla de gas ácido (104) y gas (108) de cola por medio del dispositivo (1) para producir electricidad (24) y yeso (21),
 d1)en donde el gas (108) de cola o gas ácido (104) o una mezcla de gas (108) de cola y gas ácido (104) se suministra al dispositivo (6) de combustión del dispositivo (4) generador de energía y se quema allí, en donde la energía liberada durante la combustión se usa al menos parcialmente para la generación de electricidad,
 d2)en donde los gases (19) de escape de combustión que contienen óxido de azufre que se producen durante la combustión se alimentan a una desulfuración de gas de combustión por medio de la instalación (19) de desulfuración de gas de combustión, y
 d3)en donde el yeso (21) se forma durante la desulfuración de gas de combustión,
 e)en donde la composición y/o el valor calorífico del gas suministrado al dispositivo (4) generador de energía según la etapa d1) se determina antes de la combustión en el dispositivo (6) de combustión,
 f)en donde la composición determinada se compara con una composición predeterminada o un intervalo de composición predeterminado y/o el valor calorífico determinado se compara con un valor calorífico predeterminado o un intervalo de valor calorífico predeterminado, y
 g)en donde, en el caso de una desviación de la composición o intervalo de composición predeterminados y/o del valor calorífico predeterminado o el intervalo de valor calorífico predeterminado, se determina un contenido de gas natural adicional necesario para la corrección y se mezcla con el gas antes de la combustión y/o en donde la relación de mezcla entre el gas (108) de cola y la segunda parte del gas ácido (104) se ajusta para la corrección.

6. El método según la reivindicación 5, en donde la combustión según la etapa d1) se lleva a cabo a una temperatura de combustión de al menos 1.000 °C.

7. El método según la reivindicación 5 o la reivindicación 6,

en donde el dispositivo (6) de combustión del dispositivo (4) generador de energía comprende o es un generador de vapor, que forma parte del circuito termodinámico (11) de un proceso de energía por vapor que, a su vez, comprende una turbina (7) de vapor aguas abajo del generador de vapor y un condensador (9) aguas abajo de la turbina (7) de vapor, y
 en donde la energía liberada durante la combustión se usa al menos parcialmente para generar electricidad, que la energía liberada se usa inicialmente al menos parcialmente en el generador de vapor para la generación de vapor y el vapor producido se suministra al menos parcialmente a la turbina (7) de vapor que acciona un generador (8) para la generación de energía.

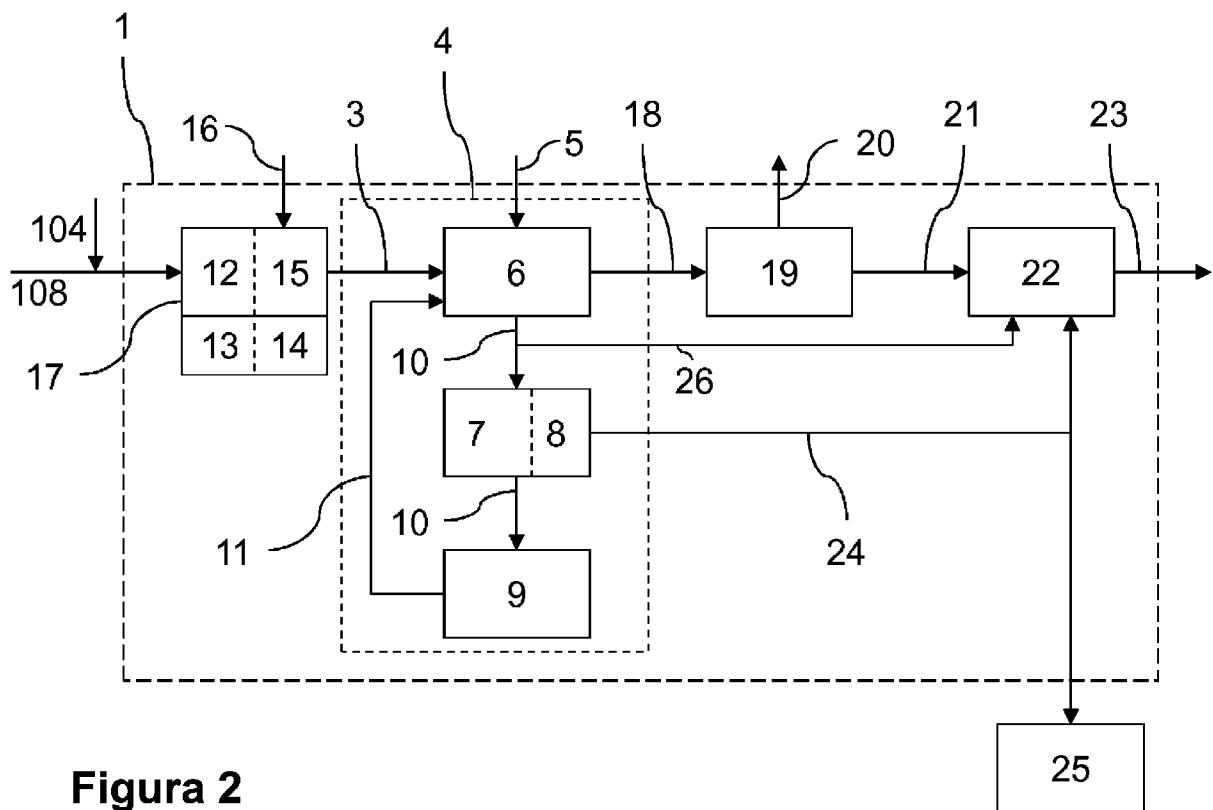
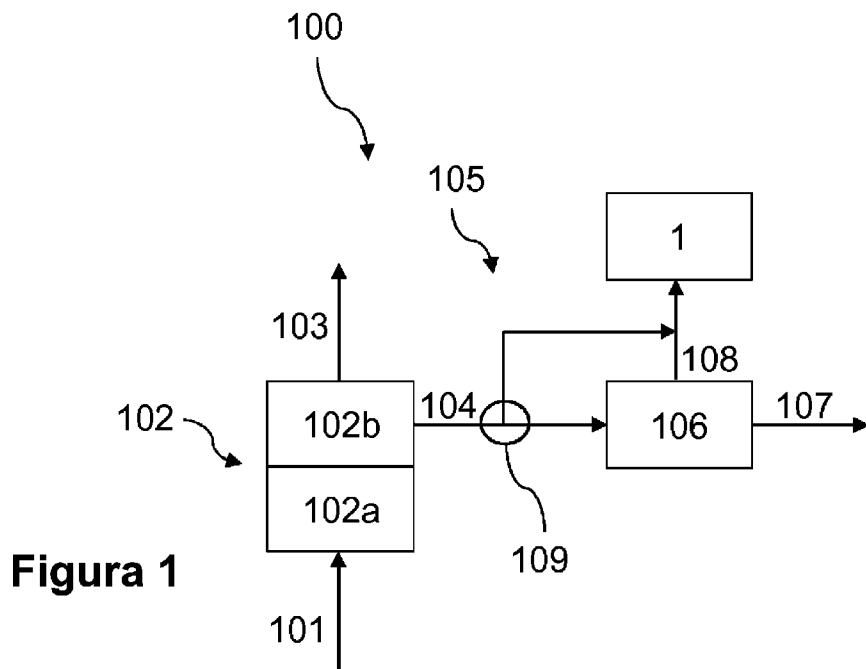
8. El método según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7,

en donde el dispositivo (4) generador de energía comprende una turbina (27) de gas y/o un motor (28) de gas, y
 en donde la generación de electricidad se efectúa por un generador (8) accionado por la turbina (27) de gas y/o el motor (28) de gas.

9. El método según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 8, en donde

la composición predeterminada o el intervalo de composición predeterminado proporciona los siguientes contenidos en porcentaje en moles:
 sulfuro de hidrógeno: del 3 % al 70 %, en particular del 40 % al 60 %, preferiblemente de aproximadamente el 50 %, y/o
 dióxido de carbono: del 10 % al 90 %, en particular del 40 % al 60 %, preferiblemente de aproximadamente el 50 %.

y/o en donde el valor calorífico predeterminado o el intervalo de valores caloríficos predeterminados pueden ser de 9 a 30 MJ/m³ (en condiciones normales), en particular de 15 a 25 MJ/m³ (en condiciones normales), preferiblemente de aproximadamente de 20 MJ/m³ (en condiciones normales).



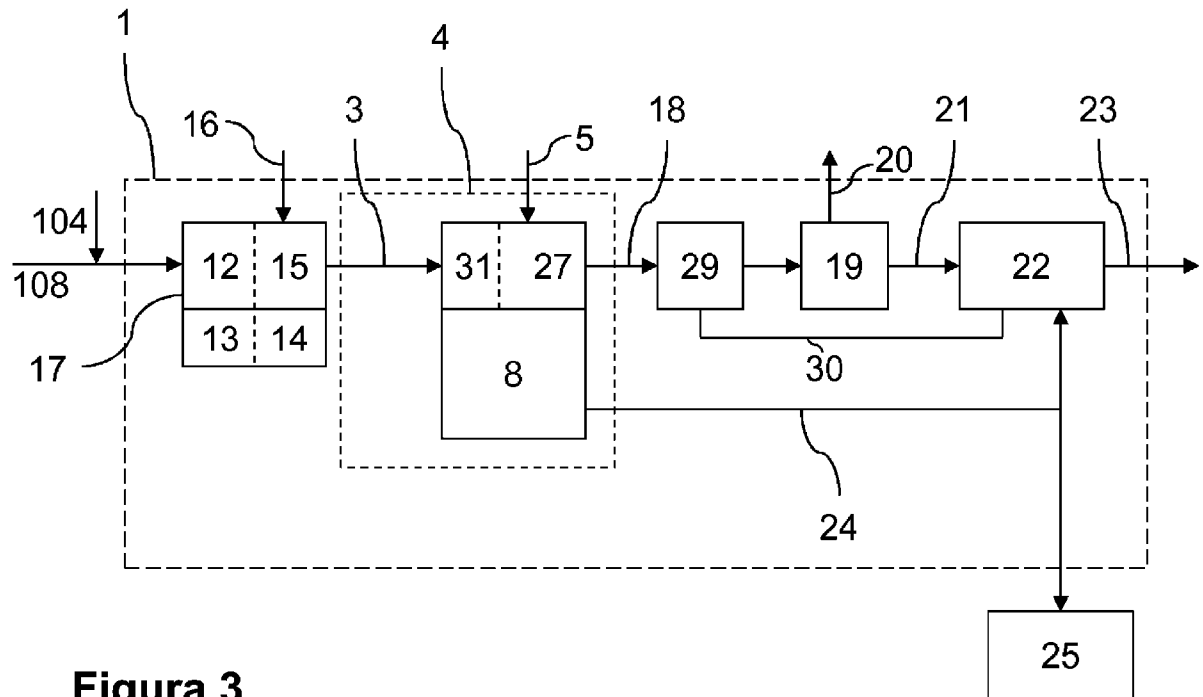


Figura 3

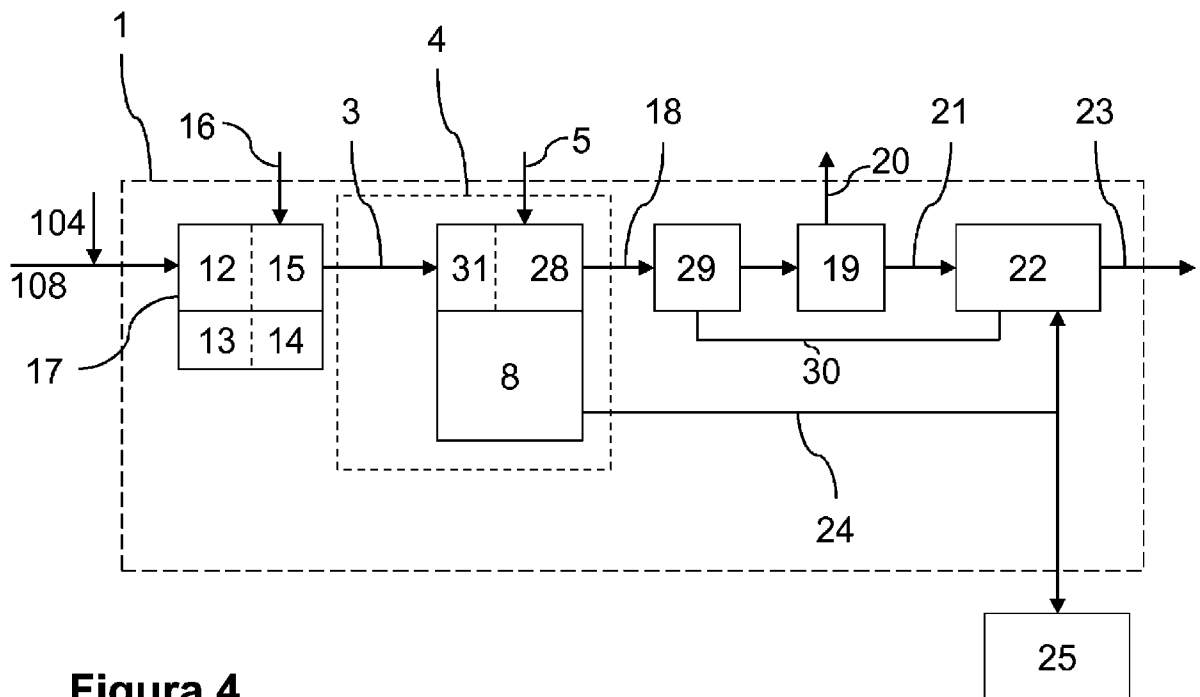


Figura 4