

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 371 101**

51 Int. Cl.:  
**C10G 9/00** (2006.01)  
**C10G 9/14** (2006.01)  
**C10G 9/20** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **06701559 .4**  
96 Fecha de presentación: **20.01.2006**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1846536**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **24.10.2007**

54 Título: **PROCEDIMIENTO PARA CRAQUEAR UNA CARGA DE ALIMENTACIÓN DE  
HIDROCARBUROS QUE COMPRENDE UNA COLA PESADA.**

30 Prioridad:  
**20.01.2005 EP 05075152**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**27.12.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**27.12.2011**

73 Titular/es:  
**TECHNIP FRANCE  
6-8, ALLÉE DE L'ARCHE, FAUBOURG DE  
L'ARCHE  
92400 COURBEVOIE, FR**

72 Inventor/es:  
**OVERWATER, Jacobus Arie Schilleman y  
VAN DER EIJK, Johannes Pieter**

74 Agente: **Durán Moya, Carlos**

ES 2 371 101 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 craquear una carga de alimentación de hidrocarburos que comprende una cola pesada

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para craquear una carga de alimentación, en particular una carga de alimentación de baja calidad con una cola pesada, es decir una carga de alimentación con una fracción relativamente alta de uno o más componentes que son vaporizados a una temperatura más alta que las cargas de alimentación promedio (si son vaporizables en absoluto). Los ejemplos de dichos componentes son alquitrán, partículas sólidas, fracciones de hidrocarburos pesados tales como fracciones de alto punto de ebullición y fracciones residuo de evaporación.

10 Cuando una carga de alimentación con una cola pesada se craquea en un horno de craqueo térmico (horno de pirólisis), la cola pesada habitualmente causa ensuciamiento en la sección de convección, la sección radiante e intercambiadores de líneas de transferencia. Este ensuciamiento da como resultado un corto tiempo de funcionamiento y, por lo tanto, un funcionamiento no económico.

15 La patente de Estados Unidos 5.580.443 sugiere un procedimiento de pirólisis en el que se reduce el ensuciamiento/coquización. En esta publicación, se describe un procedimiento para la pirólisis de una carga de alimentación de baja calidad en olefinas mediante un procedimiento en el que la carga se precalienta y se vaporiza parcialmente en un precalentador de la carga. La carga líquida restante se separa en la salida del precalentador de la carga en un dispositivo de separación después de mezclarla con una cantidad de vapor de dilución sobrecalentado. La cantidad de carga líquida a separar está controlada por la cantidad y/o la relación de vapor de dilución sobrecalentado que se mezcla aguas arriba y aguas abajo del dispositivo de separación. El procedimiento puede utilizar un economizador, sin medio alguno para controlar la capacidad (absorción de calor) del economizador.

20 La patente de Estados Unidos 4.879.020 se refiere a un método de funcionamiento de un horno convertidor de hidrocarburos. No obstante, en esta publicación no se da a conocer un procedimiento para craquear térmicamente una carga en el que la absorción de calor de un precalentador de la carga está controlada regulando la capacidad de intercambio de un economizador.

25 En la patente de Estados Unidos 6.632.351, se describe un procedimiento de pirólisis, en el que la carga a separar se calienta a una temperatura de, como mínimo, 375°C antes de separar la carga en un líquido y una fracción de vapor.

30 El documento EP-A 253 633 describe un horno de craqueo de hidrocarburos que contiene intercambiadores de calor. Cada uno tiene su propio suministro de carga de alimentación de modo que el flujo y la caída de presión puedan controlarse de forma independiente. No se sugiere controlar la absorción de calor del precalentador de la carga y, por lo tanto, la temperatura de vaporización de la carga de alimentación.

35 Los procedimientos de la técnica anterior, tales como los mencionados anteriormente, tienen una flexibilidad limitada para variaciones en las condiciones del procedimiento, tales como variaciones de las características de la carga de alimentación, severidad del craqueo, relación de dilución de vapor y regulación del horno. Esto se debe a que el control de la separación mezclando una cantidad de vapor de dilución sobrecalentado solamente es adecuado para condiciones que son próximas a un único caso de diseño. Para desviaciones mayores del caso de diseño, la cantidad de líquido que se separa puede ser demasiada (eficacia de procedimiento inapropiada) o demasiado poca (separación inapropiada, que causa ensuciamiento en el equipo en la parte descendente).

40 Además, se desea dar a conocer procedimientos alternativos para craquear una carga de alimentación, en particular una carga de alimentación que comprende una cola pesada.

45 Por consiguiente, es un objetivo de la presente invención dar a conocer un nuevo procedimiento para craquear una carga de hidrocarburos con una baja tendencia a causar ensuciamiento (coquización) de la instalación de craqueo en la que se lleva a cabo el procedimiento.

50 En particular es un objetivo dar a conocer un nuevo procedimiento de craqueo de una carga de hidrocarburos, tal como una carga de hidrocarburos con una cola pesada, procedimiento que muestra una buena flexibilidad con respecto a variaciones en las condiciones del procedimiento, tales como variaciones en las características de la carga de alimentación y la severidad de craqueo deseada.

55 Es un objetivo adicional de la presente invención dar a conocer una nueva instalación para craquear una carga de alimentación de hidrocarburos, adecuado para llevar a cabo un procedimiento según la presente invención.

60 Se ha descubierto que es posible craquear una carga de alimentación de hidrocarburos, en particular dicha carga de alimentación con una cola pesada, controlando un parámetro del procedimiento en o cerca de la salida para el gas de combustión en la sección de convección de la instalación de craqueo, concretamente precalentando la carga de alimentación en la sección de convección de una instalación de craqueo antes de craquear la carga de alimentación

en la sección radiante de la instalación de craqueo y controlando la absorción de calor del precalentador de la carga (situado cerca de la salida para el gas de combustión fuera de la sección de convección). Por lo tanto, es posible mantener la temperatura del gas de combustión que sale de la sección de convección a una temperatura deseablemente baja. Por la presente, puede realizarse un alto nivel de recuperación de calor del gas de combustión. Además, el control de la absorción de calor del precalentador de la carga permite el control de la temperatura de vaporización de la carga de alimentación.

Por consiguiente, en un aspecto, la presente invención se refiere a un procedimiento según la reivindicación 1.

Al regular la capacidad térmica del economizador -9-, puede controlarse la absorción de calor del precalentador de la carga -1-, tal como regulando el flujo de medio de intercambio de calor a través del economizador. El control de la absorción de calor permite, a su vez, la regulación de la relación de la fracción líquida con respecto a la fracción de vapor de la carga en la salida del precalentador de la carga.

Preferentemente, además del economizador -9-, se emplea otro economizador -8-, situado entre el precalentador -1- y la salida para el gas de combustión de la sección de convección -7-.

Este economizador -9- funciona habitualmente en comunicación fluida en paralelo con el economizador -8- (véase, por ejemplo, la figura 1). A través de este economizador adicional, el medio de intercambio de calor (habitualmente agua, también denominada como agua de alimentación de la caldera) es transportado. Este sistema ayuda a asegurar que la temperatura de la chimenea (la temperatura del gas de combustión en la salida de la sección de convección) se mantiene en una temperatura deseable, en particular aproximadamente 5-20°C por encima de la temperatura del medio de intercambio de calor en la entrada del economizador -8-.

En una realización adecuada, el economizador -8- se omite. En particular en dicha realización, el economizador -9- está provisto de una derivación - habitualmente en comunicación fluida en paralelo - por ejemplo como se indica en la figura 2. La instalación de una derivación x' alrededor del economizador -9- y la omisión del economizador -8- habitualmente da como resultado una mayor temperatura de la chimenea cuando el procedimiento requiere una baja absorción de calor en el economizador -9- y en el precalentador de la carga.

En un procedimiento según la presente invención, la temperatura del gas de combustión en la salida puede estar a una temperatura de 150°C o menos, en particular a una temperatura en el intervalo de 90°C a 180°C, más en particular a una temperatura en el intervalo de 95-130°C. Se observa que, según la presente invención, es posible mantener la temperatura de la chimenea en un intervalo deseado mientras se tiene simultáneamente un alto grado de flexibilidad para variaciones en las condiciones del procedimiento, tales como variaciones de las características de la carga de alimentación, severidad de craqueo, relación del gas de dilución (vapor) y regulación del horno.

En una realización específica del procedimiento según la presente invención, la carga de alimentación de hidrocarburos se suministra a un precalentador de la carga presente en la sección de convección (cerca de la salida del gas de combustión),

la absorción de calor del precalentador de la carga se controla regulando la capacidad de intercambio de calor de un economizador, estando el economizador situado en la sección de convección entre el precalentador de la carga y la sección radiante, estando dicho economizador provisto de una derivación para el medio de intercambio de calor (en particular agua de alimentación de la caldera). La absorción de calor del economizador puede controlarse regulando el flujo de medio de intercambio de calor a través del economizador. El resto del medio de intercambio de calor que puede utilizarse para el procedimiento se derivará y se mezclará con el medio de intercambio de calor a través del economizador en la salida del economizador o en un colector de vapor y en la que

la carga calentada en el precalentador se craquea seguidamente en la sección radiante. La utilización de un primer y un segundo economizador o un economizador y una derivación, hace posible controlar la absorción de calor del precalentador de la carga mientras se mantiene la temperatura de la chimenea en un intervalo deseado.

La presente invención se refiere, además, a una instalación según la reivindicación 13

La instalación puede comprender en particular una sección radiante -6- y una sección de convección -7-, en la que en la sección de convección

- un precalentador de la carga -1- está presente para calentar una carga de alimentación de hidrocarburos que se va a craquear,

- el precalentador de la carga que está situado entre un primer economizador -8- y un segundo economizador -9-, estando el primer economizador -8- situado en la sección de convección entre la salida del gas de combustión y el precalentador de la carga -1-, estando el segundo economizador -9- situado en la sección de convección -7- entre el precalentador de la carga -1- y la sección radiante -6-;

- y un conducto g para suministrar la carga calentada a la sección radiante para craquear la carga calentada.

El primer y segundo economizador en la instalación habitualmente están alineados de modo que sus conductos de fluido están en comunicación fluida en paralelo. Además, la instalación habitualmente comprende un controlador para regular la absorción de calor en los economizadores, en particular un controlador para regular el flujo de medio de intercambio de calor a través del economizador.

La figura 1 muestra esquemáticamente una realización de una instalación para llevar a cabo un procedimiento según la presente invención, que comprende (la utilización de), como mínimo, dos economizadores paralelos.

La figura 2 muestra esquemáticamente una realización para una instalación para llevar a cabo un procedimiento según la presente invención, que comprende la utilización de una derivación, en conexión en paralelo con un economizador.

La figura 3 muestra esquemáticamente una realización en la que, como mínimo, parte de la fracción líquida separada en un separador se utiliza adicionalmente en el procedimiento (se recicla a la entrada de carga de alimentación y/o al producto aguas abajo de la sección radiante).

La figura 4 muestra el efecto de modificar la capacidad de intercambio de calor de un economizador en una instalación (utilizada en un procedimiento) de la presente invención sobre la temperatura de separación y el porcentaje de líquido de la carga de alimentación precalentada.

La invención da a conocer un procedimiento, respectivamente una instalación, que tiene una baja tendencia a la formación de coques.

La invención es muy adecuada para proporcionar un gas producto que comprende una o más olefinas, en particular un gas producto que comprende, como mínimo, una olefina seleccionada entre el grupo que comprende etileno, propileno y butilenos.

La invención da a conocer un procedimiento, respectivamente una instalación, que muestra buena flexibilidad con respecto a variaciones en las composiciones de la carga de alimentación.

En comparación con una instalación, respectivamente un procedimiento, convencionales tal como se describe en la patente de Estados Unidos 5.580.443, la presente invención da a conocer la posibilidad de operar de forma más eficaz debido a que, según la presente invención, la absorción de calor del flujo del procedimiento en el precalentador (aguas arriba del dispositivo de separación, si estuviera presente) puede controlarse en un amplio intervalo. La absorción de calor del precalentador de la carga es ajustable según la presente invención. En dicha técnica anterior la absorción de calor es fija y el rendimiento del flujo variable de vapor de dilución sobrecalentado utilizado en dicha técnica anterior es demasiado pequeño para un control adecuado y flexible.

En una realización ventajosa, la invención permite la separación de una fracción pesada antes del procedimiento de craqueo térmico de una manera controlada especialmente, con lo que se consigue un grado adecuado de separación para diversas condiciones del procedimiento de craqueo (variaciones en características de la carga de alimentación, severidad del craqueo, relación de dilución de vapor y regulación del horno) mientras se mantiene simultáneamente una alta eficacia térmica del horno mediante recuperación de calor en la sección de convección para todas las diversas condiciones de craqueo mencionadas.

A no ser que se especifique otra cosa, cuando se hace referencia a la ubicación de una pieza del equipo (tal como un precalentador, economizador, recalentador etc..) provisto en la sección de convección, el equipo puede denominarse como relativamente cercano a la parte superior si está relativamente cerca de la salida para el gas de combustión y relativamente cercano de la parte inferior si está relativamente cerca de la sección radiante. Habitualmente, un módulo denominado como "que está en la parte superior" estará en una posición verticalmente más alta que un módulo denominado como que está "en la parte inferior". Sin embargo, no se excluye que un módulo "superior" y un módulo "inferior" estén en el mismo plano horizontal.

Por ejemplo, un economizador presente entre el precalentador y la sección radiante puede denominarse como el economizador inferior (por estar relativamente cerca de la sección radiante, en comparación con el precalentador) y un economizador presente entre el precalentador y la salida para el gas de combustión fuera de la sección de convección puede denominarse como un economizador superior (por estar relativamente cerca de la salida para el gas de combustión, en comparación con el precalentador).

En el contexto de la presente solicitud, cuando se especifica que una pieza de equipo está entre dos partes más de una instalación (utilizada) según la presente invención, está entre dichas otras partes vista desde la dirección del flujo del gas de combustión a través de la instalación. Por lo tanto, no es necesario que la parte esté en el plano (vertical, horizontal o diagonal) definido generalmente por las otras dos partes. Por ejemplo, no es necesario que un

precalentador de gas diluyente -10- situado entre la sección radiante -6- y el precalentador de la carga -1- esté verticalmente por encima de la sección radiante -6- y verticalmente por debajo del precalentador -1-.

5 A no ser que se especifique otra cosa, las expresiones aguas arriba y aguas abajo se utilizan para la posición de un módulo con respecto al flujo de carga de hidrocarburos. Por lo tanto, la entrada en el precalentador de la carga -1- está aguas arriba de los (serpentines de craqueo en la) sección radiante -6-.

10 El término “aproximadamente” y similares, tal como se utiliza en el presente documento, se define en particular que incluye una desviación de hasta el 10%, más en particular hasta el 5%.

10 La absorción de calor del precalentador de la carga se define en el presente documento como el calor que es absorbido por la carga de alimentación que pasa a través del precalentador de la carga. Esta expresión también puede denominarse como servicio.

15 Las expresiones “fracción de alto punto de ebullición” y “fracción de bajo punto de ebullición” se utilizan en particular en el presente documento para describir la fracción que es eliminada de la carga antes del craqueo (es decir habitualmente la fracción que queda en la fase líquida en el separador) respectivamente la fracción que es suministrada a la sección radiante (es decir habitualmente la fracción que es vaporizada en el separador). Debe observarse que la “temperatura de ebullición” cuando se menciona en las expresiones “fracción de alto punto de ebullición” y “fracción de bajo punto de ebullición” generalmente se refiere a un método de ensayo estandarizado tal como ASTM D2887 y no necesariamente a las temperaturas reales en las condiciones del procedimiento a las cuales tiene lugar la separación, ya que la temperatura de ebullición está influida por la presión de funcionamiento y la relación de diluyente con respecto a la carga.

25 Como carga de hidrocarburos, en principio puede utilizarse cualquier carga que comprenda uno o más hidrocarburos, adecuada para craquearla térmicamente. En particular, la carga puede comprender un componente seleccionado entre el grupo que comprende etano, propano, butanos, naftas, querosenos, gasóleos atmosféricos, gasóleos de vacío, destilados pesados, gasóleos hidrogenados, condensados gaseosos y sus mezclas. La carga de alimentación adecuada incluye carga de alimentación como se menciona en la patente de Estados Unidos 5.580.443 y la patente de Estados Unidos 6.632.351. Es muy adecuada una carga de alimentación que tiene, como mínimo, una de las siguientes características de vaporización: hasta el 70% en peso se vaporiza a 170°C, hasta el 80% se vaporiza a 200°C, hasta el 90% en peso se vaporiza a 250°C, hasta el 95% en peso se vaporiza a 350°C, hasta el 99,9% en peso se vaporiza a 700°C, según se determina mediante ASTM D-2887.

35 En particular, el procedimiento de la presente invención se utiliza ventajosamente para craquear una carga de hidrocarburos con una cola pesada, es decir que tiene un contenido relativamente alto de hidrocarburos de alto punto de ebullición, por ejemplo alquitrán; partículas sólidas y/o otros componentes que es probable que causen coquización, a no ser que se tomen precauciones.

40 La cola pesada es, en particular, una fracción de la carga de alimentación que queda en la fracción líquida cuando la carga de alimentación se calienta a una temperatura de 300°C, más en particular cuando la carga de alimentación se calienta a una temperatura de 400°C, aún más en particular a una temperatura de 500°C (según lo determinado mediante ASTM D-2887).

45 El procedimiento de la presente invención es ventajoso en particular para procesar una carga de alimentación en la que la fracción de la cola pesada en la carga de alimentación es el 10% en peso o menos, preferentemente el 1% en peso o menos, más preferentemente el 0,2% en peso o menos. La fracción de cola pesada puede ser el 0,01% en peso o más, en particular el 0,1% en peso o más, más en particular el 0,5% en peso o más.

50 Los ejemplos de una carga de hidrocarburos con una cola pesada incluyen condensados de gas natural pesado (HNGL), queroseno, gasóleos atmosféricos, petróleo de vacío, destilados pesados.

55 El diseño de la sección radiante no es particularmente crítico y puede ser una sección radiante, tal como se conoce en la técnica. Además, el diseño básico de la sección de convección puede ser como se describe en la técnica (con la adición de equipo tal como se describe en el presente documento, tal como los economizadores, en las ubicaciones especificadas). Los ejemplos de secciones radiantes, respectivamente secciones de convección, incluyen los descritos en la técnica anterior mencionada en el presente documento, el horno de craqueo GK6™ (Technip) y un horno como se describe en la solicitud europea 04075364.2.

60 Además las partes como tales, utilizadas en la instalación de craqueo (tal como precalentadores de la carga, economizadores, separadores, controladores, etc.) pueden estar basados generalmente en diseños conocidos en la técnica.

65 La temperatura a la cual se calienta el calor en el precalentador puede seleccionarse en límites amplios, dependiendo de la naturaleza exacta de la carga de alimentación y las propiedades deseadas del producto producido en la sección radiante.

Aunque en principio es posible calentar la carga a una mayor temperatura en el precalentador, habitualmente es suficiente calentar la carga en el precalentador a una temperatura de menos de 200°C. Preferentemente, la temperatura de la carga que sale del precalentador es de 170°C o menos, más preferentemente de 140°C o menos. Preferentemente la temperatura de la carga que sale del precalentador es de, como mínimo, 90°C, más preferentemente de, como mínimo, 110°C. Esto permite que la temperatura en la salida del gas de combustión sea relativamente baja y da como resultado que se evita sustancialmente el ensuciamiento/formación de coque en los conductos de carga en la parte superior de la sección de convección. Tal como se ha indicado anteriormente, según la presente invención, puede controlarse la absorción de calor del precalentador de la carga.

La capacidad de intercambio de calor puede estar controlada mediante un economizador inferior (elemento -9- en las figuras). En general, si se desea, la absorción de calor del precalentador de la carga aumenta si la fracción líquida en la salida de un precalentador -2- (mezcla de gas diluyente-hidrocarburo) respectivamente en la entrada del separador -3- se va a reducir, reduciendo el flujo del medio de intercambio de calor a través del economizador inferior y, de este modo, reduciendo la absorción de calor del economizador inferior. La capacidad de intercambio de calor y la temperatura en la salida del gas de combustión dependen de la absorción de calor del economizador superior que puede flotar y dependen de la absorción de calor del precalentador de la carga y el economizador inferior. En general, si se desea, la capacidad del precalentador de la carga aumenta si la fracción líquida en la salida del precalentador -2- (mezcla de hidrocarburo-gas diluyente) se va a reducir aumentando la absorción de calor del economizador inferior -9-. La temperatura en la salida del gas de combustión puede mantenerse baja instalando (accionando) un economizador -8- por encima del precalentador de la carga -1-.

En una realización preferente, la absorción de calor del precalentador de la carga -1- y/o la temperatura en la salida del gas de combustión se controla regulando los flujos de los medios de intercambio de calor (habitualmente agua de alimentación de la caldera) que fluyen a través de un primer (superior) y un segundo (inferior) economizador, entre los cuales se sitúa el precalentador. En particular la relación del flujo a través del primer con respecto al flujo a través del segundo economizador puede controlarse. Habitualmente la relación (flujo a la parte superior/flujo a la parte inferior) se reduce en el caso en que la fracción líquida en la salida del precalentador (de vapor/hidrocarburo) -2- respectivamente en la entrada del separador -3- se va a aumentar

La absorción de calor del precalentador de la carga puede reducirse adicionalmente si se desea controlando una derivación alrededor del precalentador de la carga. Esto puede conseguirse mezclando una cantidad controlada de carga de alimentación adicional (el precalentador de la carga derivado sin calentar) con la carga calentada. En general, si se desea, la capacidad del precalentador de la carga aumenta haciendo pasar a todo el flujo a través del precalentador de la carga y reduciendo el medio de intercambio de calor a través del economizador inferior.

La absorción de calor del precalentador de la carga (capacidad de intercambio de calor) puede controlarse para regular la composición de la carga de alimentación transportada a la sección radiante. En general, si se desea, la capacidad del precalentador de la carga aumenta si el objetivo es reducir la relación de fracción de bajo punto de ebullición con respecto a la de alto punto de ebullición. La absorción de calor del precalentador de la carga puede aumentar reduciendo el flujo de medio de intercambio de calor a través del economizador inferior (lo que reduce la absorción de calor del economizador inferior).

El procedimiento comprende separar a la carga calentada en el precalentador en una fracción de bajo punto de ebullición (de vapor) y una fracción de alto punto de ebullición (líquida), fracción de bajo punto de ebullición que seguidamente se craquea en la sección radiante. La fracción líquida puede desecharse sin craquearla. Es posible utilizar adicionalmente la fracción líquida o parte de la misma en el procedimiento. En particular (parte de la) fracción líquida puede mezclarse con carga de alimentación fresca antes de entrar en el precalentador de la carga -1- y/o (parte de la) fracción líquida puede utilizarse aguas abajo de la sección radiante, en particular mezclarse con gas craqueado.

En una instalación (utilizada en un procedimiento) según la presente invención, el separador está situado generalmente aguas abajo del precalentador de la carga y aguas arriba de la sección radiante, fuera de ambas secciones. Como separador, en principio puede utilizarse cualquier separador adecuado para separar hidrocarburos que tienen diferentes temperaturas de ebullición. Los ejemplos de separadores adecuados son separadores ciclónicos. Los ejemplos de separadores adecuados se describen, por ejemplo, en la patente de Estados Unidos 6.376.732, la patente de Estados Unidos 5.580.443 y la patente de Estados Unidos 6.632.351.

Antes de entrar en el separador, la carga (habitualmente mezclada con un gas diluyente, tal como se describe adicionalmente más adelante) se calienta adicionalmente habitualmente en un segundo precalentador a una temperatura a la cual la fracción de la carga que se va a craquear se vaporiza y la fracción que se va a eliminar de la carga (la fracción de alto punto de ebullición) sigue siendo líquida.

La temperatura deseada a la cual la carga entra en el separador depende de las características de la carga de alimentación y/o las condiciones del procedimiento, y el gas producto deseado. Aunque en principio es posible calentar la carga a una temperatura que supera los 375°C, generalmente es suficiente calentar la carga a una

temperatura de menos de 375°C, en particular a 300°C o menos, preferentemente a 260°C o menos. El nivel de temperatura deseado depende de la característica de la carga de alimentación. Para obtener una cantidad ventajosa de fracción vaporizada, la carga se calienta habitualmente a una temperatura de, como mínimo, 190°C, preferentemente a una temperatura de, como mínimo, 205°C, más preferentemente a una temperatura de 210°C o más.

La relación de fracción líquida con respecto a fracción de vapor separadas entre sí puede seleccionarse en amplios límites, dependiendo de la calidad del producto pretendida. Habitualmente la relación de peso con respecto a peso es de, como mínimo, 0,01, preferentemente de 0,02 o más. En la práctica la relación es habitualmente de 0,7 o menos, preferentemente de 0,35 o menos, más preferentemente de 0,1 o menos, aún más preferentemente menos de 0,04.

La instalación (utilizada en el procedimiento) según la presente invención está provista de un controlador de la absorción de calor del precalentador de la carga, que comprende una entrada para registrar la temperatura del vapor que sale del separador y/o una entrada para registrar el flujo de líquido de la fracción que sale del separador, y una salida para regular el flujo y/o la temperatura de los medios de intercambio de calor de los economizadores. Preferentemente, el controlador comprende una calculadora.

La carga de hidrocarburos, calentada en el precalentador se mezcla habitualmente con un gas diluyente antes del craqueo y, si se utiliza un separador, preferentemente antes de separar la carga en una fracción líquida y una fracción de vapor. Los ejemplos de gas diluyente son nafta vaporizada, gases de refinería, nitrógeno, metano, etano, vapor y sus mezclas, en los que es preferente un gas diluyente que comprende vapor.

La relación (peso a peso) de gas diluyente (vapor) con respecto a carga de hidrocarburos puede seleccionarse en amplios límites, habitualmente en el intervalo de 0,3 a 1,0, preferentemente de 0,4 a 0,8.

En general, la presente invención puede llevarse a cabo sin necesidad de ajustar la relación de gas diluyente con respecto a carga de hidrocarburos durante el procedimiento (para evitar la formación de coques). La relación de gas diluyente con respecto a carga de hidrocarburos puede mantenerse esencialmente constante en particular si la calidad de la carga de alimentación de hidrocarburos es esencialmente constante, mientras se mantiene una baja tendencia a la formación de coques. En general, un procedimiento según la presente invención puede llevarse a cabo sin mezclar gas diluyente adicional en la fracción de hidrocarburos de vapor, después de salir del separador.

La figura 1 muestra una realización preferente de la presente invención, que representa una instalación preferente y un diagrama de flujo del procedimiento para un procedimiento preferente. Las flechas finas (de puntos) representan la transferencia de datos. Las flechas gruesas (continuas) representan un flujo de sustancias (tales como carga, gas diluyente, medio de intercambio de calor). Debe observarse que no todo el equipo (tal como calentadores, separadores, controladores y otro equipo mostrado) es esencial en todos los aspectos de la presente invención. Pueden ser simplemente preferentes.

#### *Flujo de carga*

La carga de alimentación (habitualmente una carga de alimentación con cola pesada) es transportada mediante un conducto  $\alpha$  al precalentador de la carga -1- en el que la carga se precalienta (habitualmente a entre 90 y 170°C, en particular a aproximadamente 130°C) y opcionalmente se vaporiza parcialmente.

La carga precalentada que sale de la salida del precalentador de la carga -1- mediante un conducto  $b$  se mezcla a continuación preferentemente con gas diluyente (vapor) (del conducto  $j$ ). El gas diluyente se calienta preferentemente en la sección de convección antes de mezclarlo con la carga en un recalentador de gas diluyente -10-, al cual el diluyente es conducido mediante un conducto  $i$ . El recalentador de diluyente -10- (si está presente) está ubicado habitualmente relativamente abajo en la sección de convección -7-, donde la temperatura del gas de combustión sigue siendo relativamente alta, en particular entre la sección radiante -6- y el precalentador -1- (y preferentemente entre la sección radiante y los precalentadores de carga -4- y/o -2-, si están presentes).

El gas diluyente calentado (vapor) puede utilizarse en particular para vaporizar instantáneamente la carga del precalentador de la carga -1-, fuera de la sección de convección especialmente en el caso en que la carga de alimentación es nafta.

Un conducto  $\alpha'$  para suministrar carga de alimentación adicional a la carga precalentada en el conducto  $b$  o a la carga precalentada mezclada con gas diluyente en el conducto  $c$  puede estar presente.

La carga precalentada (preferentemente mezclada con gas diluyente) es conducida a continuación habitualmente a un segundo precalentador -2- (que puede denominarse como un precalentador de gas diluyente/hidrocarburo) para llevar a la carga a una temperatura a la cual la fracción a craquear se vaporiza y la cola pesada sigue estando presente en la fracción líquida, de modo que pueda eliminarse de la fracción vaporizada.

## ES 2 371 101 T3

La temperatura de la carga que sale del precalentador -2- mediante un conducto *d* puede tener ventajosamente una temperatura entre 190°C y 260°C, en particular una temperatura de aproximadamente 210°C.

5 La carga es conducida a continuación mediante un conducto *d* al separador -3- para separar la carga en una fracción de alto punto de ebullición y una fracción de bajo punto de ebullición.

10 La fracción vaporizada (fracción de bajo punto de ebullición) se reducirá si la fracción pesada a separar aumenta. El separador de líquido/gas -3- (tal como recipiente ciclónico o gravitacional) separa hidrocarburos de alto punto de ebullición (líquidos) y otros componentes de alto punto de ebullición del flujo de fracción de bajo punto de ebullición (de vapor). En particular en el caso en que se utiliza un recipiente ciclónico o gravitacional, la separación de vapor/líquido es equivalente a una única fase teórica.

15 Por lo tanto, es preferente, en particular dicha realización en que una cantidad de hidrocarburos de punto de ebullición relativamente bajo en exceso de la cantidad real de "cola pesada" está presente en la fase líquida para una separación altamente eficaz. En particular, se considera ventajoso cuando la fracción líquida de la carga que es separada de la fracción de vapor en el separador comprende la cola pesada más, como mínimo, aproximadamente una cantidad igual de hidrocarburos no especificada como cola pesada (tal como hidrocarburos de bajo punto de ebullición). Altamente adecuado es un procedimiento en el que el peso de la fracción líquida que sale del separador es de 2 a 20 veces el peso de la verdadera cola pesada.

20 La fracción de alto punto de ebullición se elimina del separador -3- mediante un conducto *h* (habitualmente en forma de un líquido) y puede desecharse. La fracción de bajo punto de ebullición es la fracción a craquear y es conducida hacia la sección radiante -6- mediante los conductos *e*, *f* y *g*.

25 Antes de suministrarla a la sección radiante -6- (habitualmente en un serpentín de craqueo, que no se muestra) mediante un conducto *g*, la fracción de bajo punto de ebullición es calentada preferentemente adicionalmente en uno o más precalentadores de la carga adicionales (tales como -4- y -5-, conectados mediante el conducto *f*, tal como se muestra en la figura 1). Dichos precalentador o precalentadores están situados habitualmente en una parte inferior de la sección de convección, donde el gas de combustión tiene una temperatura más alta que en una parte superior.

30 Un precalentador de la carga -4- puede estar situado en particular entre el precalentador -1- (respectivamente -2-, si está presente) y la sección radiante. El precalentador -4- está situado preferentemente entre el precalentador -1- (respectivamente -2-, si está presente) y el precalentador de gas diluyente -10-, si está presente.

35 Un precalentador de la carga -5- puede estar situado el más cercano a la sección radiante de todos los precalentadores, en particular de todos los precalentadores de la carga. Por lo tanto, está preferentemente presente entre la sección radiante -6- y el precalentador de la carga -1- (en particular -2-, más en particular -4-, si está presente). En el caso en que el precalentador de gas diluyente -10- está provisto en la sección de convección, el precalentador -5- está situado preferentemente entre el precalentador de gas diluyente -10- y la sección radiante.

40 La carga se calienta preferentemente a una temperatura de 550°C a 650°C en el último precalentador (en particular -5-) y a continuación se introduce en la sección radiante mediante un conducto *g*.

45 Opcionalmente, el horno de craqueo comprende uno o más recalentadores de vapor a alta presión. En la figura 1, se dan a conocer dos de estos (-15-, -16-). Si están presentes, los recalentadores están presentes preferentemente relativamente abajo en la sección de convección, en particular más cerca de la sección radiante que el precalentador de gas diluyente -10- y los precalentadores de la carga -1-, -2- y -4- (siempre que estos estén presentes).

50 Si están presentes, los recalentadores de vapor a alta presión pueden utilizarse para sobrecalentar el vapor saturado producido en el horno de craqueo. El vapor saturado se genera mediante los intercambiadores de líneas de transferencia situados aguas abajo de la sección radiante.

### *Control/regulación*

55 Según el procedimiento según la presente invención se utiliza un separador. Un aspecto importante para definir la relación en peso de las fracciones a separar entre sí (y por lo tanto el tamaño de la fracción a craquear), es la temperatura en la salida del precalentador -2- (que determina la cantidad de fracción líquida, suministrada al separador). Esta temperatura puede controlarse ventajosamente controlando la absorción de calor del precalentador de la carga -1- con un diseño de precalentador de la carga "intercalado". El diseño de precalentador de la carga "intercalado" abarca un precalentador de la carga -1- situado entre, como mínimo, dos bancos de la sección de convección del economizador (economizadores -8- y -9-).

65 Según la presente invención, es posible controlar la eliminación de la cola pesada adecuadamente regulando la absorción de calor del precalentador de la carga, en particular regulando el flujo de medio de intercambio de calor (habitualmente agua de alimentación de la caldera) en el economizador -9-.

Como resultado, la temperatura del gas de combustión en la entrada del precalentador de la carga -1- (preferentemente "intercalado") puede ajustarse, creando de este modo un grado de libertad para el control de la absorción de calor de este precalentador de la carga -1-, de modo que la cantidad deseada de líquidos de cola pesada pueda separarse aguas abajo, habitualmente después de precalentar adicionalmente y después de mezclarla con gas diluyente, tal como vapor de dilución sobrecalentado (véase anteriormente).

El economizador superior -8- está provisto preferentemente para asegurar que la temperatura de la chimenea y la correspondiente eficacia del horno pueden mantenerse a un nivel según los estándares industriales modernos. Por lo tanto, está previsto que pueda conseguirse una eficacia de aproximadamente el 94% o más.

El economizador superior -8- puede omitirse, en particular si la recuperación de calor adicional no es importante o significativa. En este caso puede utilizarse un único economizador, tal como un economizador inferior -9- con derivación, en particular tal como se indica en la figura 2. En dicha realización, el medio de intercambio de calor será transportado parcialmente a través del economizador -9-, y será suministrado parcialmente al colector de vapor -12- sin ser transportado a través de un economizador. Esto da como resultado habitualmente una menor recuperación del exceso de calor del gas de combustión, pero tiene como ventaja un diseño algo más sencillo con menor coste de inversión.

Con respecto al control de la capacidad de intercambio de calor del economizador -9-, la capacidad puede ajustarse regulando el flujo del medio de intercambio de calor que es conducido al economizador -9- (mediante los conductos  $l$ ) y es conducido lejos de los economizadores (mediante los conductos  $k$ ), por ejemplo a un colector de vapor. El colector de vapor sirve como un retraso para el medio de intercambio de calor (agua hervida) que puede utilizarse para intercambiadores de líneas de transferencia, que pueden estar presentes para generar vapor saturado, y que pueden emplearse aguas abajo de la sección radiante. El flujo a través del conducto  $l$  puede regularse ventajosamente con el controlador de flujo FC1 que controla una válvula en el conducto  $l$  en base a los datos de entrada que recibe de la calculadora de la absorción de calor del precalentador de la carga -14-. Los parámetros de de entrada habituales son la temperatura de la carga de hidrocarburos vaporizada en el conducto  $e$  (cuando sale del separador -3-), el volumen de flujo de la fracción líquida en el conducto  $h$  (eliminada de la carga de hidrocarburos en el separador -3-). Datos de entrada adicionales que pueden utilizarse incluyen la capacidad del horno y la relación de vapor con respecto a petróleo.

La capacidad del economizador -8- puede regularse adecuadamente con el controlador de flujo FC2 que controla una válvula en el conducto  $l'$ . El FC2 puede regular el flujo en base a los datos de entrada que recibe del controlador de nivel del colector de vapor -13-, que habitualmente utiliza las propiedades de flujo controladas por el FC1, el nivel del colector de vapor -12- y el flujo de vapor exportado como datos de entrada.

Otro factor que puede utilizarse para controlar el procedimiento de modo que tenga una baja tendencia a causar coquización de los conductos (y mejorar de este modo la duración durante la cual el procedimiento puede continuar sin necesitar mantenimiento, que requiere la interrupción del procedimiento), es el flujo de carga que deriva el precalentador de la carga.

Este parámetro puede estar controlado en particular mediante el controlador de la capacidad del horno -11-, que puede basar su salida en una información basada en la capacidad de carga total al horno "a+a" y la capacidad de carga a través de la derivación del precalentador de la carga "a" fijada por el operador, el flujo real a través del conducto  $\alpha$ , a través del conducto  $\alpha'$ , y a través del conducto  $i$ , según se monitoriza mediante el FC3, FC4, respectivamente FC5. El controlador de la capacidad del horno -11- también puede utilizarse para controlar la carga y el vapor de dilución.

La figura 3 muestra cómo el efluente líquido desde el separador -3- puede utilizarse adicionalmente parcial o totalmente en el procedimiento (tal como se muestra en la figura 1 ó 2). Los elementos individuales en la sección de convección y los controles no se muestran. El efluente que sale del separador puede ser conducido (parcialmente) de vuelta al conducto  $a$ , que conduce al precalentador de la carga -1- (no se muestra) mediante los conductos  $h$  y  $n$ . El efluente puede mezclarse (parcialmente) con el gas producto craqueado, habitualmente aguas abajo de uno o más intercambiadores de líneas de transferencia -17-, de los cuales los conductos para el agua de la carga están habitualmente en comunicación fluida con el colector de vapor (no se muestra), mediante los conductos  $h$  y  $o$ . El efluente puede eliminarse (parcialmente) del procedimiento mediante los conductos  $h$  y  $m$ .

#### Ejemplo (experimento simulado)

Una carga de alimentación condensada de gas natural se pasa a través de una instalación tal como se muestra en la figura 2. El flujo de agua de alimentación de la caldera a través del economizador inferior -9- se modifica como un porcentaje del flujo total de agua de alimentación de la caldera a través de ambos economizadores. El efecto del flujo a través del economizador -9- se muestra en la figura 4.

La figura 4 demuestra que, en esta realización, se consigue una temperatura de separación de aproximadamente 240°C controlando el flujo a través del economizador inferior en un valor de aproximadamente el 10% del flujo total

## ES 2 371 101 T3

5 del agua de alimentación de la caldera, dando como resultado un grado de separación de líquido de aproximadamente el 0,5% en peso. Al aumentar el caudal a través del economizador inferior hasta un valor de aproximadamente el 27% del flujo total de agua de alimentación de la caldera, la absorción de calor del economizador aumenta. Como resultado, la absorción de calor del precalentador de la carga situado por encima disminuye. Como consecuencia adicional, la temperatura de separación se reduce a aproximadamente 219°C y el grado de separación del líquido aumenta hasta aproximadamente el 1,7%.

10 Este ejemplo muestra que la absorción de calor del precalentador de la carga y, de este modo, la temperatura de separación de la carga de alimentación pueden controlarse regulando la capacidad de intercambio de calor del economizador -9-. De este modo, el porcentaje de líquido puede controlarse y ajustarse según se desee. Esto permite en particular la eficaz eliminación de la cola pesada de una carga de alimentación de la parte de la carga de alimentación que se va a craquear.

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento para craquear térmicamente una carga de hidrocarburos en una instalación que comprende una sección radiante (6) y una sección de convección (7), en el que
- 5 una carga de alimentación de hidrocarburos se suministra a un precalentador de la carga (1) presente en la sección de convección (7),
- la absorción de calor del precalentador de la carga (1) se controla regulando la capacidad de intercambio de calor de un economizador (9), estando dicho economizador (9) situado en la sección de convección (7) entre el precalentador de la carga (1) y la sección radiante (6), en el que, después de salir del precalentador de la carga, la carga calentada se separa en un separador en una fracción de vapor y una fracción líquida y, como mínimo, parte de la fracción de vapor se craquea en la sección radiante, en el que la instalación comprende un controlador de la absorción de calor del precalentador de la carga, que comprende una entrada para registrar el flujo de líquido de la fracción que sale del separador y/o una entrada para registrar la temperatura del vapor que sale del separador, y que comprende una salida para regular el flujo y/o la temperatura del medio de intercambio de calor del economizador.
- 10
- 15
2. Procedimiento, según la reivindicación 1, en el que un primer economizador (8) y un segundo economizador (9) están presentes en la instalación en la que la carga de hidrocarburos se craquea, estando el primer economizador (8) situado en la sección de convección entre la salida del gas de combustión de la sección de convección y el precalentador de la carga (1), el segundo economizador (9), que es el economizador definido en la reivindicación (1), situado en la sección de convección (7) entre el precalentador de la carga (1) y la sección radiante (6).
- 20
3. Procedimiento, según la reivindicación 1, en el que el economizador (9) en la instalación en la que la carga de hidrocarburos se craquea está en comunicación fluida con una derivación (x').
- 25
4. Procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la absorción de calor del precalentador de la carga se controla regulando los flujos de los medios de intercambio de calor que fluyen a través del economizador (9).
- 30
5. Procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la carga calentada en el precalentador se mezcla con un gas diluyente antes de la separación.
- 35
6. Procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la fracción de vapor se craquea sin haberla diluido adicionalmente con gas de dilución después de haberla separado de la fracción de alto punto de ebullición.
7. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la carga se separa en la fracción líquida y la fracción de vapor a una temperatura en el intervalo de 190 a 260°C.
- 40
8. Procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la carga comprende una cola pesada, formando dicha cola pesada preferentemente hasta el 10% en peso de la carga
- 45
9. Procedimiento, según la reivindicación 8, en el que la cola pesada forma hasta el 1% en peso de la carga, preferentemente hasta el 0,2% en peso de la carga.
10. Procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la carga tiene las siguientes características: hasta el 70% en peso se vaporiza a 170°C, hasta el 80% se vaporiza a 200°C, hasta el 90% en peso se vaporiza a 250°C, hasta el 95% en peso se vaporiza a 350°C y/o hasta el 99,9% en peso se vaporiza a 700°C, según lo determinado mediante ASTM D-2887.
- 50
11. Procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la temperatura del gas de combustión en la salida de la sección de convección se mantiene a una temperatura en el intervalo de hasta 150°C, preferentemente a una temperatura en el intervalo de 90°C a 130°C.
- 55
12. Procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo dicho procedimiento diluir la carga de alimentación con un gas diluyente, antes del craqueo, y en el que la relación de carga de alimentación con respecto a gas diluyente se mantiene esencialmente constante.
- 60
13. Instalación para craquear una carga de alimentación de hidrocarburos que comprende una sección radiante y una sección de convección, que comprende
- 65
- un precalentador de la carga, presente en la sección de convección, para calentar una carga de alimentación de hidrocarburos que se va a craquear,
  - un separador para separar una sección de vapor de la carga de alimentación de una fracción líquida de la carga

## ES 2 371 101 T3

de alimentación, estando el separador provisto aguas abajo de la salida de la carga del precalentador y aguas arriba de la sección radiante,

5 - un economizador, situado en la sección de convección entre el precalentador de la carga y la sección radiante, economizador cuya capacidad de intercambio de calor es controlable mediante un controlador para regular la capacidad de intercambio de calor del economizador,

- y un conducto para suministrar la fracción de vapor a la sección radiante para craquear la carga calentada,

10 en la que instalación comprende un controlador de la absorción de calor del precalentador de la carga, que comprende una entrada para registrar el flujo de líquido de la fracción que sale del separador y/o una entrada para registrar la temperatura de la fracción de vapor que sale del separador, y una salida para regular el flujo y/o la temperatura del medio de intercambio de calor del economizador.

15 14. Instalación para craquear una carga de alimentación de hidrocarburos según la reivindicación 13, que comprende una sección radiante y una sección de convección, en el que en la sección de convección

- un precalentador de la carga está presente para calentar una carga de alimentación de hidrocarburos que se va a craquear,

20 - estando el precalentador de la carga situado entre un primer y un segundo economizador, estando el primer economizador situado en la sección de convección entre la salida del gas de combustión y el precalentador de la carga, estando el segundo economizador situado en la sección de convección entre el precalentador de la carga y la sección radiante;

25 - y un conducto para suministrar la carga calentada a la sección radiante para craquear la carga calentada.

15. Instalación, según la reivindicación 13 ó 14, en la que el economizador situado entre el precalentador de la carga y la sección radiante está en comunicación fluida en paralelo con una derivación.

30 16. Instalación, según cualquiera de las reivindicaciones 13-15, en la que la instalación está provista de un mezclador para mezclar la carga de hidrocarburos con un gas de dilución, aguas arriba del separador.

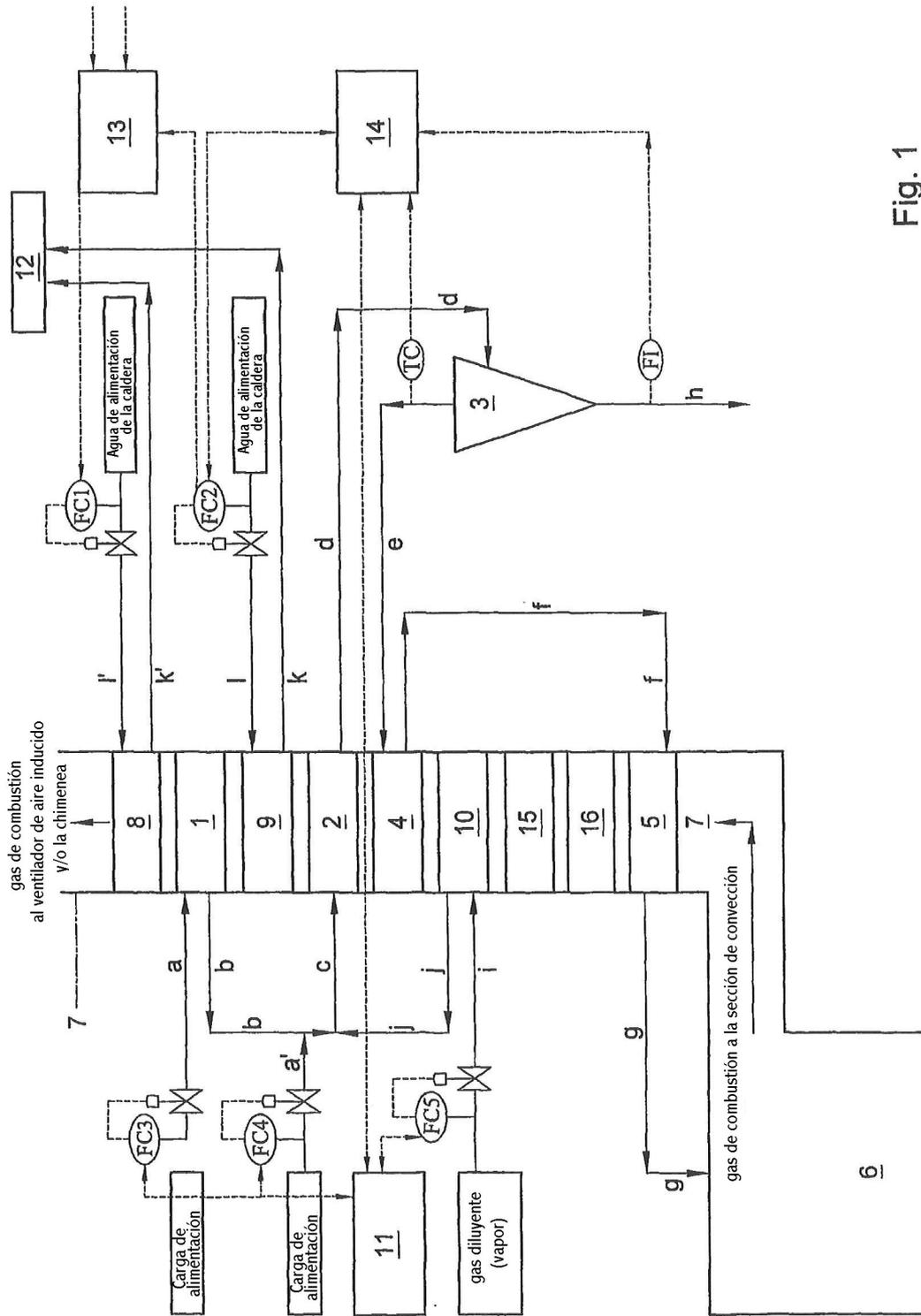


Fig. 1

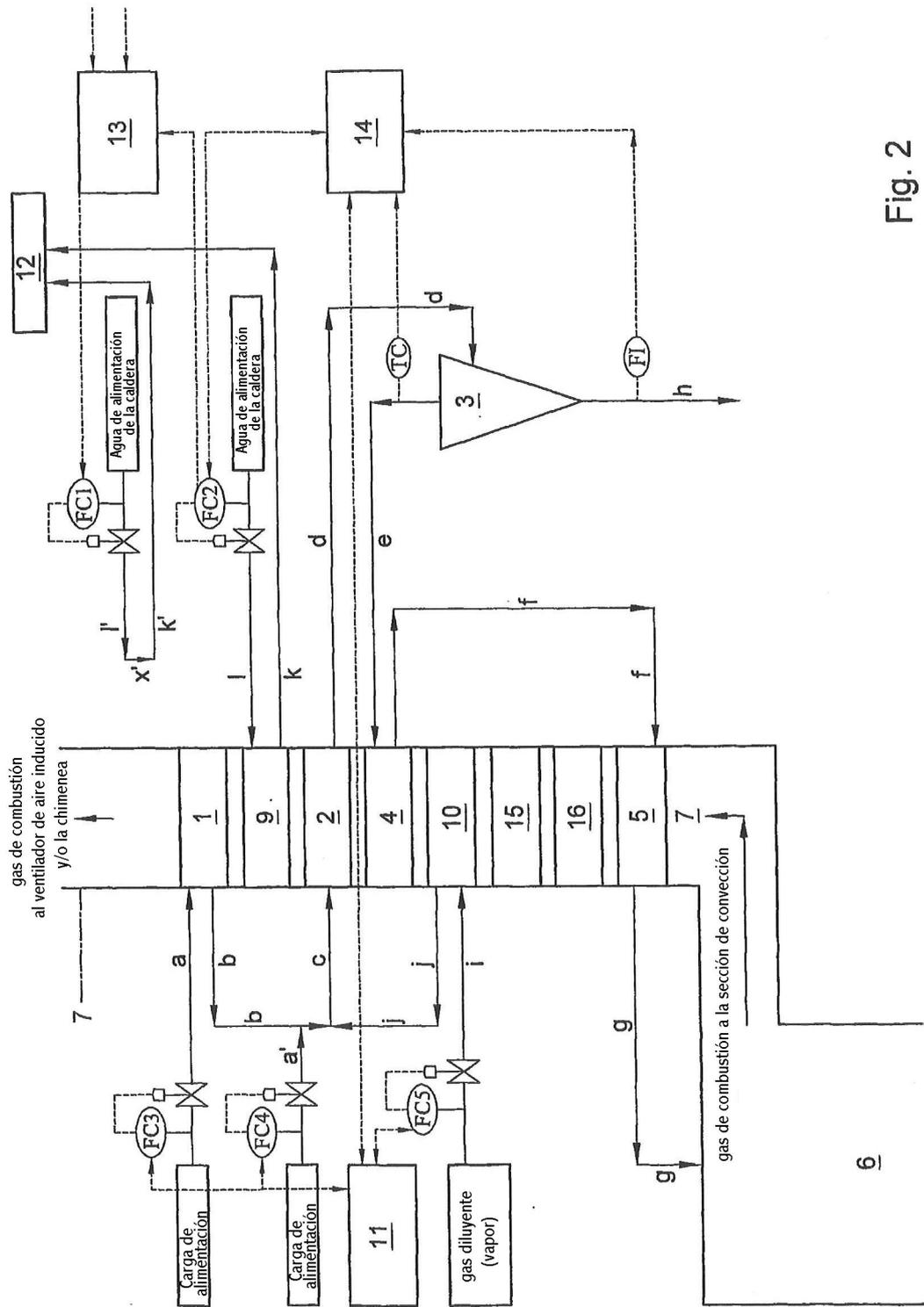


Fig. 2

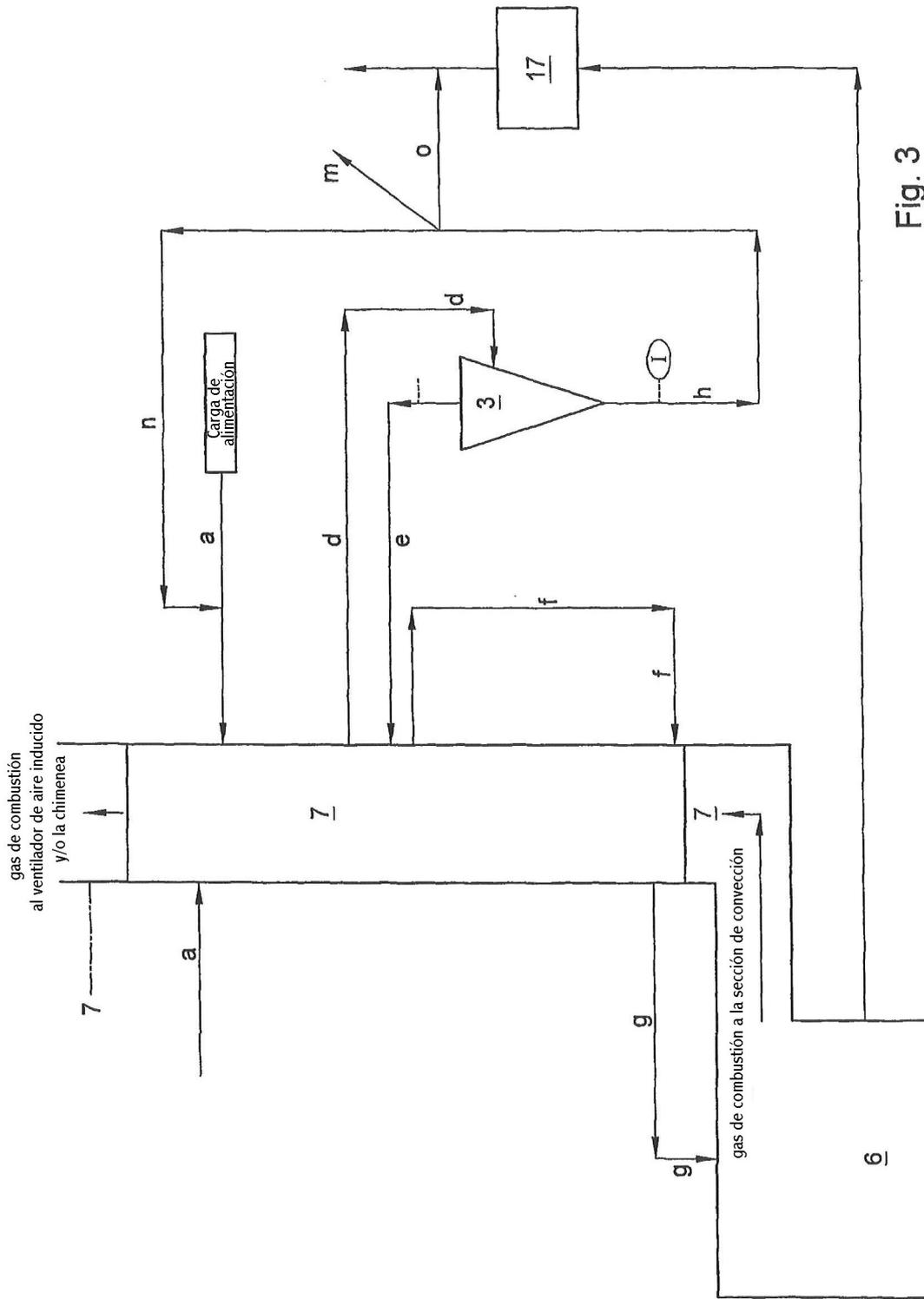


Fig. 3

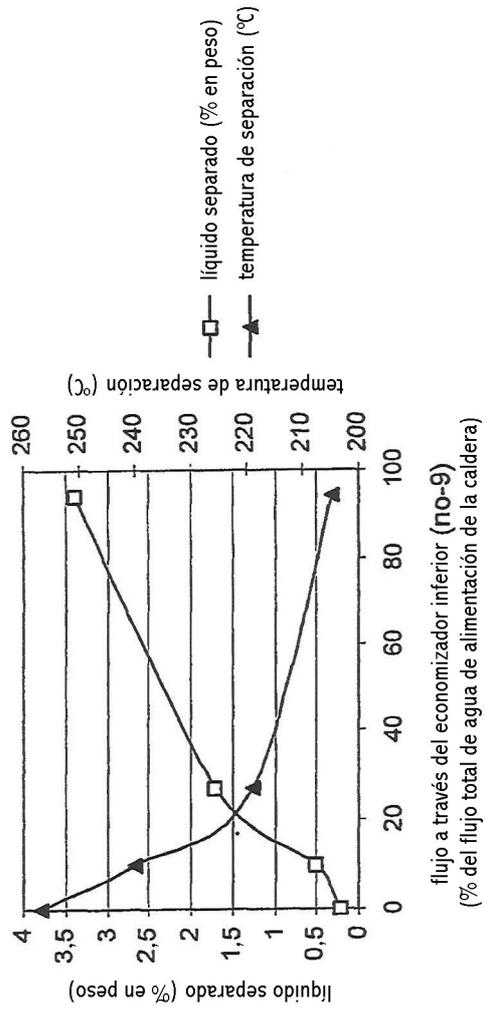


Fig. 4