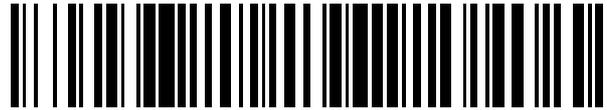


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 612 508**

51 Int. Cl.:

**B01D 53/14** (2006.01)  
**C10G 11/18** (2006.01)  
**F01K 23/06** (2006.01)  
**G06Q 30/06** (2012.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.11.2012 E 12290400 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.10.2016 EP 2606951**

54 Título: **Procedimiento de craqueo catalítico asociado a una unidad de tratamiento de las aminas con equilibrio de CO2 mejorado**

30 Prioridad:

**20.12.2011 FR 1103999**

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

**17.05.2017**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**DIGNE, ROMINA;  
FEUGNET, FREDERIC y  
DO, MAI PHUONG**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

ES 2 612 508 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 de craqueo catalítico asociado a una unidad de tratamiento de las aminas con equilibrio de CO2 mejorado

5

Campo de la invención

La presente invención se sitúa en el campo de la captación del dióxido de carbono (CO2) emitido por humos que provienen de la regeneración de las unidades de craqueo catalítico (marcadas con la abreviatura FCC).

10

La captación del CO2 es un aspecto esencial de la lucha contra el efecto invernadero, del cual es uno de los principales responsables. A fin de limitar el fenómeno de calentamiento climático, el dióxido de carbono se extrae de los humos de combustión para ser secuestrado en un depósito subterráneo. Los residuos de dióxido de carbono provienen en su mayoría de la actividad industrial, es decir un 60% de la media mundial, de los cuales el 40% procede de los humos de las centrales térmicas para la producción eléctrica.

15

En las refinerías, la unidad de craqueo catalítico en lecho fluidizado (FCC) puede ser considerada como una de las más emisoras de CO2 con cerca del 20% de las emisiones por sí sola, encontrándose las demás fuentes en diversos hornos de recalentamiento o de destilación. Con el fin de reducir las emisiones de CO2 de una refinería, parece claramente que la FCC es un objetivo principal.

20

La presente invención propone una solución que utiliza una tecnología de captación conocida, denominada captación por las aminas, pero desarrolla un equilibrio de utilidades ampliamente excedente en términos de vapor HP (alta presión) y BP (baja presión) del procedimiento integrado FCC/unidad de captación de las aminas gracias a una elección juiciosa de los impulsores de los dos compresores del procedimiento y a una recuperación de energía incrementada. Se obtiene así un procedimiento integrado FCC/unidad de captación de las aminas con emisiones de CO2 muy bajas, incluso negativas. Se habla entonces del procedimiento de crédito de CO2.

25

Examen de la técnica anterior

30

La técnica anterior describe un procedimiento integrado FCC/unidad de tratamiento de las aminas en el que todo o parte de los humos de regeneración se envían a la unidad de tratamiento de las aminas.

La unidad de craqueo catalítico está equipada de un intercambiador externo que utiliza como fluido caliente una parte del catalizador extraído en la zona de regeneración y las calorías necesarias para la unidad de tratamiento de las aminas se aportan íntegramente por el vapor generado por dicho intercambiador externo. En la técnica anterior, la cantidad de vapor generada a nivel del procedimiento es insuficiente para tratar la totalidad de los humos de FCC.

35

Así, la patente FR 2 939 693 describe un procedimiento integrado de captación del CO2 emitido por una parte al menos de los humos procedentes de la zona de regeneración de una unidad de craqueo catalítico (denominada FCC) que utiliza una unidad de tratamiento de las aminas (denominada AMN) de dichos humos, en el que la unidad de craqueo catalítico está equipada de un intercambiador externo que utiliza como fluido caliente una parte del catalizador extraído en la zona de regeneración, siendo las calorías necesarias para la regeneración de la amina en la unidad de tratamiento de las aminas aportadas totalmente por la unidad de craqueo catalítico utilizando el vapor generado por dicho intercambiador externo.

40

45

En el ámbito de la presente invención, este intercambiador externo se denominará (CCE).

El documento EP 0369 537 A1 describe una unidad de craqueo catalítico en la que el vapor HP se produce por enfriamiento de los humos procedentes de la regeneración, utilizándose este vapor HP para impulsar una turbina. Dicha turbina se especifica más.

50

El documento WO 2011/073671 A1 describe un equipamiento para la captación de un gas que utiliza en particular una turbina a contra-presión ("back pressure turbine") para el paso del sistema de compresión y la disminución de presión de un fluido denominado "fluido frío recalentado".

55

Breve descripción de las figuras

La figura 1 según la técnica anterior es un esquema de utilización del vapor HP generado por la unidad de FCC y muestra sus 3 principales aplicaciones:

60

a) hacia la turbina, haciendo girar el compresor de los gases craqueados (WGC),

b) hacia la turbina, haciendo girar el ventilador de aire de regeneración (MAB), y

65

c) hacia la regeneración de la amina de la unidad de tratamiento de las aminas (AMN). El excedente de vapor según

la técnica anterior es casi nulo. Las turbinas utilizadas según la técnica anterior son unas turbinas de condensación total.

La figura 2 según la invención es un esquema de utilización del vapor HP generado por la unidad de FCC y recoge su aplicación b) hacia la turbina haciendo girar el ventilador de aire de regeneración (MAB), siendo la turbina según la invención una turbina a contra-presión que permite liberar un flujo de vapor BP que asegura la regeneración de la amina de la unidad de FCC y recoge su aplicación b) hacia la turbina que hace girar el ventilador de aire de regeneración (MAB), siendo la turbina según la invención una turbina a contra-presión que permite liberar un flujo de vapor BP que asegura la regeneración de la amina de la unidad de tratamiento de las aminas (AMN). En este caso según la invención, la puesta en movimiento del compresor de los gases craqueados (WGC) está asegurada por un motor eléctrico.

La figura 3 según la invención representa el esquema de la utilización del vapor HP generada por la unidad de craqueo catalítico en la variante en la que dicho vapor HP se utiliza:

a) hacia la turbina, haciendo girar el compresor de los gases craqueados (WGC), y

b) hacia la turbina, haciendo girar el ventilador de aire de regeneración (MAB),

siendo las dos turbinas a contra-presión, lo que permite liberar un flujo de vapor BP que asegura, como en el caso anterior, la regeneración de la amina de la unidad de tratamiento de las aminas (AMN).

Breve descripción de la invención

La presente invención puede definirse como un procedimiento integrado de captación del CO<sub>2</sub> emitido por los humos procedentes de la zona de regeneración de una unidad de craqueo catalítico (FCC) que trata un corte hidrocarbonado de tipo destilado al vacío o residuo atmosférico, utilizando una unidad de tratamiento de las aminas (AMN) de dichos humos para eliminar el CO<sub>2</sub>, procedimiento en el que el vapor HP producido principalmente por el enfriamiento de los humos de regeneración, se utiliza para asegurar o bien el impulso del ventilador de aire de regeneración (MAB) de la unidad FCC mediante una primera turbina a contra-presión, o bien el impulso del compresor de gas craqueado (WGC) mediante una segunda turbina a contra-presión, siendo el vapor BP resultante utilizado para asegurar la regeneración de la amina en la unidad de tratamiento de las aminas (AMN), siendo el excedente de vapor HP y BP convertido en crédito de CO<sub>2</sub>.

En algunos casos en relación con el potencial de producción de coque de la carga (medida por el concepto de "Carbon Conradson"), la unidad FCC está equipada de un intercambiador externo (CEE), el vapor HP producido principalmente por el enfriamiento de los humos de regeneración se utiliza para asegurar o bien el impulso del ventilador de aire de regeneración (MAB) de la unidad FCC mediante una primera turbina a contra-presión, o bien el impulso del compresor de gas craqueado (WGC) mediante una segunda turbina a contra-presión, siendo el vapor BP resultante utilizado para asegurar la regeneración de la amina en la unidad de tratamiento de las aminas (AMN), siendo el excedente de vapor HP y BP convertido en crédito de CO<sub>2</sub>.

La expresión "o bien" se debe de entender en el sentido amplio, es decir que son posibles 3 configuraciones en el ámbito de la presente invención:

1) el vapor HP se utiliza para impulsar el ventilador de aire de regeneración mediante una turbina a contra-presión, y el impulso del compresor de los gases craqueados se asegura mediante un motor eléctrico.

2) el vapor HP se utiliza para impulsar el compresor de los gases craqueados mediante una turbina a contra-presión, y el impulso del ventilador de aire de regeneración se asegura mediante un motor eléctrico,

3) el vapor HP se utiliza para impulsar el ventilador de aire de regeneración mediante una primera turbina a contra-presión y para impulsar el compresor de los gases craqueados mediante una segunda turbina a contra-presión.

En la tercera variante del procedimiento integrado de captación del CO<sub>2</sub> emitido por los humos procedentes de la zona de regeneración de una unidad de craqueo catalítico (FCC) según la invención, el vapor HP generado principalmente por el enfriamiento de los humos de regeneración, se utiliza para, por un lado, asegurar el impulso del ventilador de aire de regeneración (MAB) mediante una primera turbina a contra-presión y, por otro lado, para asegurar el impulso del compresor de los gases craqueados (WGC) mediante una segunda turbina a contra-presión, siendo el excedente de vapor HP y BP convertido en crédito de CO<sub>2</sub>.

Con respecto a la técnica anterior más próxima descrita en la patente FR 2 939 693, el procedimiento integrado según la presente invención que constituye una mejora, permite liberar un crédito de CO<sub>2</sub> mucho más importante, como se muestra en los ejemplos siguientes.

Cuando la unidad FCC está equipada de una turbina de expansión (denominada también expansor) que funciona sobre los humos de regeneración y que permite producir electricidad, se aumenta también el crédito de CO<sub>2</sub>.

Según la presente invención, el procedimiento integrado de captación de CO<sub>2</sub> emitido por los humos procedentes de la zona de regeneración de una unidad de FCC utiliza por lo tanto una unidad de craqueo catalítico que trabaja preferiblemente en condiciones de severidad elevadas, es decir:

- 5 - para una unidad con un reactor de flujo ascendente ("riser"), una relación C/O entre 2 y 20, preferiblemente comprendida entre 4 y 15, y con una temperatura de salida del reactor comprendida entre 450°C y 650°C, preferiblemente comprendida entre 470°C y 620°C,
- 10 - para una unidad con un reactor de flujo descendente ("downer"), una relación C/O entre 10 y 50, preferiblemente entre 10 y 30, y una temperatura de salida de reactor comprendida entre 480°C y 650°C, y preferiblemente comprendida entre 520°C y 620°C.

15 El procedimiento integrado de captación del CO<sub>2</sub> emitido por los humos procedentes de la zona de regeneración de una unidad de craqueo catalítico (FCC) según la presente invención utiliza una unidad de tratamiento de las aminas que utiliza una amina seleccionada del grupo siguiente: MEA (monoetanolamina), DEA (dietanolamina), MDEA (dimetiletanolamina), DIPA (diisopropilamina), DGA (diglicolamina), diaminas, piperazina, hidroxietilpiperazina. De manera preferida, la amina se selecciona del subgrupo: MEA (monoetanolamina), DEA (dietanolamina), MDEA (dimetiletanolamina).

20 De manera aún más preferida, la unidad de tratamiento de las aminas utiliza la MEA (monoetanolamina). Otra alternativa preferida es utilizar la tetrametilhexano-1,6-diamina, habitualmente denominada TMHDA.

#### Descripción detallada de la invención

25 La presente invención puede por lo tanto ser considerada como una mejora del procedimiento integrado FCC/tratamiento de los humos de regeneración por una unidad con aminas descrita en la patente FR 2939693 en el sentido en el que el procedimiento integrado FCC/unidad de las aminas según la presente invención se mantiene en excedente de vapor y/o electricidad, habiendo tratado al mismo tiempo la totalidad de los humos de la unidad FCC en la unidad de las aminas.

30 Según la técnica anterior más próxima (representada por la patente citada), una parte solamente de los humos de regeneración podía ser tratada por la unidad de tratamiento de las aminas con un equilibrio de vapor que era justo lo suficiente para asegurar la regeneración de la amina.

35 En otras palabras, el procedimiento integrado FCC/unidad con aminas según la presente invención permite tratar la totalidad de los humos de la regeneración de la unidad FCC liberando un excedente de vapor que se traducirá por un crédito de CO<sub>2</sub>.

40 El procedimiento integrado FCC/unidad de tratamiento de las aminas necesita una gran cantidad de energía eléctrica o térmica:

- para regenerar la amina después de la adsorción del CO<sub>2</sub>,
- 45 - para impulsar el ventilador de aire (MAB) que comprime el aire necesario para la regeneración del catalizador de la presión atmosférica hasta la presión del o de los regeneradores (de 2 a 5 bares absolutos),
- para impulsar el compresor de gases craqueados (WGC) que comprime el efluente gaseoso en la parte superior de la columna de fraccionamiento principal de 1 a 2 bares absolutos aproximadamente hasta 15 a 20 bares absolutos aproximadamente, (1 bar = 10<sup>5</sup> Pascal)
- 50 - para asegurar la inyección de vapor a nivel del flujo ascendente (riser) y para la separación de dicho catalizador en la zona de reacción.

55 La regeneración de la amina se realiza generalmente por calentamiento con vapor de baja presión (anotada BP).

Los dos compresores de la unidad FCC, es decir el compresor de los gases craqueados (WGC) y el ventilador de aire de regeneración (MAB) pueden ser impulsados por unas turbinas de condensación total o unos motores eléctricos. Según la técnica anterior, estos dos compresores son impulsados mecánicamente por unas turbinas de vapor de condensación total.

60 Las turbinas de condensación total se alimentan generalmente por vapor de alta presión y rechazan el vapor a una presión inferior a la presión atmosférica, realizándose el vacío por un condensador. En la salida del condensador, se obtienen unos condensados a una temperatura inferior a 50°C aproximadamente. Cuando se utiliza una turbina de condensación total, la entalpía de vaporización del agua está, de alguna manera, perdida en el condensador.

65 Existen también unas turbinas denominadas de contra-presión, que se alimentan generalmente por vapor de alta

presión y expulsan vapor de mediana presión (MP) o de baja presión (BP).

El vapor MP o BP que se escapa de la turbina a contra-presión puede después recalentar o vaporizar otro fluido gracias a su condensación. Al contrario que la turbina de condensación total, la entalpía de vaporización del agua no se pierde, sino que se utilizan para recalentar o vaporizar un fluido.

Finalmente, los dos compresores anteriormente mencionados pueden también ser impulsados por un motor eléctrico. En el ámbito de la presente invención, se busca utilizar lo mejor posible el vapor MP o BP disponible, y se utiliza al menos una turbina de contra-presión para asegurar el impulso del compresor de los gases craqueados (WGC) y/o el impulso del ventilador del aire de regeneración (MAB).

En el caso en el que se utiliza sólo una turbina a contra-presión para asegurar el impulso de uno de los dos compresores, el otro compresor se impulsa por un motor eléctrico.

El procedimiento integrado FCC/unidad de tratamiento de las aminas, permite producir vapor HP y energía eléctrica de varios niveles:

- producción de vapor, a diferentes niveles de presión, pero principalmente de alta presión, gracias al enfriamiento de los humos que provienen del o de los regeneradores y del incinerador de CO cuando existe uno,

- producción de vapor o de agua caliente a nivel del fraccionamiento principal gracias a los reflujos circulantes,

- producción de vapor, generalmente vapor HP, a nivel del intercambiador externo (CCE), siendo las calorías aportadas por un catalizador extraído en uno o varios puntos de la zona de regeneración de la unidad FCC,

- producción de electricidad a nivel de la turbina de expansión cuando esta última se utiliza a partir de los humos procedentes del primer nivel de regeneración para producir electricidad. Como se observará más adelante, esta producción de electricidad se puede convertir en un crédito de CO<sub>2</sub>.

El procedimiento según la presente invención presenta un equilibrio de las utilidades, en particular el vapor BP, ampliamente excedente gracias a una elección juiciosa de los impulsos de los dos compresores del procedimiento y la presencia de una turbina de expansión.

El procedimiento según la invención utiliza una primera turbina a contra-presión para impulsar el ventilador de aire (turbina alimentada por vapor HP y que libera vapor BP), y en una variante preferida una segunda turbina a contra-presión para impulsar el compresor de gases craqueados (WGC).

Así, se obtiene un equilibrio de las utilidades globales (electricidad y vapor) del procedimiento integrado FCC/unidad de tratamiento de los humos de regeneración de las aminas ampliamente excedente, lo que se traduce al final por un crédito de CO<sub>2</sub>.

La elección del impulso del compresor de gases craqueados (turbina a contra-presión o motor eléctrico) depende de la naturaleza de las utilidades que se quiere obtener en amplio exceso (vapor de alta presión o de baja presión por ejemplo).

En efecto, la electricidad generada por la turbina de expansión es generalmente superior a las necesidades del motor para impulsar el compresor de gases craqueados y a los consumos eléctricos de las bombas y aerocondensadores del procedimiento.

Asimismo, el vapor generado por el enfriamiento de los humos de regeneración, el intercambiador externo sobre el catalizador caliente (denominado CCE), y el fraccionamiento principal de los efluentes, es superior a las necesidades de vapor del procedimiento según la invención.

Esto se debe al hecho de que el vapor HP enviado a la turbina a contra-presión que impulsa el ventilador de aire (MAB), se transforma en vapor BP, directamente utilizable para generar la amina.

Esta transformación de vapor HP en vapor BP que permite regenerar la amina se refuerza también cuando se utiliza una segunda turbina a contra-presión para impulsar el compresor de gases craqueados (WGC), lo que es la variante preferida de la presente invención.

El excedente energético del procedimiento según la invención, asociado a la captación del CO<sub>2</sub> de los humos de FCC para ser secuestrado, conduce a un resultado CO<sub>2</sub> del procedimiento integrado que puede ser negativo. Se habla entonces de crédito de CO<sub>2</sub> y no ya de emisiones de CO<sub>2</sub> del procedimiento.

El equilibrio de CO<sub>2</sub> del procedimiento integrado FCC/unidad de captación de las aminas utiliza no sólo el CO<sub>2</sub> presente en los humos rechazados en la atmósfera, sino también el CO<sub>2</sub> que resulta del consumo o producción de

utilidades, como la electricidad o el vapor, dentro del procedimiento.

En efecto, si el procedimiento necesita electricidad, hay que añadir al equilibrio de CO<sub>2</sub> las emisiones generadas para producir esta electricidad, incluso si estas emisiones tienen lugar en otro sitio.

5 A la inversa, cuando el procedimiento es excedente en electricidad, el excedente de electricidad se convierte en crédito CO<sub>2</sub>.

10 Se tienen en cuenta tres gases de efecto invernadero (GES): el CO<sub>2</sub>, el CH<sub>4</sub> y el N<sub>2</sub>O, que son los principales contribuyentes de la intensificación del efecto invernadero, y que son los más pertinentes para los sistemas estudiados. Los flujos respectivos de estos GES se agregan en un equivalente CO<sub>2</sub> (gas de referencia para el indicador de impacto que caracteriza la contribución de un sistema de efecto invernadero), expresado en masa de CO<sub>2</sub> equivalente (denominado a continuación CO<sub>2</sub>eq).

15 La conversión de cada uno de estos tres gases en CO<sub>2</sub>eq se basa en coeficientes denominados poder de calentamiento global (PRG), traduciendo la contribución relativa al calentamiento climático de la emisión de 1 g de cada uno de los gases de efecto invernadero por comparación con la emisión de 1 g de CO<sub>2</sub> sobre un periodo determinado (siendo el periodo de tiempo más habitualmente utilizado de 100 años).

20 El consumo (o producción) de utilidades se convierte en emisión (o crédito) de CO<sub>2</sub> utilizando el concepto de factor de emisión que se explica a continuación.

25 Por ejemplo, un factor de emisión de 100 gCO<sub>2</sub>eq/MJ para la electricidad significa que la producción de 1 MJ de electricidad genera la emisión de 100 g de CO<sub>2</sub>eq.

Es importante señalar que estos coeficientes son representativos de un contexto geográfico y temporal dados y que pueden variar significativamente en función de la zona geográfica o de la fecha considerada (debido a modos de producción o de distancias de transporte diferentes, o también de la evolución de las tecnologías en el periodo considerado).

30 El ejemplo comparativo siguiente permitirá comprender mejor la utilización de estos conceptos.

Ejemplo comparativo

35 En este ejemplo, se considera una unidad de craqueo catalítico (FCC) de un residuo atmosférico hidrotratado asociado a una unidad de tratamiento de las aminas de los humos de regeneración procedentes de FCC destinada a efectuar la captación del CO<sub>2</sub>.

40 El ejemplo es comparativo por que compara el equilibrio en utilidades (vapor y electricidad) según el procedimiento integrado de la técnica anterior, tal como se describe en la patente FR 2939693, y según el procedimiento integrado de la presente invención.

Se efectúa después la traducción de este equilibrio de utilidades en crédito de CO<sub>2</sub> según el método de los factores de emisión descrito anteriormente.

45 Las características de funcionamiento y los principales rendimientos de la unidad FCC y de la unidad de tratamiento de las aminas (AMN) se indican en la tabla 1 siguiente.

Unidad FCC	Caudal de carga elevador principal	482	t/h
	Temperatura de salida del elevador principal	523	°C
	Temperatura del regenerador 1	671	°C
	Temperatura del regenerador 2	721	°C
	Relación C/O	6,8	-
	Rendimiento en gases secos	3	% en peso
	Rendimiento en LPG	18	% en peso
	Rendimiento en gasolina (C5- 220°C)	55	% en peso
	Rendimiento en coque	7,3	% en peso
Unidad de tratamiento con aminas	CO <sub>2</sub> que entra en la unidad de las aminas	141	t/h
	Porcentaje de absorción de CO <sub>2</sub> en la amina	90	%

50 Tabla 1 (características de la unidad FCC y de la unidad de las aminas)

La tabla 2 siguiente da el equilibrio de las utilidades (electricidad en MW y vapor en t/h)

- según la técnica anterior,

5 - según la presente invención, en la que el ventilador de aire de regeneración (MAB) se impulsa por una turbina a contra-presión (siendo el impulso del compresor de gases craqueados (WGC) asegurado por un motor eléctrico),

- según la presente invención, en su variante en la que el compresor de los gases craqueados (WGC) está él mismo impulsado por un turbina a contra-presión.

10 El signo “-“delante de una cantidad de utilidad corresponde a una producción de utilidad y el signo “+” a un consumo de utilidad.

	Según la técnica anterior	Según la invención	Según la invención (variante)	Unidades
Impulso del ventilador de aire	Turbina de condensación total	Turbina a contra-presión	Turbina a contra-presión	-
Impulso del compresor de gases craqueados		Motor eléctrico		-
Consumo/producción de electricidad				
- Expansor de los humos ex reg.	-16,9	-16,9	-16,9	MW
- Bombas y aerocondensadores	+3,1	+3,5	+3,5	MW
- Compresor de gases craqueados	0	+7,6	0	MW
<b>TOTAL ELECTRICIDAD</b>	<b>-13,8</b>	<b>-5,8</b>	<b>-13,4</b>	MW
Consumo/producción de vapor HP				
- Ventilador de aire	+100	+211	+211	t/h
- Compresor de gases craqueados	+31	0	+65	t/h
- Caldera de recup. + intercambiador externo + recuperación de calor al fraccionamiento principal	-317	-325	-325	t/h
<b>TOTAL VAPOR HP</b>	<b>-186</b>	<b>-114</b>	<b>-49</b>	t/h
Consumo/producción de vapour BP				
- Unidad de las aminas	+180	+180	+180	t/h
- Ventilador de aire	0	-211	-211	t/h
- Compresor de gases craqueados	0	0	-65	t/h
<b>TOTAL VAPOR BP</b>	<b>+180</b>	<b>-31</b>	<b>-96</b>	t/h

Tabla 2 (comparación del equilibrio utilidades de la técnica anterior y de la invención)

15 Según la técnica anterior, el vapor HD excedente se liberaba y enfriaba antes de ser utilizado como vapor BP en la unidad de las aminas.

20 Según la tabla 2, el resultado vapor según la técnica anterior es casi nulo (-6 t/h), mientras que el según la invención excede en gran medida (-145 t/h).

Para obtener estos valores, se han sumado los totales vapor HP y BP, y se constata que el valor de -145 t/h es el mismo en las dos variantes según la invención.

25 La tabla 3 siguiente permite efectuar la traducción del equilibrio de utilidad de la tabla 2 en equilibrio de CO2, el signo “-“ delante de una cantidad de CO2 corresponde a un crédito de CO2, y el signo “+” a una emisión de CO2.

	Según la técnica anterior	Según la invención	Según la invención (variante)	Unidades
CO2 liberado en la atmósfera (humos en la salida de la unidad de las aminas)	+14,1	+14,1	+14,1	tCO2eq/h
Crédito de CO2 debido a la producción de electricidad (1)	-7,4	-3,1	-7,1	tCO2eq/h
Crédito de CO2 debido a la producción de vapor (2)	1,3	-20,5	-18,6	tCO2eq/h
<b>TOTAL (equilibrio de CO2)</b>	<b>+8,0</b>	<b>-9,5</b>	<b>-11,6</b>	<b>tCO2eq/h</b>

(1) Factor de emisión para la electricidad igual a 148 gCO<sub>2</sub>eq/MJ

(2) Factor de emisión para el vapor igual a 72,1 gCO<sub>2</sub>eq/MJ

5 Tabla 3 (comparación del equilibrio de CO<sub>2</sub> según la técnica anterior y según la invención)

El CO<sub>2</sub> expulsado en la atmósfera en la salida de la unidad de las aminas es el mismo según la técnica anterior y según la invención. Pero al final, el equilibrio CO<sub>2</sub> según la invención (- 9,5 tCO<sub>2</sub>eq/h) es más bajo que en el procedimiento según la técnica anterior.

10

Esto se acentúa aún más en la variante preferida de la invención, siendo el crédito de CO<sub>2</sub> de -11,6 tCO<sub>2</sub>eq/h.

En efecto, el crédito de CO<sub>2</sub> debido al excedente de vapor HP y PB se ha obtenido por conversión del excedente de vapor según un coeficiente denominado factor de emisión del vapor.

15

Este factor de emisión del vapor traduce las emisiones de GES para la producción y el transporte del vapor. El fuerte excedente de vapor según la invención se explica por la elección de los impulsos de los compresores de la unidad FCC mediante turbinas a contra-presión. Es por lo tanto aún más elevado en la variante que utiliza dos turbinas a contra-presión.

20

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Procedimiento integrado de captación del CO<sub>2</sub> emitido por los humos procedentes de la zona de regeneración de una unidad de craqueo catalítico (FCC) que trata un corte hidrocarbonado de tipo destilado a vacío o residuo atmosférico, que utiliza una unidad de tratamiento de las aminas (AMN) de dichos humos para eliminar el CO<sub>2</sub>, en el que el vapor HP producido principalmente por el enfriamiento de los humos de regeneración se utiliza para asegurar el impulso del ventilador de regeneración (MAB) mediante una primera turbina a contra-presión, y para asegurar el impulso del compresor de gases craqueados (WGC) mediante una segunda turbina a contra-presión, siendo el vapor BP resultante de las dos turbinas a contra-presión, utilizado para asegurar la regeneración de la amina en la unidad de tratamiento de las aminas (AMN).  
10
- 15 2. Procedimiento integrado de captación del CO<sub>2</sub> emitido por los humos procedentes de la zona de regeneración de una unidad de FCC según la reivindicación 1, en el que la unidad de craqueo catalítico (FCC) trabaja con un reactor de flujo ascendente ("riser") en condiciones de severidad elevadas, es decir una relación C/O entre 2 y 20, preferiblemente comprendida entre 4 y 15, y con una temperatura de salida del reactor comprendida entre 450°C y 650°C, preferiblemente comprendida entre 470°C y 620°C.
- 20 3. Procedimiento integrado de captación del CO<sub>2</sub> emitido por los humos procedentes de la zona de regeneración de una unidad de FCC según la reivindicación 1, en el que la unidad de craqueo catalítico (FCC) trabaja con un reactor de flujo descendente ("downer") en condiciones de severidad elevadas, es decir con una relación C/O entre 10 y 50, preferiblemente entre 10 y 30, y una temperatura de salida del reactor comprendida entre 480°C y 650°C, y preferiblemente comprendida entre 520°C y 620°C.
- 25 4. Procedimiento integrado de captación del CO<sub>2</sub> emitido por los humos procedentes de la zona de regeneración de una unidad de craqueo catalítico (FCC) según la reivindicación 1, en el que la unidad de absorción de las aminas (AMN) utiliza una amina seleccionada del grupo siguiente: MEA (monoetanolamina), DEA (dietanolamina), MDEA (dimetiletanolamina), DIPA (diisopropilamina), DGA (diglicolamina), diaminas, piperazina, hidroxietilpiperazina.
- 30 5. Procedimiento integrado de captación del CO<sub>2</sub> emitido por los humos procedentes de la zona de regeneración de una unidad de FCC según la reivindicación 1, en el que la unidad de absorción de las aminas (AMN) utiliza una amina seleccionada del subgrupo siguiente: MEA (monoetanolamina), DEA (dietanolamina), MDEA (dimetiletanolamina).
- 35 6. Procedimiento integrado de captación del CO<sub>2</sub> emitido por los humos procedentes de la zona de regeneración de una unidad de FCC según la reivindicación 1, en el que la unidad de absorción de las aminas (AMN) utiliza la MEA (monoetanolamina).
- 40 7. Procedimiento integrado de captación del CO<sub>2</sub> emitido por los humos procedentes de la zona de regeneración de una unidad de FCC según la reivindicación 1, en el que la unidad de absorción de las aminas (AMN) utiliza el compuesto absorbente tetrametilhexano-1,6-diamina, habitualmente denominado TMHDA.
- 45 8. Procedimiento integrado de captación del CO<sub>2</sub> emitido por los humos procedentes de la zona de regeneración de una unidad de FCC según la reivindicación 1, en el que la unidad de craqueo catalítico (FCC) está equipada de una turbina de expansión alimentada por los humos que provienen del primer regenerador y convierten la energía de presión de estos humos en electricidad.

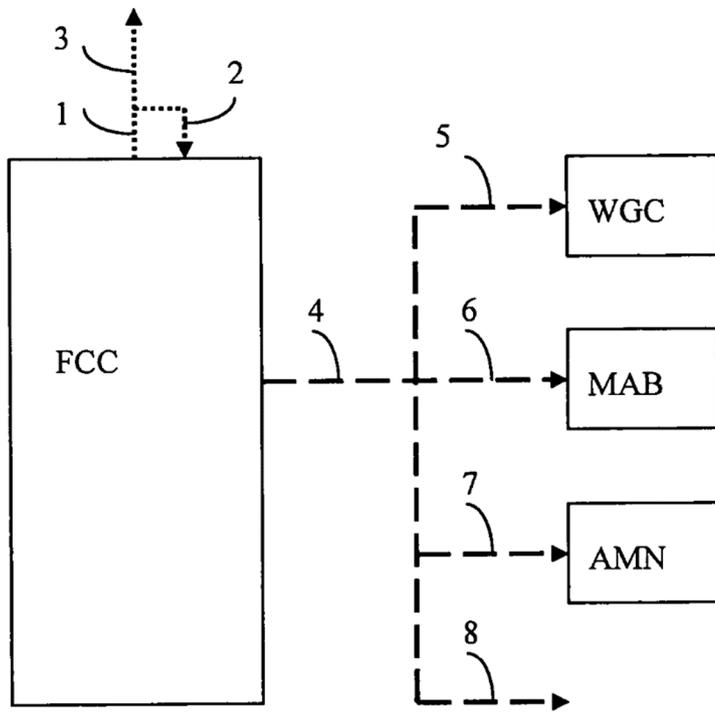


Figura 1

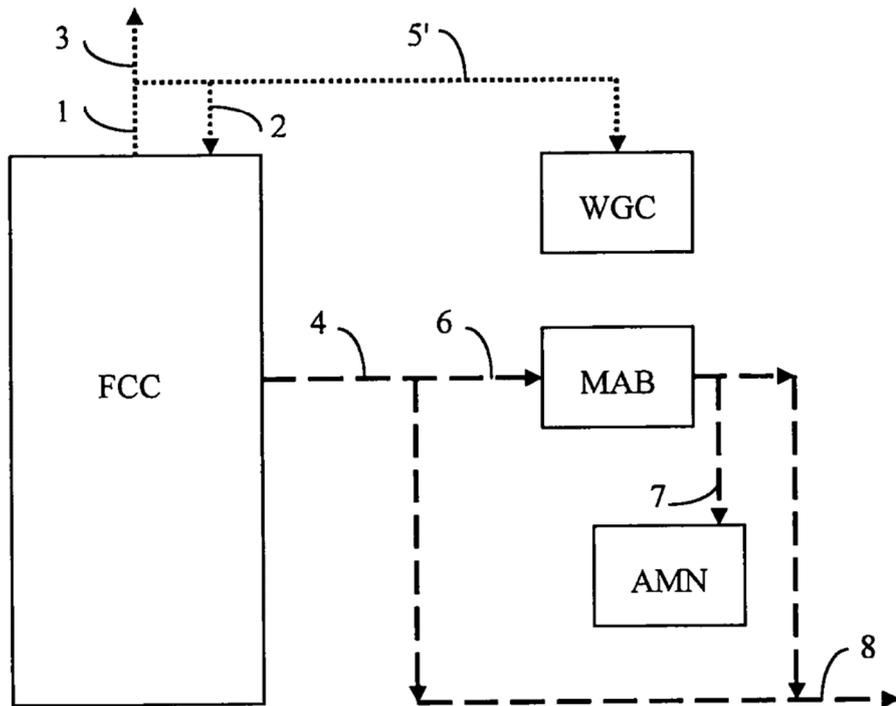


Figura 2

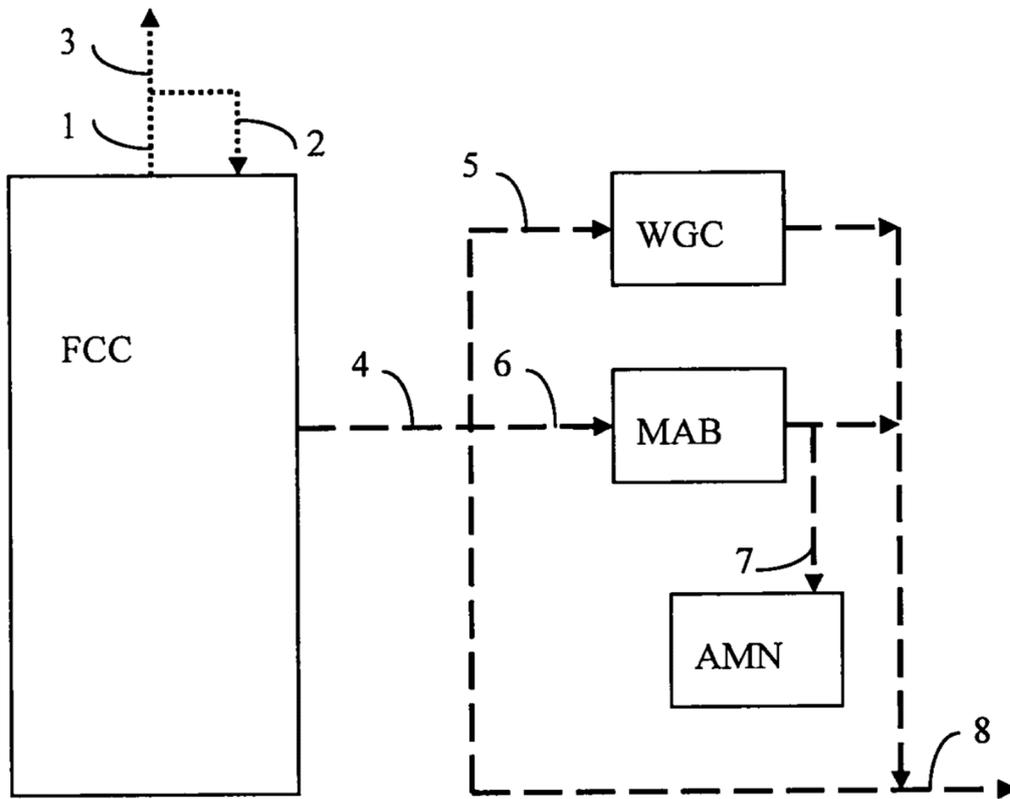


Figura 3