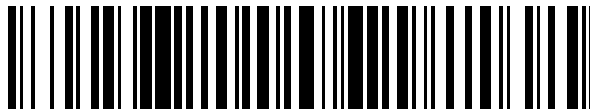


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 525 886**

21 Número de solicitud: 201490060

51 Int. Cl.:

**B01J 38/14** (2006.01)

**B01J 38/20** (2006.01)

**B01J 38/24** (2006.01)

**B01J 38/42** (2006.01)

12

### SOLICITUD DE PATENTE

A2

22 Fecha de presentación:

**13.09.2012**

30 Prioridad:

**15.12.2011 US 13/327156**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**30.12.2014**

71 Solicitantes:

**UOP LLC (100.0%)  
25 East Algonquin Road P.O. Box 5017  
60017-5017 Des Plaines Illinois US**

72 Inventor/es:

**DZIABIS, Gary A. ;  
RESSL, Charles T. y  
KOZUP, Steven C.**

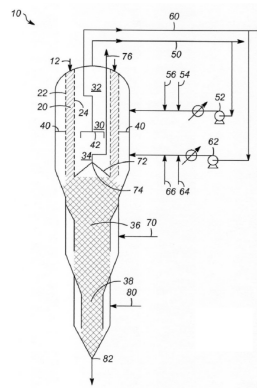
74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

54 Título: **Zonas de combustión múltiples con circuitos de circulación independientes**

57 Resumen:

Un procedimiento para la regeneración continua de un catalizador, en donde la sección de regeneración incluye al menos dos zonas separadas. La regeneración incluye una zona de combustión, y una zona de aumento del oxígeno, donde el procedimiento utiliza al menos dos circuitos de gas de regeneración independientes para el control de la cantidad de oxígeno para regenerar el catalizador.



FIGURA

## DESCRIPCIÓN

Zonas de combustión múltiples con circuitos de circulación independientes

### Declaración de prioridad

5 Esta solicitud reivindica prioridad a la solicitud de patente de EE.UU. N° 13/327.156 que fue presentada el 15 de diciembre de 2011.

### Campo de la invención

La presente invención se refiere a unos procedimientos para la conversión de una corriente de alimentación de hidrocarburos en productos de hidrocarburos útiles. En particular, la invención se refiere a la regeneración continua de un catalizador agotado para su reutilización en el procedimiento de conversión de hidrocarburos.

### Antecedentes de la invención

Los hidrocarburos, y en particular el petróleo, se extraen del suelo como una mezcla. Esta mezcla se convierte en productos útiles por medio de la separación y el tratamiento de esas corrientes en reactores. La conversión de las corrientes de hidrocarburos en productos útiles se realiza a menudo por medio de un procedimiento catalítico en un reactor. Los catalizadores pueden ser sólidos o líquidos, y pueden comprender materiales catalíticos sobre un soporte. En particular, los metales catalíticos sobre un soporte son ampliamente utilizados. Los metales catalíticos incluyen los metales del grupo del platino, así como otros metales. Durante el tratamiento de los hidrocarburos, los catalizadores se desactivan con el tiempo. Una causa principal de la desactivación es la generación y el depósito de coque sobre el catalizador. La acumulación de coque bloquea el acceso a los sitios catalíticos del catalizador. Normalmente, la regeneración del catalizador se realiza por medio de la eliminación del coque, en donde el coque se quema a una temperatura alta con un gas que contiene oxígeno. Estos procedimientos se pueden realizar de una manera continua, haciendo circular el catalizador a través del reactor y el regenerador, o el procedimiento se puede llevar a cabo de una manera semicontinua, tal como con múltiples lechos fijos, donde se aparta un lecho de la corriente para regenerar el catalizador, mientras que los demás lechos continúan en funcionamiento.

Con el procedimiento continuo de regeneración, se hace pasar continuamente un gas de recicló a la zona de combustión del regenerador y se retira el gas de combustión que contiene los productos de la combustión. El procedimiento de combustión se controla por medio del contenido de oxígeno en el gas de recicló. La corriente de gas de recicló

comprende una parte del gas de combustión, y una corriente adicional de gas de combustión nuevo, mientras que se purga otra parte del gas de combustión procedente del regenerador. Esto ayuda a mantener la temperatura del gas de combustión, así como a establecer la condición de régimen permanente en la adición continua al regenerador de catalizador agotado y gas de combustión, mientras que se extrae continuamente el catalizador regenerado y el gas de combustión.

En la patente de EE.UU. Nº 5.053.371 a Williamson y la patente de EE.UU. Nº 6.048.814 a Capelle, et al., se describen unos métodos de regeneración de un catalizador para la eliminación, por medio de combustión, del coque de las partículas de catalizador. El procedimiento de combustión puede ser perjudicial para el catalizador, y para mejorar la vida del catalizador en el ciclo reactor-regenerador es importante emplear los mejores métodos de control del procedimiento de combustión. Con la aportación de un procedimiento mejor se admiten más ciclos del catalizador a través del regenerador, y se aumenta la vida del catalizador. Esto se puede conseguir por medio de unas mejoras en el procedimiento y el control del regenerador.

### **Compendio de la invención**

La presente invención proporciona un procedimiento mejorado de regeneración de un catalizador. El procedimiento incluye hacer pasar una corriente de catalizador agotado a una zona primera, o superior, de regeneración para regenerar parcialmente el catalizador por medio de la combustión controlada del depósito carbonoso en el catalizador. El catalizador parcialmente regenerado se hace pasar a una zona segunda, o inferior, de regeneración para regenerar completamente el catalizador. El procedimiento incluye hacer pasar un primer gas de regeneración que comprende oxígeno a la zona primera, o superior, de regeneración y hacer pasar un segundo gas de regeneración a la zona segunda, o inferior, de regeneración. Las corrientes de gas de regeneración son unas corrientes de gas independientes para proporcionar el control del volumen y el contenido de oxígeno en las corrientes de gas individuales.

Otros objetos, ventajas y aplicaciones de la presente invención se volverán evidentes para los expertos en la técnica a partir de la descripción detallada y los dibujos siguientes.

### **Breve descripción del dibujo**

La figura es una representación de la zona de regeneración y de las corrientes de gas oxidante que se hacen circular para la regeneración del catalizador que fluye a través del regenerador.

**Descripción detallada de la invención**

La presente invención es un procedimiento para la regeneración continua de un catalizador. La aplicación más común es la eliminación del coque de las partículas del catalizador que contienen un metal del grupo del platino, y el procedimiento más común para esta invención es el procedimiento de deshidrogenación catalítica de parafinas a olefinas. En la patente de EE.UU. N° 7.585.803, expedida a Price, et al., el 8 de septiembre 2009, que se incorpora en su totalidad en esta memoria como referencia, se describe el regenerador en el procedimiento de conversión de olefinas.

El diseño de un regenerador actual incluye dos zonas en la totalidad de la zona de combustión. Estas zonas son: una zona superior de combustión y una zona de aumento del oxígeno. Con este diseño, la concentración máxima de oxígeno en la zona inferior está limitada por el consumo y el porcentaje de oxígeno globales de la zona de aumento en la totalidad de la zona de combustión. Típicamente, esto significa que la concentración máxima de oxígeno en la zona de aumento del oxígeno es 2%, con un reparto del gas de combustión de 70% a la zona superior de combustión y 30% a la zona de aumento del oxígeno. El procedimiento se puede hacer más robusto y se desea proporcionar un aumento de la concentración de oxígeno hacia la zona de aumento del oxígeno. Un nivel preferido es aumentar la concentración de oxígeno en la zona de aumento del oxígeno a 5%, en volumen, del gas de combustión.

Con el diseño actual, las partes de gas de reciclo que se han enriquecido con oxígeno adicional, o con un gas que contiene oxígeno, y se introducen en la zona de aumento del oxígeno, se hacen pasar a través de la zona superior de combustión sin que se empobrezcan en oxígeno. Esto da lugar a un aumento, a un nivel relativamente alto, de la concentración de oxígeno en el gas de reciclo global que sale del recipiente de regeneración hacia la zona superior de combustión. Este nivel relativamente alto de oxígeno es intolerable para una combustión controlada apropiada en la zona superior de combustión. Esto requiere que en la zona superior de combustión se introduzca un gas de dilución adicional, con el fin de reducir la concentración de oxígeno en la zona superior de combustión. Una consecuencia de ello es un aumento del gas de reciclo, la purga de gas de combustión y la utilización de servicios auxiliares. La separación de estas dos corrientes de gas de reciclo proporciona un control mayor.

La presente invención se diseña para mejorar el control y para mejorar la regeneración del catalizador. El procedimiento incluye hacer pasar una corriente de catalizador agotado a un regenerador, donde el regenerador incluye una zona superior de regeneración y una zona

inferior de regeneración. El catalizador entra en la zona superior de regeneración y pasa a través de la zona inferior de regeneración. Una primera corriente de gas de regeneración se hace pasar a la zona superior de regeneración para quemar el coque en el catalizador, y genera un gas de combustión que se elimina del regenerador. El catalizador agotado se regenera parcialmente en la zona superior de regeneración y se hace pasar a la zona inferior de regeneración como una corriente de catalizador parcialmente regenerado. Una segunda corriente de gas de regeneración se hace pasar a la zona inferior de regeneración para crear una corriente de catalizador regenerado. La primera y la segunda corrientes de gas de regeneración son unas corrientes independientes para proporcionar un control sobre la cantidad de oxígeno en cada corriente y controlar la combustión en cada zona de combustión.

El procedimiento se describe adicionalmente con respecto a la figura. Una corriente 12 de partículas de catalizador agotado se introduce continuamente en un regenerador 10. Aunque se aplica a este procedimiento la expresión continuo en la presente memoria, el procedimiento es más bien un procedimiento semicontinuo donde se retiran del reactor pequeñas cantidades de catalizador y se hacen pasar al regenerador en una base relativamente continua. Las partículas de catalizador fluyen hacia abajo a través de una región anular 20, definida por las pantallas de retención 22 y 24, que se encuentra en la zona de combustión 30. La zona de combustión 30 se divide en una zona superior de combustión 32 y una zona inferior de combustión 34, que también se conoce como zona de aumento del oxígeno 34. La zona superior de combustión 32 está separada de la zona inferior de combustión 34 mediante unos deflectores 40 y un dispositivo 42 de recogida de gas de combustión inferior separado. Conforme las partículas de catalizador fluyen hacia abajo a través de la zona superior de combustión 32, se pone un primer gas de regeneración en contacto con las partículas de catalizador para quemar el depósito carbonoso en las partículas de catalizador. Las partículas de catalizador fluyen lentamente a través de la zona superior de regeneración para proporcionar el tiempo suficiente para que el depósito carbonoso se queme. El catalizador tiene un tiempo de residencia promedio en la zona superior entre 3 y 5 horas, con un tiempo preferido entre 3,5 y 4,5 horas.

El primer gas de regeneración se hace circular a través del primer circuito 50 de gas de regeneración utilizando una primera soplante 52 para la circulación del gas de regeneración, donde el gas de combustión procedente de la zona superior, o primera, de combustión 32 se hace pasar al primer circuito 50 de gas de regeneración. El gas de combustión se compone de monóxido de carbono, dióxido de carbono, agua, oxígeno sin reaccionar y otros gases no reactivos generados en la sección de combustión y retirados de la zona de regeneración

como gas de combustión. El gas de regeneración es el gas de combustión que forma un circuito de gas de reciclo en el que la corriente de gas de combustión se retira continuamente del proceso y se mezcla con un gas 54 que contiene oxígeno, para reponer el oxígeno consumido, y se devuelve a la sección de combustión inicial como el primer gas de regeneración. Una parte del gas de combustión se purga para mantener un flujo de gas de regeneración continuo y constante. El gas de combustión se calienta a una temperatura de combustión antes de pasar a la zona superior de combustión como la primera corriente de gas de regeneración. La primera temperatura de combustión está entre 450°C y 600°C, siendo preferida una temperatura entre 470°C y 500°C, siendo más preferida una temperatura entre 470°C y 485°C, y con un control operacional de la temperatura en la proximidad de 477°C. El oxígeno 54 se añade a la corriente de gas de regeneración a un nivel de entre 0,5% y 2% en volumen, con un intervalo preferido de 0,5% a 1,5% en volumen. El gas de regeneración, que comprende gas de reciclo con oxígeno adicional, entra en la zona superior de combustión. Se vigila el nivel de oxígeno en el gas de reciclo y se añade el oxígeno adicional que sea necesario para hacer que los niveles de oxígeno estén dentro de los intervalos deseados. El nivel de oxígeno sirve para controlar la combustión para así evitar daños en el catalizador y en el equipo donde se produce la combustión. Un control adicional sobre la composición del gas incluye una corriente de gas nitrógeno 56 para añadir un diluyente si los niveles de oxígeno necesitaran un control adicional. En una alternativa, el gas que contiene oxígeno se puede mezclar con el nitrógeno antes de añadir la corriente de gas a la primera corriente de gas de regeneración.

La zona superior de combustión es con frecuencia incapaz de quemar todo el depósito carbonoso depositado en el catalizador. La presente invención incluye una zona inferior de combustión 34 donde se utiliza un gas de regeneración separado para completar el procedimiento de combustión y eliminar quemando el depósito carbonoso residual en el catalizador.

El catalizador se trata adicionalmente y fluye desde la zona superior de combustión 32 a la zona inferior de combustión 34, donde se pone el catalizador en contacto con una segunda corriente de gas de regeneración para eliminar el depósito carbonoso residual. La zona inferior de combustión también se refiere como la zona de aumento del oxígeno. El segundo gas de regeneración se hace circular a través de un segundo circuito 60 de gas de regeneración que utiliza una segunda soplante 62 para la circulación del gas de regeneración, donde el gas de combustión procedente de la zona inferior, o segunda, de combustión 34 se hace pasar al segundo circuito 50 de gas de regeneración. El gas de combustión se compone de monóxido de carbono, dióxido de carbono, agua, oxígeno sin

reaccionar y otros gases no reactivos generados en la sección de combustión y retirados de la zona de regeneración como gas de combustión por medio de un dispositivo 42 de recogida de gas de combustión del circuito separado. El segundo gas de regeneración es el gas de combustión que forma un segundo circuito 60 de gas de reciclo en el que la corriente de gas de combustión se retira continuamente del proceso y se mezcla con un gas 64 que contiene oxígeno, para reponer el oxígeno consumido, y se devuelve a la sección inferior de combustión como el segundo gas de regeneración. Una parte del gas de combustión se purga para mantener un flujo del segundo gas de regeneración continuo y constante. El gas de combustión se calienta a una segunda temperatura de combustión antes de pasar a la zona inferior de combustión. La segunda temperatura de combustión está entre 500°C y 600°C, siendo preferida una temperatura entre 550°C y 570°C, con un control operacional de la temperatura en la proximidad de 560°C. Un control adicional sobre la composición del gas incluye una corriente de gas nitrógeno 66 para añadir un diluyente si los niveles de oxígeno necesitaran un control adicional. En una alternativa, el gas que contiene oxígeno se puede mezclar con el nitrógeno antes de añadir la corriente de gas a la segunda corriente de gas de regeneración.

La zona inferior de combustión, o zona de aumento del oxígeno, se hace funcionar y se dimensiona para permitir que el catalizador resida en la zona inferior entre 1 y 3 horas, con un tiempo de residencia promedio preferido entre 1,5 horas y 2,5 horas. La concentración de oxígeno en la zona de aumento del oxígeno es mayor que en la zona superior de combustión, y se controla a un nivel de entre 2% y 5% en volumen.

Después de la eliminación del depósito carbonoso del catalizador, el catalizador se trata adicionalmente para redistribuir el metal catalítico sobre el soporte. El procedimiento de combustión, en la eliminación del depósito carbonoso del catalizador, tiende a aglomerar las partículas de metal. Esto hace que el catalizador sea menos eficaz y reduce la vida del catalizador. Las partículas de metal se pueden redistribuir sobre la superficie del catalizador por medio del contacto con un gas que contiene un halógeno. Por lo tanto, las partículas de catalizador que salen de la zona de aumento del oxígeno 34, se hacen pasar a una zona de halogenación 36. Preferiblemente, la zona de halogenación 36 está en el mismo recipiente para minimizar la manipulación externa, así como para minimizar la cuantía del calentamiento y enfriamiento del catalizador durante su transferencia entre los recipientes. En la zona de halogenación 36 se deja entrar un gas que contiene un halógeno a través de una entrada al circuito 70 de gas de halogenación. El gas que contiene un halógeno se pone en contacto con el catalizador y redistribuye el metal catalítico en la superficie del catalizador. El gas fluye hacia arriba a través de la zona de halogenación 36, y se recoge en

- un dispositivo 72 de recogida de gas de halogenación. Preferiblemente, el dispositivo 72 de recogida de gas de halogenación es un deflector estanco fijado a la parte inferior de la pantalla interior de la zona de aumento del oxígeno 34, y tiene una salida 74 fijada a una tubería 76 de circulación de gas halógeno. El sistema de circulación de halógeno puede
- 5 incluir una soplante separada para la circulación del gas, así como unos secadores apropiados para eliminar la humedad y unos lechos adsorbentes para eliminar los efluentes residuales procedentes del catalizador, conforme fluye el catalizador a través de la zona de halogenación 36. Un gas que contiene un halógeno preferido incluye el cloro como halógeno activo en el gas.
- 10 Después de la regeneración, se seca el catalizador. El procedimiento de combustión genera agua como uno de los productos de la combustión, y el agua se puede adsorber en el catalizador regenerado. La presencia de agua afecta adversamente al procedimiento y se necesita que sea eliminada antes de que el catalizador sea devuelto al reactor. En una realización, el secado del catalizador se realiza en el regenerador 10. El catalizador fluye
- 15 desde la zona de halogenación 36 a una zona de secado 38. Un gas de secado 80 se hace pasar a la zona de secado 38 y fluye sobre el catalizador regenerado para eliminar cualquier agua residual. El gas de secado se calienta a una temperatura entre 390°C y 510°C antes de pasar a la zona de secado 38. El gas de secado se distribuye alrededor de la zona de secado 38 y fluye hacia arriba a través del catalizador pasando a través de la zona de
- 20 secado 38. La duración del secado se rige en gran parte por la altura de la zona 38. Esta zona se dimensiona para proporcionar un tiempo de residencia promedio a las partículas de catalizador de al menos 4 horas. El gas de secado fluye hacia arriba a través de la zona de secado 38 y la zona de halogenación 36, y sale del regenerador a través de la salida 74. El catalizador seco y regenerado se retira a través de la salida de catalizador 82 situada en la
- 25 parte inferior del regenerador 10.

Aunque la invención se ha descrito con las realizaciones que actualmente se consideran preferidas, se ha de entender que la invención no se limita a las realizaciones descritas, sino que pretende abarcar diversas modificaciones y disposiciones equivalentes incluidas dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

## REIVINDICACIONES

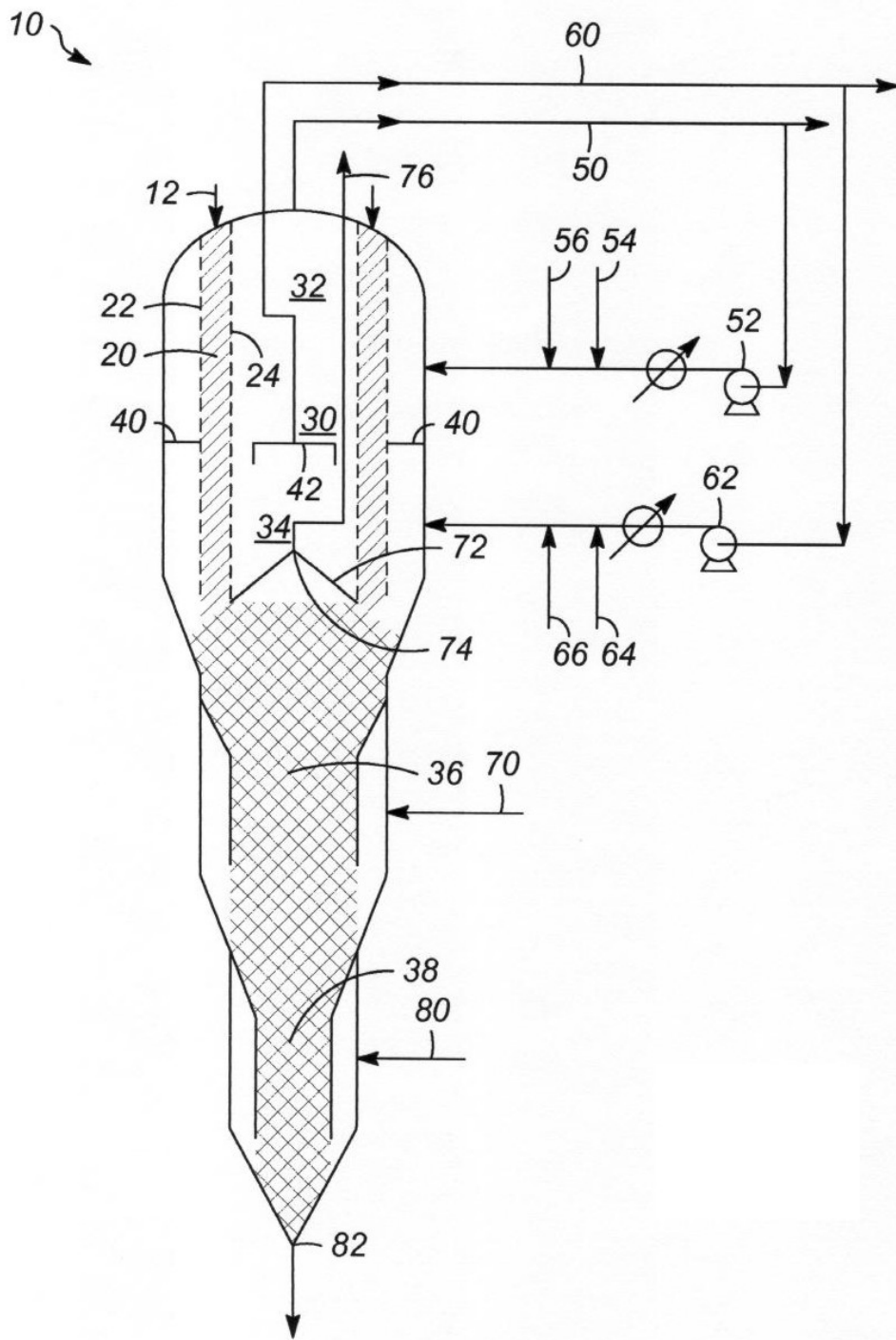
- 1.- Un procedimiento de regeneración de un catalizador, que comprende:
- hacer pasar una corriente de catalizador agotado a una zona superior de regeneración;
- 5 hacer pasar una primera corriente de gas de regeneración que comprende oxígeno a la zona superior de regeneración, generando de ese modo una corriente de catalizador parcialmente regenerado;
- hacer pasar la corriente de catalizador parcialmente regenerado a una zona inferior de regeneración; y
- 10 hacer pasar una segunda corriente de gas de regeneración que comprende oxígeno a la zona inferior de regeneración, generando de ese modo una corriente de catalizador regenerado;
- en donde la primera corriente de gas de regeneración y la segunda corriente de gas de regeneración son unas corrientes independientes.
- 15 2.- El procedimiento de la reivindicación 1, en donde la primera corriente de gas de regeneración se hace pasar a la zona superior de regeneración utilizando una primera soplante de gas, y un primer circuito de circulación de gas.
- 3.- El procedimiento de la reivindicación 1 ó 2, en donde la segunda corriente de gas de regeneración se hace pasar a la zona inferior de regeneración utilizando una segunda soplante de gas, y un segundo circuito de circulación de gas.
- 20 4.- El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde la zona superior de regeneración se hace funcionar a una temperatura entre 450°C a 500°C.
- 5.- El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde la zona inferior de regeneración se hace funcionar a una temperatura entre 500°C y 600°C.
- 25 6.- El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde el catalizador tiene un tiempo de residencia promedio en la zona inferior de regeneración entre 1 y 3 horas.
- 7.- El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde el catalizador tiene un tiempo de residencia promedio en la zona superior de regeneración entre 3 y 5
- 30 horas.

8.- El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, que comprende además hacer pasar la corriente de catalizador regenerado a una zona de halogenación, y poner el catalizador en contacto con un gas que contiene un halógeno.

5 9.- El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en donde la concentración de oxígeno en la segunda corriente de gas de regeneración está entre 2% y 5% en volumen.

10.- El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en donde la primera corriente de gas de regeneración comprende una primera corriente de gas de reciclo a la que se ha añadido nitrógeno para controlar el contenido de oxígeno del primer gas de regeneración, y la segunda corriente de gas de regeneración comprende una segunda corriente de gas de reciclo a la que se ha añadido nitrógeno para controlar el contenido de oxígeno del segundo gas de regeneración

10



FIGURA