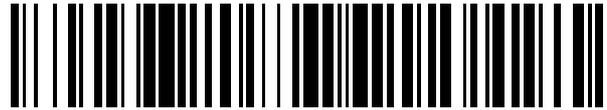


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 535 776**

51 Int. Cl.:

C01B 3/32 (2006.01)

C01B 3/38 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.02.2013** **E 13305217 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.04.2015** **EP 2644564**

54 Título: **Reactor de desulfuración temporal que permite el pretratamiento de una carga de hidrocarburos antes del vaporeado con vistas a una producción de hidrógeno**

30 Prioridad:

27.03.2012 FR 1200911

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

14.05.2015

73 Titular/es:

**IFP ENERGIES NOUVELLES (100.0%)
1 & 4, Avenue de Bois-Préau
92852 Rueil-Malmaison Cedex, FR**

72 Inventor/es:

**GIROUDIERE, FABRICE;
THOMAS, MICHEL y
NEBOIS, CEDRIC**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 535 776 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

Reactor de desulfuración temporal que permite el pretratamiento de una carga de hidrocarburos antes del vaporeformado con vistas a una producción de hidrógeno

5

Campo de la invención

La presente invención describe un reactor que se denominará posteriormente reactor de preparación en el contexto de un proceso de producción de hidrógeno por vaporeformado de cargas de hidrocarburos, como por ejemplo gasóleo, o etanol desnaturalizado.

10

Los hidrocarburos (de tipo gasolina o gasóleo por ejemplo) o alcoholes (bioetanol por ejemplo) utilizados para alimentar las unidades de producción de hidrógeno por vaporeformado (vaporeformado autotérmico ATR seguido de un desplazamiento con vapor WGS por ejemplo) contienen habitualmente algunas ppm de azufre (típicamente 10 ppm) que se puede retirar de forma económicamente viable mediante procesos conocidos de adsorción sobre sólidos de tipo óxidos metálicos, en su caso en estado parcialmente reducido.

15

Pueden tratarse, por ejemplo, de sólidos a base de níquel pasivo sobre alúmina o sílice-alúmina (por ejemplo el sólido adsorbente AxTrap-405 de Axens).

20

Las unidades de producción de hidrógeno, especialmente las pequeñas (típicamente 100 nm³/h de H₂ producido) pueden estar situadas completamente fuera del complejo petroquímico, por ejemplo, en una estación de servicio o un edificio aislado, especialmente cuando el hidrógeno se utiliza para alimentar pilas de combustible o en aplicaciones tales como la industria del vidrio o la industria electrónica. Pueden ser también unidades destinadas a ser embarcadas (camiones, barcos, etc.).

25

El proceso de producción de hidrógeno por vaporeformado donde se enmarca la presente invención se refiere en particular a un etanol denominado como "desnaturalizado" que incluye un determinado porcentaje de azufre, ya que esta desnaturalización se obtiene generalmente por adición de una pequeña cantidad de gasolina portadora de azufre. Sin embargo, dicho azufre, incluso a concentraciones muy bajas de aproximadamente una decena de ppm, resulta ser un veneno para el catalizador utilizado en el reactor de vaporeformado. No obstante, esto se puede extender fácilmente a otros tipos de cargas, como las gasolinas o los gasóleos que contienen, después de la etapa de hidrotreamiento catalítico, pequeñas trazas de compuestos sulfurados, especialmente del tipo tiofénico, benzotiofénico o dibenzotiofénico.

35

El reactor de vaporeformado, por tanto, va precedido de un reactor denominado de protección que permite eliminar las impurezas sulfuradas incluidas en la carga de etanol desnaturalizado por adsorción en un sólido adsorbente.

30

Los sólidos adsorbentes que pueden usarse en el reactor de protección son generalmente de tipo níquel con alúmina (como por ejemplo el sólido adsorbente AxTrap-405, o D-1275, comercializados especialmente por Axens).

40

Se sabe que son pirofóricos en su fase activa (níquel principalmente en estado reducido). Su manipulación, por tanto, no puede realizarse al aire libre, salvo que se hayan pasivado previamente, por ejemplo con CO₂, que se debe retirar para reactivarlos antes de su uso en desulfuración. Esta activación puede hacerse en fase gaseosa, bajo gas inerte como el nitrógeno, o bajo atmósfera reductora en presencia de hidrógeno, o bien en fase líquida, usando preferentemente una carga desulfurada. La temperatura para realizar esta operación está comprendida preferentemente entre 100 °C y 350 °C, y preferentemente entre 150 °C y 200 °C.

45

El reactor destinado a realizar la desulfuración de la carga de vaporeformado, por tanto, debe ser activado mediante una fase de pasivación del sólido adsorbente que liberará el CO₂ y convertirá dicho sólido en un adsorbente activo.

50

La presente invención tiene esencialmente por objeto encontrar una solución a esta fase de activación del reactor de protección (o reactor de desulfuración de la carga del vaporeformado), intentando al mismo tiempo proteger al propio reactor de vaporeformado de cualquier contaminación por azufre.

55

Análisis de la técnica anterior

De acuerdo con la técnica anterior, la activación del sólido adsorbente se lleva a cabo mediante un flujo de gas inerte (nitrógeno por ejemplo) no sulfurado y calentado, por ejemplo, entre 100 °C y 250 °C, y típicamente entre 150 °C y 200 °C. Este flujo de gas debe mantenerse durante un tiempo relativamente largo (4 a 24 horas) y con caudales importantes (entre 200 y 500 nm³/h/m³ de adsorbente). Este tipo de operación solamente es posible si el gas utilizado para la activación está disponible en cantidad suficiente, lo que no suele suceder en todas partes. Además, esta solución es costosa debido al gas puro consumido.

60

De acuerdo con la técnica anterior, una segunda alternativa consistiría en preactivar el adsorbente y realizar su carga bajo una atmósfera neutra (nitrógeno), pero este tipo de intervención es compleja: utilización de escafandra,

65

personal muy especializado, equipo específico pesado, no disponible en todas partes. Este tipo de operación es delicada y difícil de realizar, especialmente para las unidades de gran tamaño (cuando el volumen de adsorbente supera el m³).

- 5 Una tercera alternativa consiste en transportar el reactor con el lecho de protección listo para su uso, pero esta solución requiere el transporte de un equipo que puede ser muy pesado y voluminoso: varios centenares de litros, incluso varios metros cúbicos.

10 Además, esta solución obliga a tener un segundo reactor para cambiar por el primero cuando este primer reactor está saturado de azufre. Según esta alternativa, se necesita un juego de válvulas para aislar y luego quitar el reactor con el lecho de protección con una válvula a la entrada y una a la salida para mantener el cierre. Esta solución no puede ser adecuada económicamente ya que los dos reactores que intervienen son demasiado voluminosos y pesados (más de varias toneladas). El documento JP 1275697 describe el uso de dos reactores de desulfuración, empleándose el primero de forma temporal desde el arranque hasta la activación del segundo.

15 **Breve descripción de las figuras**

20 La figura 1 representa un esquema de un procedimiento de preparación de carga de vaporeformado donde el reactor de desulfuración temporal y el reactor de desulfuración permanente están en serie.

La figura 2 representa un esquema del procedimiento de preparación de carga de vaporeformado de acuerdo con la presente invención donde el reactor de desulfuración temporal funciona en un circuito en derivación del circuito normal.

25 **Breve descripción de la invención**

La presente invención puede definirse como un procedimiento de pretratamiento de una carga de vaporeformado que contiene compuestos azufre. Esta carga se debe desulfurar hasta un contenido inferior a 1 ppm para permitir el correcto funcionamiento del reactor de vaporeformado.

30 En el contexto de la presente invención, la carga de hidrocarburo usada como carga de vaporeformado es generalmente etanol desnaturalizado con menos de 10 ppm de azufre.

35 La carga también puede ser también una carga de hidrocarburo de tipo gasolina o gasóleo que contiene menos de 10 ppm de azufre.

El reactor de vaporeformado va precedido, por tanto, de un reactor de desulfuración que los inventores denominan en lo sucesivo reactor de desulfuración permanente.

40 El problema que resuelve la presente invención está vinculada al hecho de que el sólido adsorbente destinado a la desulfuración en el reactor de desulfuración permanente se suministra en un estado denominado como "pasivo" y que, para ser activo, debe pasivarse, por tanto, mediante calentamiento térmico.

45 La solución desarrollada por la presente invención consiste en utilizar la propia carga de vaporeformado como vector de calorías para la pasivación del sólido adsorbente contenido en el reactor de desulfuración permanente.

50 Ahora bien, como esta carga tiene inicialmente un contenido elevado de azufre, es conveniente desulfurarla previamente en un reactor de desulfuración situado corriente arriba con respecto al reactor de desulfuración permanente, que los inventores denominan reactor de desulfuración temporal. El reactor de desulfuración permanente se denomina a veces también reactor de desulfuración principal.

En lo sucesivo, los términos de reactor de pretratamiento y reactor de desulfuración son estrictamente sinónimos, ya que el pretratamiento en cuestión consiste en una desulfuración.

55 La presente invención puede definirse, por tanto, como un procedimiento de pretratamiento de una carga de vaporeformado que contiene compuestos sulfurados, por adsorción de dichos compuestos sulfurados sobre un sólido adsorbente, recurriendo a dos reactores de desulfuración:

- 60 - un reactor de desulfuración temporal que contiene un sólido adsorbente activo,
 - un reactor de desulfuración permanente situado corriente arriba de la unidad de vaporeformado que contiene un sólido adsorbente en estado pasivo que necesita una fase de despasivación para volverse activo,

65 poniéndose el reactor de desulfuración temporal fuera del circuito desde el momento donde el sólido adsorbente del reactor de desulfuración permanente está activo, y estando comprendido el volumen del reactor de desulfuración temporal entre 1/20 y 1/200 veces el volumen del reactor de desulfuración permanente, y preferentemente comprendido entre 1/50 y 1/200 del volumen de dicho reactor de desulfuración permanente.

Según una primera variante del procedimiento de pretratamiento de una carga de vaporeformado que no es de acuerdo con la invención, dicho procedimiento comprende dos fases:

- 5 - en la primera fase, denominada de activación, la carga de vaporeformado se envía al reactor de desulfuración temporal (1010) que contiene un sólido adsorbente activo, y después hacia el reactor de desulfuración permanente (1003) situado corriente arriba de la unidad de vaporeformado, siendo la duración de funcionamiento del reactor de desulfuración temporal (1010) tal que permite al reactor de desulfuración permanente (1003) activarse mediante despasivación del sólido adsorbente contenido en dicho reactor,
- 10 - en la segunda fase, se desconecta el reactor de desulfuración temporal (1010), y la carga de vaporeformado se envía directamente al reactor de desulfuración permanente activo (1003).

Según el procedimiento de pretratamiento de una carga de vaporeformado según la invención, dicho procedimiento comprende tres fases:

- 15 - en la primera fase, la carga de vaporeformado se envía al reactor de desulfuración temporal (1010) y la carga desulfurada procedente de este reactor se almacena en un gasómetro (1011),
- en la segunda fase, la carga desulfurada contenida en el gasómetro de almacenamiento (1011) se calienta en un intercambiador (1002), y posteriormente se envía al reactor de pretratamiento permanente (1003), y después se enfría a la salida del reactor (1003) en un intercambiador (1004) antes de volver al gasómetro de almacenamiento (1011), efectúa esta rotación del gasómetro de almacenamiento (1011) hacia el reactor de pretratamiento permanente (1003) hasta la activación de este último,
- 20 - en la tercera fase, el reactor de desulfuración temporal (1010) está desconectado, y la carga de vaporeformado se envía directamente al reactor de desulfuración permanente activo (1003).

25 El sólido adsorbente utilizado en el reactor de desulfuración temporal y el reactor de desulfuración permanente está muy frecuentemente constituido de níquel o de una mezcla de níquel y de óxido de níquel depositado sobre un soporte constituido por sílice o sílice alúmina.

30 La carga de vaporeformado es generalmente etanol desnaturalizado con menos de 10 ppm de azufre.

La carga de vaporeformado puede ser también una carga de hidrocarburo de tipo gasolina o gasóleo que contiene menos de 10 ppm de azufre.

35 Descripción detallada de la invención

El procedimiento de pretratamiento de una carga de hidrocarburo o de etanol destinada a alimentar una unidad de vaporeformado, objeto de la invención, consiste en utilizar la propia carga de vaporeformado como flujo de activación del sólido adsorbente contenido en el reactor de desulfuración permanente situado corriente arriba de la unidad de vaporeformado.

40 Este reactor de desulfuración permanente situado corriente arriba de la unidad de vaporeformado es indispensable para tratar las cargas de vaporeformado que sean de etanol desnaturalizado, gasolina o gasóleo que pueden contener hasta 10 ppm de azufre.

45 El reactor de desulfuración permanente se denomina de esta forma, por oposición al reactor de desulfuración temporal que solamente interviene en el presente procedimiento para garantizar la activación del sólido adsorbente contenido en el reactor de desulfuración permanente.

50 Como la carga de vaporeformado contiene azufre, se colocará un reactor de desulfuración temporal (1010) corriente arriba del reactor de desulfuración principal (1003).

Este reactor de desulfuración temporal (1010) tiene típicamente un volumen de 20 a 200 veces menor que el volumen del reactor de desulfuración permanente (1003). Preferentemente, el volumen del reactor de desulfuración temporal es de 50 a 200 veces menor que el volumen del reactor de desulfuración principal (1003).

55 El reactor de desulfuración temporal (1010) contiene un sólido adsorbente directamente activo y permite desulfurar durante un plazo relativamente corto una determinada cantidad de carga de vaporeformado.

60 De este modo, se puede disponer de una cantidad de carga de vaporeformado no sulfurada durante por ejemplo las 4 a 24 horas necesarias para la activación del sólido adsorbente contenido en el reactor de desulfuración permanente (1003).

65 Según la figura 1 que representa un procedimiento de pretratamiento de una carga de vaporeformado que no es objeto de la invención, un juego de válvulas permite a la carga pasar por el reactor de desulfuración temporal (1010) mediante la línea (110).

Por ejemplo, para fijar los órdenes de magnitud, para una unidad de producción de hidrógeno de 100 Nm³/h de hidrógeno a partir de etanol (EtOH) desnaturalizado con 7 ppm de azufre, el reactor de desulfuración permanente (1003) deberá contener 900 litros de sólido adsorbente para garantizar un funcionamiento de la unidad de vaporeformado un año antes de la sustitución del citado sólido adsorbente.

5 En ese caso, el reactor de desulfuración temporal (1010) situado corriente arriba del reactor de desulfuración permanente (1003) contiene sólo aproximadamente 5 litros de sólida adsorbente para permitir la desulfuración de la carga de vaporeformado durante la fase de activación de la adsorbente citado del reactor de desulfuración permanente (1003).

10 El reactor de desulfuración temporal (1010) está ventajosamente equipado de un medio de calefacción eléctrica de manera que se aísla fácilmente e incluso se desmonta cuando la activación del adsorbente del reactor de desulfuración permanente (1003) ha terminado.

15 De acuerdo con la invención, una línea (104) de recirculación de la carga alimenta un refrigerador (1004). A la salida del refrigerador (1004), la carga que se ha utilizado para activar el sólido adsorbente vuelve a temperatura ambiente mediante la línea (105) en el gasómetro (1000) o se ha separado del gas que salga del gasómetro (1000) mediante la línea de salida (106).

20 Estos gases se envían a la atmósfera, como tales o preferentemente después del tratamiento en función del tipo de carga y del emplazamiento considerado.

25 La carga desulfurada que sirve para activar el sólido adsorbente contenido en el reactor de desulfuración permanente puede enviarse directamente hacia el reactor de reformado mediante la línea (103), en lugar de recircularse hacia el gasómetro (1000) mediante la línea (104). Después de la fase de activación del sólido adsorbente del reactor de desulfuración permanente (1003), el flujo de carga del gasómetro (1000) puede dirigirse hacia la unidad de vaporeformado cuando se cierra la línea (104) mediante una válvula, y se abre la válvula de la línea (103).

30 El reactor de desulfuración temporal (1010) puede desmontarse fácilmente de la instalación gracias a su pequeño tamaño, e incluso reutilizase en otra instalación una vez el sólido adsorbente pre-activado se ha sustituido bajo atmósfera controlada en el taller.

35 La principal ventaja es reducir los costes de puesta en servicio del sólido adsorbente del reactor de desulfuración permanente (1003) sin aumentar significativamente los costes de inversión.

40 El procedimiento de la invención representado en la figura 2 consiste en producir un volumen reducido de carga de vaporeformado purificada, representa por ejemplo solo algunos volúmenes del reactor de desulfuración permanente (1003), al tratar el etanol desnaturalizado en el reactor de desulfuración temporal (1010).

Este volumen de etanol purificado se puede utilizar en este caso en circuito cerrado para activar el adsorbente del reactor de desulfuración permanente (1003).

45 En relación con la configuración anterior, el tamaño del reactor de desulfuración temporal (1010) con el adsorbente "preactivado" puede reducirse en un orden de magnitud.

Un volumen de carga de hidrocarburo sulfurado pequeño se envía al gasómetro (1000) a través del reactor de desulfuración temporal (1010) mediante la bomba (1001) y el intercambiador (1002) para purificarse en este punto.

50 La carga purificada se almacena en el pequeño gasómetro (1011) provisto de una línea de venteo (111). Para activar el lecho de protección principal (1003), la carga purificada se enviada desde el circuito del gasómetro pequeño (1011) hacia el reactor de desulfuración permanente (1003) mediante la línea (107), la bomba (1001), el intercambiador (1002) y la línea (108).

55 Durante la fase de activación, la carga de hidrocarburo que sale del reactor de desulfuración permanente (1003) se devuelve posteriormente al gasómetro pequeño (1011) mediante el intercambiador (1004) y las líneas (104) y (105).

60 Cuando la etapa de activación ha terminado, la carga sulfurosa contenida en el gasómetro principal (1000) se envía hacia el reactor de desulfuración permanente (1003) mediante la bomba (1001), el intercambiador (1002) y la línea (108).

La carga purificada que sale del reactor de desulfuración permanente (1003) se envía en este momento por la línea (103) hacia la unidad de vaporeformado corriente abajo.

65

Ejemplos

Caso base: Se desea producir hidrógeno a un caudal de $50 \text{ Nm}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ durante un plazo de 8000 h (11 meses) a partir de etanol desnaturalizado que contiene 2,5 ppm de compuestos sulfurados.

5 En las condiciones de funcionamiento de la unidad de vaporeformado, el caudal de etanol necesario es de $32 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$, es decir, aproximadamente $40 \text{ l} \cdot \text{h}^{-1}$.

10 Para retirar los compuestos sulfurados del etanol, principalmente en forma de tiofeno, se utiliza el sólido de Axens AxTrap-405 en forma de lecho fijo en el reactor de desulfuración permanente, que funciona a una temperatura de $150 \text{ }^\circ\text{C}$, por el que se hace pasar el etanol desnaturalizado a purificar.

15 En las condiciones de temperatura y contenido de azufre, la capacidad de adsorción del sólido con respecto a los compuestos sulfurados es igual a 0,5 ppm (peso).

El volumen de etanol a tratar es de 322 m^3 , lo que representa una masa de azufre a retirar de 0,666 kg.

La masa de sólido AxTrap-405 a utilizar para realizar esta operación es de 129 kg, es decir, un volumen de 161 l.

20 Este sólido se ha activado previamente en fase líquida usando 12 m^3 de etanol purificado que no contiene azufre, a una temperatura de $150 \text{ }^\circ\text{C}$, durante 8 h. Esta cantidad representa aproximadamente 75 veces el volumen del reactor de desulfuración permanente. Este volumen de 12 m^3 de etanol purificado (no azufrado) representa una cantidad de etanol difícil de obtener debido a la normativa que impone un máximo determinado para el volumen de uso del etanol desnaturalizado (que muy probablemente contienen azufre) que como tal no es apto para garantizar la activación óptima del lecho de desulfuración permanente.

Ejemplo 1 (comparativo):

30 En este ejemplo, Se produce etanol puro necesario para la activación del reactor de desulfuración permanente mediante el tratamiento del etanol desnaturalizado en un reactor de desulfuración temporal que contiene el sólido AxTrap405 ya activado *ex situ* y listo para su uso.

35 El volumen de etanol puro necesario para activar el reactor de desulfuración permanente a $150 \text{ }^\circ\text{C}$ es siempre de 12 m^3 , lo que representa una cantidad de azufre de 0,024 kg, y exige una masa del sólido AxTrap-405 de 4,8 kg, es decir, un volumen de 6 l.

El volumen del reactor de desulfuración temporal (6 l) es igual a aproximadamente el 4 % del volumen del reactor de desulfuración permanente.

Ejemplo 2 según la invención:

45 En este ejemplo, Se produce etanol puro necesario para la activación del reactor de desulfuración permanente mediante el tratamiento del etanol desnaturalizado en un reactor de desulfuración temporal que contiene el sólido AxTrap-405 ya activado *ex situ* y listo para su uso.

Se utiliza el etanol puro producido en circuito cerrado, lo que permite reducir el volumen necesario, y por tanto reducir el volumen de etanol desnaturalizado a purificar mediante el reactor de desulfuración temporal, y en consecuencia reducir el volumen del reactor de desulfuración temporal.

50 Se utiliza un volumen de etanol purificado igual a 10 veces el volumen del reactor de desulfuración principal, es decir, aproximadamente $1,6 \text{ m}^3$, que se utiliza en circuito cerrado con recirculación para activar el reactor de desulfuración principal.

55 Este volumen de etanol de $1,6 \text{ m}^3$ contiene 0,003 kg de azufre, que exige el uso de 0,6 kg de sólido AxTrap-405, es decir, un volumen de aproximadamente 0,8 l.

60 El volumen del reactor de desulfuración temporal es igual a aproximadamente el 0,5 % del volumen del reactor de desulfuración permanente. Esta variante permite reducir considerablemente el volumen del reactor de desulfuración temporal, así como el volumen de etanol desnaturalizado que se debe purificar en este reactor temporal y que se utiliza para activar el reactor de desulfuración permanente.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento de pretratamiento de una carga de vaporeformado que contiene compuestos sulfurados por adsorción de dichos compuestos de azufre sobre un sólido adsorbente, recurriendo a dos reactores de desulfuración:
- un reactor de desulfuración temporal (1010) que contiene un sólido adsorbente activo,
 - un reactor de desulfuración permanente (1003) situado corriente arriba de la unidad de vaporeformado que contiene un sólido adsorbente en estado pasivo que necesita una fase de despasivación para volverse activo,
- 10 poniéndose el reactor de desulfuración temporal fuera del circuito desde el momento en el que el sólido adsorbente del reactor de desulfuración permanente está activo, y estando comprendido el volumen del reactor de desulfuración temporal (1010) entre 1/20 y 1/200 veces el volumen del reactor de desulfuración permanente (1003) y preferentemente comprendido entre 1/50 y 1/200 del volumen de dicho reactor de desulfuración permanente (1003).
- 15 comprendiendo dicho procedimiento tres fases:
- en la primera fase, la carga de vaporeformado se envía al reactor de desulfuración temporal (1010) y la carga desulfurada procedente de este reactor se almacena en un gasómetro (1011),
 - en la segunda fase, la carga desulfurada contenida en el gasómetro de almacenamiento (1011) se calienta en un intercambiador (1002), y posteriormente se envía al reactor de desulfuración permanente (1003), y después se enfría a la salida del reactor (1003) en un intercambiador (1004) antes de volver al gasómetro de almacenamiento (1011), efectúa esta rotación del gasómetro de almacenamiento (1011) hacia el reactor de desulfuración permanente (1003) hasta la activación de este último,
 - en la tercera fase, se desconecta el reactor de desulfuración temporal (1010), y la carga de vaporeformado se envía directamente al reactor de desulfuración permanente activo (1003).
- 20
- 25
2. Procedimiento de pretratamiento de una carga de vaporeformado que contiene azufre de acuerdo con la reivindicación 1, donde el sólido adsorbente utilizado en el reactor de desulfuración temporal (1010) y el reactor de desulfuración permanente (1003) está constituido de níquel o de una mezcla de níquel y de óxido de níquel depositado sobre un soporte constituido por sílice o sílice alúmina.
- 30
3. Procedimiento de pretratamiento de una carga de vaporeformado que contiene azufre de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la carga de hidrocarburo usada como carga de vaporeformado es etanol desnaturalizado con menos de 10 ppm de azufre.
- 35
4. Procedimiento de pretratamiento de una carga de vaporeformado que contiene azufre de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la carga de hidrocarburo usada como carga de vaporeformado es una gasolina o un gasóleo que contiene menos de 10 ppm de azufre.

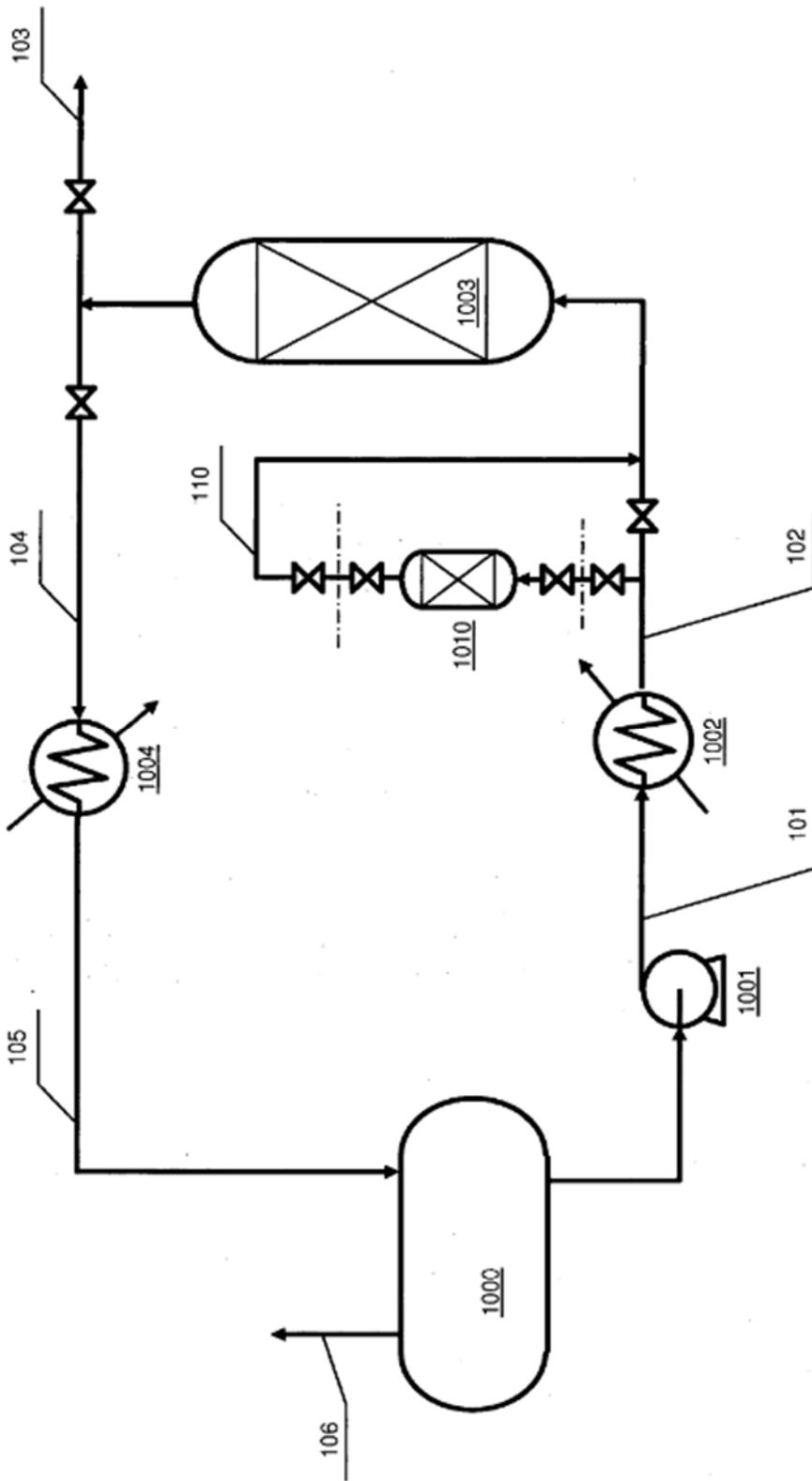


FIGURA 1

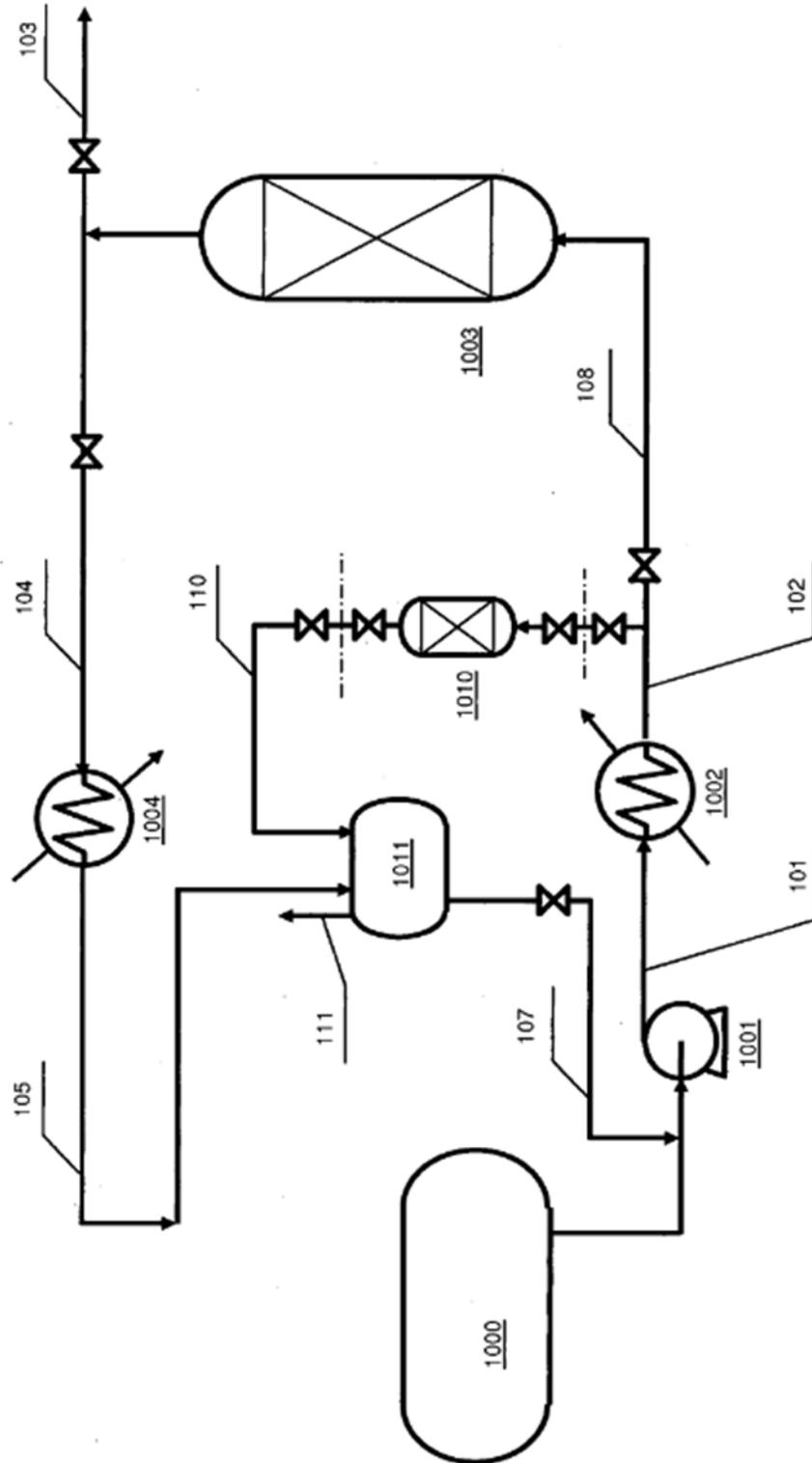


FIGURA 2