

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **3 014 249**

(51) Int. Cl.:

C01B 3/38 (2006.01)
C10G 2/00 (2006.01)
B01J 23/46 (2006.01)
C10K 3/02 (2006.01)
C01B 3/16 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- (86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.03.2019 PCT/FI2019/050204**
(87) Fecha y número de publicación internacional: **19.09.2019 WO19175476**
(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.03.2019 E 19767777 (6)**
(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.03.2025 EP 3765404**

(54) Título: **Procedimiento para producir monóxido de carbono**

(30) Prioridad:

13.03.2018 FI 20185232

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
21.04.2025

(73) Titular/es:

**TEKNOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS VTT OY (100.00%)
Tekniikantie 21
02150 Espoo, FI**

(72) Inventor/es:

**KAISALO, NOORA;
SIMELL, PEKKA;
FRILUND, CHRISTIAN;
VIDAL VAZQUEZ, FRANCISCO y
HANNULA, ILKKA**

(74) Agente/Representante:

DURAN-CORRETJER, S.L.P

ES 3 014 249 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 producir monóxido de carbono

5 SECTOR

La presente solicitud se refiere a un procedimiento definido en la reivindicación 1 para producir monóxido de carbono. Además, la presente solicitud se refiere a una utilización del procedimiento definido en la reivindicación 9.

10 ESTADO DE LA TÉCNICA ANTERIOR

La producción de hidrocarburos mediante una síntesis de Fischer-Tropsch es conocida en el estado de la técnica. La síntesis de Fischer-Tropsch requiere una mezcla de H₂ y CO como alimentación.

15 Además, se conoce a partir de la técnica anterior que el dióxido de carbono se puede convertir en monóxido de carbono mediante la reacción RWGS (*reverse water gas shift*, reacción inversa del desplazamiento del gas de agua).

20 La Patente US2011/240924 da a conocer un procedimiento de funcionamiento de un sistema de oxidación por membrana de transporte iónico multietapa. La Patente US 5500449 da a conocer un proceso para producir una cera en la reacción de Fischer-Tropsch. La Patente US 6492290 da a conocer un proceso para la producción de un gas de síntesis. La Patente WO 2007/114250 da a conocer un sistema de síntesis de un combustible líquido.

25 OBJETIVO

El objetivo es dar a conocer un nuevo tipo de procedimiento para producir monóxido de carbono a partir de dióxido de carbono. Además, el objetivo es dar a conocer un nuevo tipo de procedimiento para tratar 30 corrientes de dióxido de carbono. Además, el objetivo es mejorar una síntesis de Fischer-Tropsch.

CARACTERÍSTICAS

El procedimiento y su utilización se caracterizan por lo expuesto en las reivindicaciones.

35 DESCRIPCIÓN BREVE DE LOS DIBUJOS

Los dibujos adjuntos, que se incluyen para proporcionar una mejor comprensión de la presente invención y constituyen una parte de la presente memoria descriptiva, ilustran algunas realizaciones de la presente 40 invención y, junto con la descripción, ayudan a explicar los principios de la presente invención. En los dibujos:

la figura 1 es una ilustración de un diagrama de flujo de un proceso y
la figura 2 es una ilustración de un diagrama de flujo de un proceso según una realización.

45 DESCRIPCION DETALLADA

En un procedimiento para producir monóxido de carbono (CO), en el que el monóxido de carbono se forma a partir de una alimentación gaseosa (1) que comprende, como mínimo, dióxido de carbono, el procedimiento comprende suministrar oxígeno (2) a una corriente de dióxido de carbono (3) para formar una mezcla a base de dióxido de carbono (4), suministrar la mezcla a base de dióxido de carbono (4) a una corriente a base de hidrógeno (5) para formar la alimentación gaseosa (1), suministrar una corriente que contiene hidrocarburos (6) a la corriente a base de hidrógeno (5) antes del suministro de la mezcla a base de dióxido 50 de carbono (4), alimentar la alimentación gaseosa a un reactor (7) que comprende, como mínimo, un catalizador, tratar la alimentación gaseosa por medio de una oxidación parcial en el reactor (7), de modo que el dióxido de carbono reaccione con el hidrógeno en el reactor en presencia de oxígeno y se forme calor 55 durante la reacción, y recuperar una composición de producto (8) que comprende, como mínimo, monóxido de carbono e hidrógeno del reactor (7). El dióxido de carbono se convierte en monóxido de carbono durante la reacción en el reactor (7).

60 Un aparato para producir monóxido de carbono comprende dispositivos de alimentación para suministrar oxígeno (2) a una corriente de dióxido de carbono (3) para formar una mezcla a base de dióxido de carbono (4), para suministrar la mezcla a base de dióxido de carbono (4) a una corriente a base de hidrógeno (5) para formar la alimentación gaseosa (1) y para suministrar una corriente que contiene hidrocarburos (6) a la corriente a base de hidrógeno (5) antes del suministro de la mezcla a base de dióxido 65 de carbono (4) y para alimentar la alimentación gaseosa (1) dentro de un reactor (7), como mínimo, un reactor (7) que comprende, como mínimo, un catalizador y al que se suministra la alimentación gaseosa (1) y

en el que la alimentación gaseosa se trata por medio de una oxidación parcial, de modo que el dióxido de carbono reaccione con hidrógeno en el reactor en presencia de oxígeno y se forme calor durante la reacción y, como mínimo, un dispositivo de recuperación para recuperar una composición de producto (8) que comprende, como mínimo, monóxido de carbono e hidrógeno del reactor (7).

5 En la figura 1 se muestran un procedimiento y un aparato. En la figura 2 se muestran otro procedimiento y otro aparato.

10 La alimentación del reactor (7) está en forma gaseosa. La alimentación gaseosa (1) comprende, como mínimo, dióxido de carbono, oxígeno, hidrógeno e hidrocarburos. La alimentación gaseosa (1) puede contener también otros compuestos. En este contexto, la alimentación gaseosa (1) significa cualquier alimentación al reactor (7) en la que se lleva a cabo una oxidación parcial y el dióxido de carbono se convierte en monóxido de carbono. La alimentación gaseosa (1) se suministra a un lecho del catalizador del reactor (7). En una realización, la alimentación gaseosa se trata antes del suministro al reactor.

15 15 En este contexto, la corriente que contiene hidrocarburos (6) significa cualquier corriente que comprende, como mínimo, hidrocarburos. En una realización, la corriente que contiene hidrocarburos (6) comprende hidrocarburos ligeros, preferentemente, hidrocarburos C1-C6. En una realización, la corriente que contiene hidrocarburos (6) comprende hidrocarburos que son hidrocarburos C1-C30. En una realización, la corriente que contiene hidrocarburos (6) comprende hidrocarburos y, además, hidrógeno, monóxido de carbono y/o dióxido de carbono.

20 25 La alimentación gaseosa (1) comprende dióxido de carbono, es decir, corriente de dióxido de carbono (3). En este contexto, la corriente de dióxido de carbono (3) significa cualquier corriente de dióxido de carbono o corriente a base de dióxido de carbono. En una realización, la corriente de dióxido de carbono (3) contiene, como mínimo, dióxido de carbono y puede contener también una pequeña cantidad de hidrocarburos.

30 30 La alimentación gaseosa (1) comprende oxígeno (2). En una realización, una cantidad de oxígeno (2) que se suministra a la corriente de dióxido de carbono (3) se basa en las condiciones del proceso y/o en una distribución de productos deseada.

35 En este contexto, la corriente a base de hidrógeno (5) significa cualquier corriente que comprende hidrógeno. Preferentemente, la corriente a base de hidrógeno comprende principalmente hidrógeno, es decir, consiste principalmente en hidrógeno.

40 45 En una realización, la corriente que contiene hidrocarburos (6) se mezcla con la corriente a base de hidrógeno (5) y a esta corriente se le añade la mezcla a base de dióxido de carbono (4) para formar la alimentación gaseosa (1). La alimentación gaseosa (1) total se alimenta al reactor (7).

45 50 La alimentación gaseosa (1) se alimenta con velocidad elevada al reactor (7), tal como a un lecho del catalizador del reactor (7), de modo que la velocidad de la alimentación gaseosa, es decir, la corriente de gas, sea $\geq 0,5 \text{ m/s}$. En una realización, la velocidad de la corriente de gas es de 1 m/s , aproximadamente. En una realización, la velocidad de la corriente de gas es superior a 1 m/s . De este modo, se evitan los puntos calientes en la alimentación del reactor y en el reactor. Además, es importante alimentar el oxígeno junto con el dióxido de carbono.

55 60 En una realización, el reactor (7) es un reactor de tubo o reactor tubular. El reactor es un reactor de oxidación parcial en el que se lleva a cabo la oxidación parcial. El reactor puede ser un reactor de oxidación parcial catalítica (CPOX, *catalytic partial oxidation*). Preferentemente, el dióxido de carbono se convierte en monóxido de carbono en el reactor. El reactor puede ser un reactor CPOX en el que se lleva a cabo también la reacción RWGS (reacción inversa de desplazamiento de gas de agua). En una realización, se forma gas de síntesis rico en hidrógeno en el reactor, tal como en el reactor CPOX. El reactor (7) puede estar rodeado por una cubierta aislante, preferentemente, para mantener el calor en el reactor.

65 70 En una realización, la temperatura de tratamiento en el reactor (7) es de $800 - 1.500 \text{ }^{\circ}\text{C}$. En una realización, la temperatura de tratamiento es, preferentemente, superior a $800 \text{ }^{\circ}\text{C}$. En una realización, la temperatura de tratamiento es de $800 - 1.000 \text{ }^{\circ}\text{C}$ y, en una realización, de $800 - 950 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Preferentemente, el calor se forma durante la reacción de oxidación parcial en el reactor (7). En una realización, la reacción se inicia mediante calentamiento, por ejemplo, por medio de un dispositivo de calor externo, en el reactor (7).

70 75 En una realización, la presión en el reactor (7) es de $15 - 30 \text{ bar}$ y, en una realización, de $17 - 25 \text{ bar}$. En una realización, la presión es, preferentemente, de 20 bar , aproximadamente.

75 80 En una realización, el catalizador comprende, como mínimo, un agente catalizador sobre un material portador, y el agente catalizador se selecciona entre un metal del grupo de los metales nobles, por ejemplo, Rh, y/o un grupo de metales de transición, por ejemplo, Fe, Co, Ni. En una realización, el material portador

- 5 puede ser cualquier material portador adecuado, por ejemplo, material portador a base de Al_2O_3 o ZrO_2 u otro material portador adecuado que resista temperaturas elevadas. En una realización, el catalizador es un catalizador de $\text{Rh}/\text{Al}_2\text{O}_3$. En una realización, el catalizador es un catalizador de $\text{NiRh}/\text{Al}_2\text{O}_3$. En una realización, el catalizador es un catalizador de $\text{Ni}/\text{Al}_2\text{O}_3$. En una realización, el catalizador se selecciona entre el catalizador de $\text{Rh}/\text{Al}_2\text{O}_3$, el catalizador de $\text{NiRh}/\text{Al}_2\text{O}_3$ y el catalizador de $\text{Ni}/\text{Al}_2\text{O}_3$. De manera alternativa, se puede utilizar otro catalizador adecuado. En una realización, el catalizador está dispuesto como un revestimiento sobre un sustrato, por ejemplo, tal como un revestimiento por inmersión, sobre una superficie metálica, tal como un monolito metálico, o una superficie cerámica, tal como un monolito cerámico.
- 10 La oxidación parcial se lleva a cabo en el reactor (7). Preferentemente, la oxidación parcial es una reacción exotérmica. Se forma monóxido de carbono a partir del dióxido de carbono en el reactor (7). En una realización, se lleva a cabo también una reacción inversa de desplazamiento de gas de agua (RWGS) en el reactor para convertir dióxido de carbono en monóxido de carbono. La reacción inversa de desplazamiento de gas de agua (RWGS) es una reacción endotérmica. Preferentemente, la reacción de oxidación parcial aporta el calor necesario para la reacción en la que el dióxido de carbono se convierte en monóxido de carbono. Preferentemente, la presente invención se basa en la combinación de la reacción de oxidación parcial y la reacción para convertir dióxido de carbono en monóxido de carbono. En una realización, la presente invención se basa en un reactor combinado de CPOX y RWGS.
- 15 20 En este contexto, la composición de producto (8) significa cualquier producto del reactor (7). La composición de producto comprende uno o más componentes de producto, por ejemplo, monóxido de carbono, hidrógeno, agua y/u otros componentes. La composición de producto contiene, como mínimo, monóxido de carbono e hidrógeno. En una realización, la composición de producto también contiene agua. La composición de producto también puede contener otros componentes. En una realización, la composición de producto consiste principalmente en monóxido de carbono e hidrógeno. En una realización, la composición de producto se puede tratar posteriormente después del reactor (7). La composición de producto se suministra a un proceso de tratamiento deseado, a un proceso Fischer-Tropsch. La composición de producto es un gas de síntesis que puede suministrarse al proceso Fischer-Tropsch (FT). En una realización, el agua se puede eliminar de la composición de producto después del reactor (7).
- 25 30 En una realización, la distribución de productos de la composición de producto (8) se ajusta mediante los componentes en la alimentación gaseosa (1) y las cantidades de dichos componentes. En una realización, la distribución de productos se ajusta en función de una síntesis después del reactor (7), por ejemplo, para ajustar la alimentación adecuada a la síntesis o para ajustar la proporción H_2/CO .
- 35 40 En una realización, la composición de producto (8) se enfriá despues del reactor (7). En una realización, la composición de producto (8) se enfriá hasta una temperatura de 4 - 300 °C y, en una realización, hasta 250 °C, aproximadamente. En una realización, el agua de la composición de producto (8) se puede condensar en un condensador.
- 45 Un aparato comprende, como mínimo, un reactor de Fischer-Tropsch (9), es decir, un reactor de FT (9), dentro del que se suministra la composición de producto (8). En el aparato, se puede utilizar cualquier reactor de Fischer-Tropsch (FT) adecuado conocido en sí mismo como reactor de Fischer-Tropsch.
- 50 55 La composición de producto (8) se suministra como alimentación a una etapa de Fischer-Tropsch, tal como, a un reactor de Fischer-Tropsch (9). El monóxido de carbono y el hidrógeno se suministran desde el reactor (7) al reactor de Fischer-Tropsch (9). En una realización, la composición de producto (8) se puede tratar antes del suministro al reactor de Fischer-Tropsch (9).
- Preferentemente, la reacción de Fischer-Tropsch (FT) es una reacción exotérmica en la que el monóxido de carbono reacciona con hidrógeno. En una realización, se forman hidrocarburos ricos en parafina que se pueden considerar hidrocarburos pesados a partir del monóxido de carbono y el hidrógeno en la reacción de Fischer-Tropsch (FT). En una realización, la reacción de Fischer-Tropsch se lleva a cabo por medio de un catalizador a base de Co o un catalizador a base de Fe en el reactor de Fischer-Tropsch (FT) (9). De manera alternativa, la reacción de FT se puede realizar con otro catalizador adecuado.
- 60 65 En una realización, la reacción de Fischer-Tropsch se lleva a cabo a una temperatura de 150 - 350 °C, en una realización, de 200 - 300 °C. En una realización, durante la reacción de FT, la presión es de 15 - 25 bar, en una realización, es de 20 bar, aproximadamente. En una realización, la reacción de Fischer-Tropsch tiene lugar a una presión de 20 bar, aproximadamente, y a 200 - 300 °C, aproximadamente.
- En una realización, el producto (10) de la etapa de Fischer-Tropsch (FT) es una mezcla de hidrocarburos. En una realización, el producto de la FT comprende, como mínimo, hidrocarburos, por ejemplo,

hidrocarburos C5 - C60. En una realización, el producto de la FT comprende componentes deseados, tales como componentes de aceite y cera, y componentes no deseados, tales como agua, hidrocarburos ligeros, componentes de la alimentación sin reaccionar y/o componentes no condensables o sus combinaciones. En una realización, los componentes no condensables se descargan como una corriente de gas de escape (11) desde la etapa de FT, por ejemplo, desde el reactor de FT. En una realización, el producto de la FT comprende también otros compuestos orgánicos.

En una realización, se puede ajustar la proporción H₂/CO en la reacción de FT por medio de una cantidad de alimentación de hidrógeno al reactor de FT y/o por medio de los componentes y la cantidad de los componentes en la alimentación gaseosa al reactor de oxidación parcial.

La corriente de gas de escape (11) que comprende, como mínimo, hidrocarburos de la etapa de FT o del reactor de FT (9) se recicla y se utiliza como la corriente que contiene hidrocarburos (6) en la alimentación del reactor de oxidación parcial (7). En este contexto, la corriente de gas de escape significa cualquier gas de escape o gas de cola u otro gas no deseado de la etapa de FT o del reactor de FT. Preferentemente, la corriente de gas de escape comprende componentes no deseados, tales como hidrocarburos ligeros, componentes de alimentación sin reaccionar, componentes no condensables o sus combinaciones, del producto del proceso FT. Además, la corriente de gas de escape puede comprender agua. En una realización, la corriente de gas de escape comprende hidrocarburos ligeros, preferentemente hidrocarburos C1-C6. En una realización, la corriente de gas de escape comprende hidrocarburos y, además, hidrógeno, monóxido de carbono y/o dióxido de carbono.

Un aparato comprende, como mínimo, un dispositivo de recirculación para reciclar la corriente de gas de escape (11) que comprende, como mínimo, hidrocarburos de la etapa de Fischer-Tropsch y para utilizar la corriente de gas de escape como la corriente que contiene hidrocarburos (6).

La corriente de gas de escape (11) del reactor de FT (9) se recicla y se utiliza como la corriente que contiene hidrocarburos (6) en la alimentación del reactor de oxidación parcial (7), tal como el reactor de oxidación parcial catalítica (CPOX), y la composición de producto (8) del reactor de oxidación parcial (7) se suministra al reactor de FT (9). A continuación, los gases de escape del reactor de FT se pueden recircular al reactor de oxidación parcial, en el que los gases de escape se pueden procesar para obtener gas de síntesis, tal como monóxido de carbono. En una realización, el reactor de oxidación parcial (7), tal como el reactor CPOX, se hace funcionar a la misma presión que el reactor de FT (9), en la que la recirculación de gases de escape se puede utilizar mejor.

En una realización, el procedimiento comprende más de una etapa de oxidación parcial. Un aparato comprende más de un reactor de oxidación parcial (7). En una realización, el procedimiento comprende una etapa de oxidación parcial. Un aparato comprende un reactor de oxidación parcial (7).

Como mínimo, dos reactores (7) pueden estar dispuestos en paralelo. Como mínimo, dos reactores (7) pueden estar dispuestos de manera secuencial.

En una realización, el procedimiento comprende más de una etapa del proceso Fischer-Tropsch. El aparato puede comprender más de un reactor de FT (9). En una realización, el procedimiento comprende una etapa del proceso Fischer-Tropsch. El aparato comprende un reactor de FT (9). Como mínimo, dos reactores (9) pueden estar dispuestos en paralelo. Como mínimo, dos reactores (9) pueden estar dispuestos de manera secuencial.

El aparato puede comprender, como mínimo, una salida para descargar la composición de producto (8) fuera del reactor (7).

El aparato puede comprender, como mínimo, una entrada de alimentación para suministrar la alimentación gaseosa (1) al reactor (7).

El aparato puede comprender, como mínimo, una salida del reactor de FT para descargar el producto (10) del reactor de FT (9) fuera del reactor de FT (9).

El aparato puede comprender, como mínimo, una entrada de alimentación del reactor de FT para suministrar la composición de producto (8) del reactor (7) dentro del reactor de FT (9).

La entrada de alimentación puede ser cualquier entrada adecuada conocida por sí misma, por ejemplo, una tubería, un puerto o similar. La salida del producto puede ser cualquier salida adecuada conocida por sí misma, por ejemplo, una tubería, un puerto de salida o similar.

Preferentemente, el aparato comprende, como mínimo, un dispositivo de alimentación. En este contexto, el dispositivo de alimentación puede ser cualquier dispositivo de alimentación, equipo u otro dispositivo

adecuado. El dispositivo de alimentación se selecciona entre el grupo que comprende bomba, compresor, tubo, tubería, otro dispositivo de alimentación adecuado y sus combinaciones.

5 En una realización, el procedimiento se basa en un proceso continuo. El aparato puede ser un aparato continuo. En una realización, el procedimiento se basa en un proceso por lotes. El aparato puede ser un aparato por lotes.

10 En una realización, el procedimiento se utiliza en una producción de hidrocarburos, un proceso Fischer-Tropsch (FT), un tratamiento de dióxido de carbono, un proceso de captura de dióxido de carbono, un proceso de oxidación parcial catalítica (CPOX), un proceso de metanización, una producción de metanol o sus combinaciones.

15 Gracias a la presente invención, la alimentación a base de dióxido de carbono se puede tratar y convertir de forma fácil y eficaz. La oxidación parcial también aporta el calor necesario para la reacción en la que el dióxido de carbono se convierte en monóxido de carbono. Cuando se introduce oxígeno en la corriente de dióxido de carbono, se puede evitar la reacción del oxígeno y la combustión, de manera que las reacciones no se produzcan demasiado rápidamente. De este modo, se puede garantizar que las reacciones se produzcan con el catalizador en el reactor, no antes del catalizador. Es deseable que el oxígeno no reaccione hasta que esté en conexión con el catalizador en el reactor. Por medio de la presente invención, el dióxido de carbono se puede utilizar como alimentación para un proceso FT. Además, los productos no condensables, tales como los gases de escape, del proceso FT, se pueden utilizar y recircular al proceso de oxidación parcial. Por medio de dicha recirculación, se puede mejorar el rendimiento de aceites y ceras en el proceso FT. Además, la presente invención ayuda a controlar la formación de carbono o coque mediante la utilización de oxígeno para oxidar parcialmente los hidrocarburos.

20 25 30 El procedimiento ofrece la posibilidad de tratar el dióxido de carbono y el monóxido de carbono de forma sencilla y de forma eficaz tanto en costes como energéticamente. La presente invención da a conocer una forma industrialmente aplicable, sencilla y asequible para producir monóxido de carbono y, además, para producir hidrocarburos deseados mediante la reacción de FT. El procedimiento es fácil y sencillo de implementar en relación con los procesos de producción.

EJEMPLOS

Ejemplo 1 (no según la presente invención)

35 La figura 1 presenta el procedimiento y también el aparato para producir monóxido de carbono (CO) a partir de dióxido de carbono (CO_2).
40 El monóxido de carbono se forma a partir de una alimentación gaseosa (1) que comprende, como mínimo, dióxido de carbono. Se suministra oxígeno (2) a una corriente de dióxido de carbono (3) para formar una mezcla a base de dióxido de carbono (4). La mezcla a base de dióxido de carbono (4) se suministra a una corriente a base de hidrógeno (5) para formar la alimentación gaseosa (1). Se suministra una corriente que contiene hidrocarburos (6) a la corriente a base de hidrógeno (5) antes del suministro de la mezcla a base de dióxido de carbono (4) a la corriente a base de hidrógeno. La alimentación gaseosa (1) se introduce en un reactor (7) que comprende, como mínimo, un catalizador. La alimentación gaseosa se trata mediante una reacción de oxidación parcial en el reactor (7) con el catalizador, de modo que el dióxido de carbono reaccione con el hidrógeno en el reactor en presencia de oxígeno y se forme calor durante la reacción. De manera simultánea, el dióxido de carbono se convierte en monóxido de carbono en el reactor. La composición de producto (8) que comprende, como mínimo, monóxido de carbono e hidrógeno se descarga 45 50 desde el reactor (7) y se recupera.

Ejemplo 2 (según la presente invención)

55 La figura 2 presenta el procedimiento y también un aparato para producir monóxido de carbono (CO) a partir de dióxido de carbono (CO_2) e hidrocarburos a partir del monóxido de carbono.

El monóxido de carbono se forma a partir de una alimentación gaseosa (1) que comprende, como mínimo, dióxido de carbono. El oxígeno (2) se suministra a una corriente de dióxido de carbono (3) para formar una mezcla a base de dióxido de carbono (4). La mezcla a base de dióxido de carbono (4) se suministra a una corriente a base de hidrógeno (5) para formar la alimentación gaseosa (1). Una corriente que contiene hidrocarburos (6) se suministra a la corriente a base de hidrógeno (5) antes del suministro de la mezcla a base de dióxido de carbono (4). La alimentación gaseosa (1) se alimenta a un reactor de oxidación parcial (7), tal como un reactor de oxidación parcial catalítica (CPOX), que comprende, como mínimo, un catalizador que puede ser un catalizador de $\text{Rh}/\text{Al}_2\text{O}_3$ u otro catalizador adecuado. Preferentemente, el $\text{Rh}/\text{Al}_2\text{O}_3$ se ha revestido por inmersión sobre un monolito metálico. La alimentación gaseosa (1) se alimenta con velocidad elevada al lecho de catalizador del reactor (7), de manera que la velocidad de la corriente de gas sea de 1

5 m/s, aproximadamente, o superior a 1 m/s. El reactor (7) es un reactor tubular que está rodeado por una cubierta aislante. La alimentación gaseosa se trata mediante una reacción de oxidación parcial en el reactor (7) con el catalizador, de modo que el dióxido de carbono reaccione con el hidrógeno en el reactor en presencia de oxígeno y se forme calor durante la reacción. De manera simultánea, el dióxido de carbono se convierte en monóxido de carbono en el reactor. En el reactor (7), la temperatura es, preferentemente, de 800 - 950 °C y la presión es de 20 bar, aproximadamente. La composición de producto (8) que comprende, como mínimo, monóxido de carbono e hidrógeno se descarga del reactor (7) y se recupera.

10 15 La composición de producto (8) se suministra como alimentación a un reactor de Fischer-Tropsch (FT) (9). La composición de producto se puede enfriar y se puede eliminar el agua de la composición de producto antes del reactor de FT, por ejemplo, mediante un condensador a una presión de 20 bar, aproximadamente. La temperatura es de 200 - 300 °C después del enfriamiento. La reacción Fischer-Tropsch (FT) es una reacción exotérmica en la que el monóxido de carbono reacciona con hidrógeno y se pueden formar hidrocarburos ricos en parafina. En el reactor de FT (9), la temperatura es, preferentemente, de 200 - 300 °C y la presión es de 20 bar, aproximadamente.

20 25 Un producto (10) del reactor de FT (9) es una mezcla de hidrocarburos que comprende hidrocarburos C5 - C60. El producto de FT comprende componentes deseados, tales como componentes de aceite y cera, y componentes no deseados, tales como hidrocarburos ligeros, componentes de alimentación sin reaccionar y/o componentes no condensables o sus combinaciones. Una corriente de gas de escape (11) que comprende componentes no deseados del reactor FT (9) se recicla y se utiliza como la corriente que contiene hidrocarburos (6) en la alimentación del reactor de oxidación parcial (7). La corriente de gas de escape (11) comprende, como mínimo, hidrocarburos, y puede comprender, como mínimo, hidrocarburos ligeros, preferentemente hidrocarburos C1-C6.

30 35 40 La presión en el reactor de oxidación parcial (7) es la misma que la presión en el reactor de FT (9). De este modo, los gases de escape del reactor de FT se pueden recircular al reactor de oxidación parcial en el que los gases de escape se pueden procesar para obtener monóxido de carbono.

30 Ejemplo 3 (no según la presente invención)

Se estudió la reacción de RWGS en un proceso a escala piloto con 37 l/min. Un reactor del proceso a escala piloto correspondió al reactor (7) de la figura 1. La alimentación gaseosa se suministró al reactor. La composición de equilibrio se consiguió en un intervalo de temperatura de 800 a 850 °C con una velocidad de flujo lineal de 1 m/s utilizando un catalizador de Rh/Al₂O₃. Los resultados se presentan en la tabla 1.

Tabla 1

V _{tot} (entrada)	36,5	l _n /min
V _{tot} (salida)	25,1	l _n /min
p	8,2	bar
T _{cat}	822	°C
	% vol. en la entrada	% vol. en la salida
H ₂	65,3	62,7
N ₂	5,0	7,3
CO	0,0	20,3
CO ₂	21,5	8,2
CH ₄	3,0	1,5
O ₂	5,1	0,0
Total	100,0	100,0

40 Los dispositivos y equipos del proceso utilizados en estos ejemplos son conocidos por sí mismos en la técnica, y, por lo tanto, no se describen con más detalle en este contexto.

El procedimiento y el aparato son adecuados en diferentes realizaciones para tratar dióxido de carbono y para formar monóxido de carbono a partir de diferentes tipos de alimentaciones.

45 La presente invención no se limita únicamente a los ejemplos mencionados anteriormente, sino que son posibles muchas variaciones dentro del alcance definido por las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para producir monóxido de carbono, en el que el monóxido de carbono se forma a partir de una alimentación gaseosa (1) que comprende, como mínimo, dióxido de carbono, **caracterizado por que** el procedimiento comprende las etapas de

5 - suministrar oxígeno (2) a una corriente de dióxido de carbono (3) para formar una mezcla a base de dióxido de carbono (4),

10 - proporcionar una corriente a base de hidrógeno (5) compuesta principalmente por hidrógeno,

 - suministrar una corriente que contiene hidrocarburos (6) a la corriente a base de hidrógeno (5),

15 - suministrar la mezcla a base de dióxido de carbono (4) a la corriente a base de hidrógeno (5) para formar la alimentación gaseosa (1), y suministrar la corriente que contiene hidrocarburos (6) a la corriente a base de hidrógeno (5), antes del suministro de la mezcla a base de dióxido de carbono (4),

20 - alimentar la alimentación gaseosa (1) en un reactor (7) que comprende, como mínimo, un catalizador, y alimentar al reactor la alimentación gaseosa con una velocidad de la corriente del gas que es $\geq 0,5 \text{ m/s}$,

 - tratar la alimentación gaseosa (1) mediante una oxidación parcial en el reactor (7), de modo que el dióxido de carbono reaccione con el hidrógeno en el reactor en presencia de oxígeno y se forme calor y monóxido de carbono durante la reacción,

25 - recuperar la composición de producto (8) que comprende, como mínimo, monóxido de carbono e hidrógeno del reactor (7), y suministrar la composición de producto (8) a una etapa de Fischer-Tropsch,

 - reciclar una corriente de gases de escape (11) que comprende, como mínimo, hidrocarburos de la etapa de Fischer-Tropsch para utilizarla como la corriente que contiene hidrocarburos (6), y

 - la presión en el reactor de oxidación parcial (7) es la misma que la presión en el reactor de Fischer-Tropsch de la etapa de Fischer-Tropsch

25 2. Procedimiento, según la reivindicación 1, **caracterizado por que** la temperatura de tratamiento en el reactor (7) es de 800 - 1500 °C.

30 3. Procedimiento, según las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado por que la temperatura de tratamiento en el reactor (7) es de 800 - 950 °C.

35 4. Procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por que** la presión en el reactor (7) es de 15 - 30 bar.

5. Procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que** el catalizador se selecciona entre catalizador de Rh/Al₂O₃, catalizador de NiRh/Al₂O₃ y catalizador de Ni/Al₂O₃.

6. Procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por que** la composición de producto (8) se enfriá después del reactor (7).

40 7. Procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado por que** la reacción de Fischer-Tropsch se lleva a cabo a una temperatura que es de 150 - 350 °C.

8. Procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado por que**, durante la reacción de Fischer-Tropsch, la presión es de 15 - 25 bar.

45 9. Utilización del procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizada por que** el procedimiento se utiliza en un proceso de producción de hidrocarburos, tratamiento de dióxido de carbono, proceso de captura de dióxido de carbono, proceso de oxidación parcial catalítica, proceso de metanización, producción de metanol, o sus combinaciones.

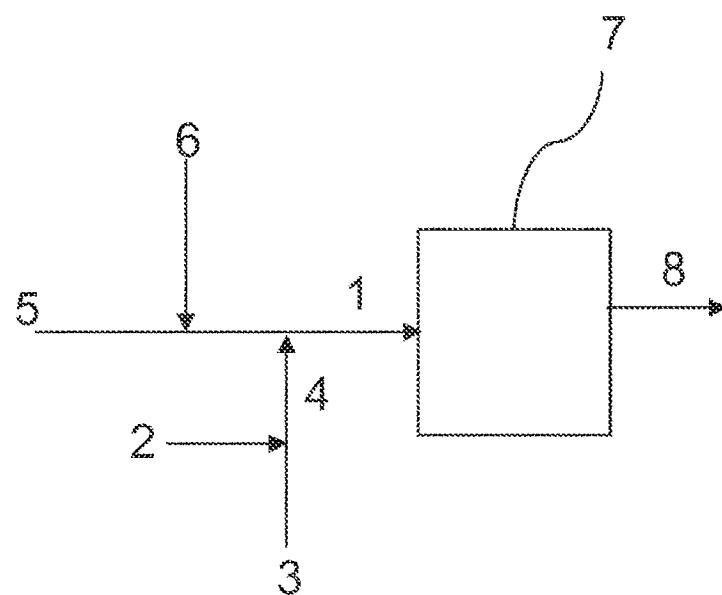


Fig. 1

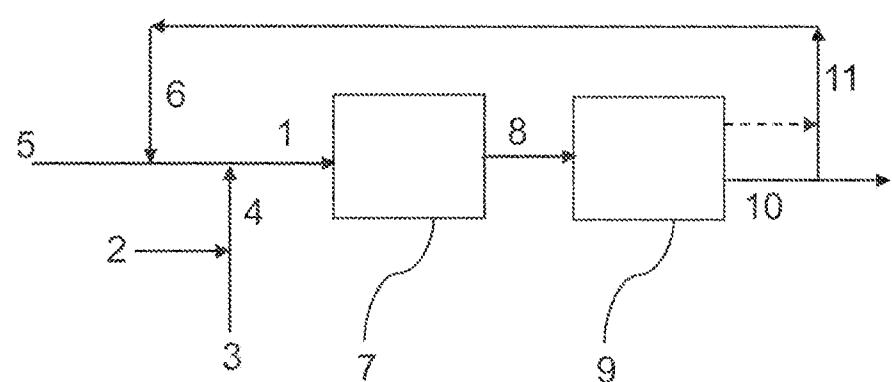


Fig. 2