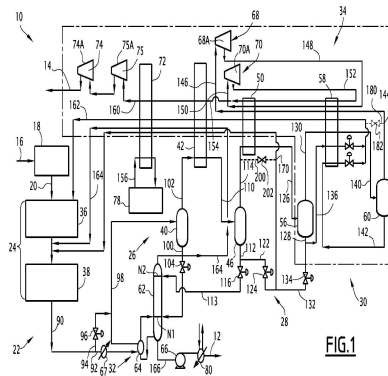


DIRECCIÓN DE NUEVAS CREACIONES

SOLICITUD FASE NACIONAL - PCT



1	Título de la Invención (200 caracteres o espacios máximos)		
MÉTODO PARA EL FRACCIONAMIENTO DE UNA CORRIENTE DE GAS CRAQUEADO, USANDO UNA CORRIENTE DE RECIRCULACIÓN INTERMEDIARIA, Y PLANTA RELACIONADA			
2	Datos del Solicitante		
Nombre:	TECHNIP FRANCE	Dirección Electrónica:	clientes@cavelier.com
Dirección:	6-8 Allée de l'Arche Faubourg de l'Arche, ZAC Danton, F- 92400 Courbevoie, Francia	Domicilio/País de constitución:	FRANCIA - HAUTS-DE- SEINE - COURBEVOIE
Identificación:			

☐ CEDULA DE CIUDADANIA
☒ EMPRESA EXTRANJERA
☐ PASAPORTE

☐ CEDULA DE EXTRANJERIA
☐ NIT

Número:

900042942-

3

Solicitantes

Apellidos - Nombres o Razón Social

Tipo

Identificación

1. TECHNIP FRANCE

EE

900042942

4

Datos del Inventor

Nombre:

Bruno DESTOUR

**Dirección
Electrónica:**

clientes@cavelier.com

Dirección:

48, rue Pereire, F-
92500 Rueil
Malmaison, Francia

**Domicilio/País de
constitución:**

FRANCIA - HAUTS-DE-
SEINE - RUEIL-
MALMAISON

Identificación:

☐ CEDULA DE
CIUDADANIA
☐ EMPRESA
EXTRANJERA
☐ PASAPORTE

☐ CEDULA DE
EXTRANJERIA
☐ NIT
☒ No Aplica

Número:

-

5

Inventor(es)

Apellidos - Nombres

Domicilio

1. DESTOUR Bruno

FRANCIA

2. SIMON Yvon

FRANCIA

3. DADOU Aurélia

FRANCIA

4. CHAZALLET David

FRANCIA

6

Datos Inventor(es)

	País de Residencia	Departamento/Estado	Ciudad	Dirección
1.	FRANCIA	HAUTS-DE-SEINE	RUEIL-MALMAISON	48, rue Pereire, F-92500 Rueil Malmaison, Francia
2.	FRANCIA	YVELINES	ANDRESY	121, rue du Général Leclerc, F-78570 Andresy, Francia
3.	FRANCIA	HAUTS-DE-SEINE	PUTEAUX	57, rue Eichenberger, F- 92800 Puteaux, Francia
4.	FRANCIA	HAUTS-DE-SEINE	COURBEVOIE	4 rue des vieilles vignes, F-92400 Courbevoie, Francia
7	Datos del Representante Legal / Apoderado			
Nombre:		JOSE ANDRES RINCON USCATEGUI	Dirección Electrónica:	cavelier@cavelier.com
Dirección:		CARRERA. 4 No. 72- 35	Domicilio/País de constitución:	COLOMBIA - BOGOTA D.C. - BOGOTA D.C.
Identificación: ☒ CEDULA DE CIUDADANIA ☐ EMPRESA EXTRANJERA ☐ PASAPORTE Número:		☐ CEDULA DE EXTRANJERIA ☐ NIT 79780910-		
Presentación de Poder				
Año de Radicación				
Número de Radicación				
8	Datos Solicitud: PCT / WO			
Número Solicitud:		PCT/EP2014/072767	Fecha Solicitud:	23/10/2014

Número Publicacion:		WO 2015/059233 A1	Fecha Publicacion:		30/04/2015
9	Declaraciones de prioridad		☒ SI ☐ NO		
1.	(33) País de origen FRANCIA	Codigo del país FR	(31) No. Solicitud 13 60349	(32) Fecha 23/10/2013	
10	Reivindicaciones				
Número reivindicaciones:		14	Pago Reivindicaciones:		No
11	Reducción de tasas.				
<i>Declaro que carezco de medios económicos para presentar la solicitud de patente.</i> ☐ SI ☒ NO Nota: En caso de ser persona natural y carecer de medios económicos, y por lo tanto, aplique la reducción de tasas a que se refiere la resolución vigente en tarifas, debe firmar la presente solicitud bajo la gravedad de juramento.					
☐ Micro, pequeñas y medianas empresas ☐ Universidades públicas o privadas ☐ Entidades sin ánimo de lucro Debe aportar los documentos que se indican en el numeral 17 de anexos					
12	Documentos Anexos				
☒ Reivindicaciones ☒ Descripción ☒ Dibujos y/o Figuras ☒ Resumen ☐ Certificado Depósito Material Biológico ☐ Uso de Conocimiento tradicional ☐ Listado de secuencias ☒ Artes finales 12 x 12 cm ☒ Poderes, si fuere el caso ☐ Copia de la primera solicitud si se reivindica prioridad ☐ Traducción simple de la primera solicitud, si se reivindica prioridad ☐ Otros Anexos					

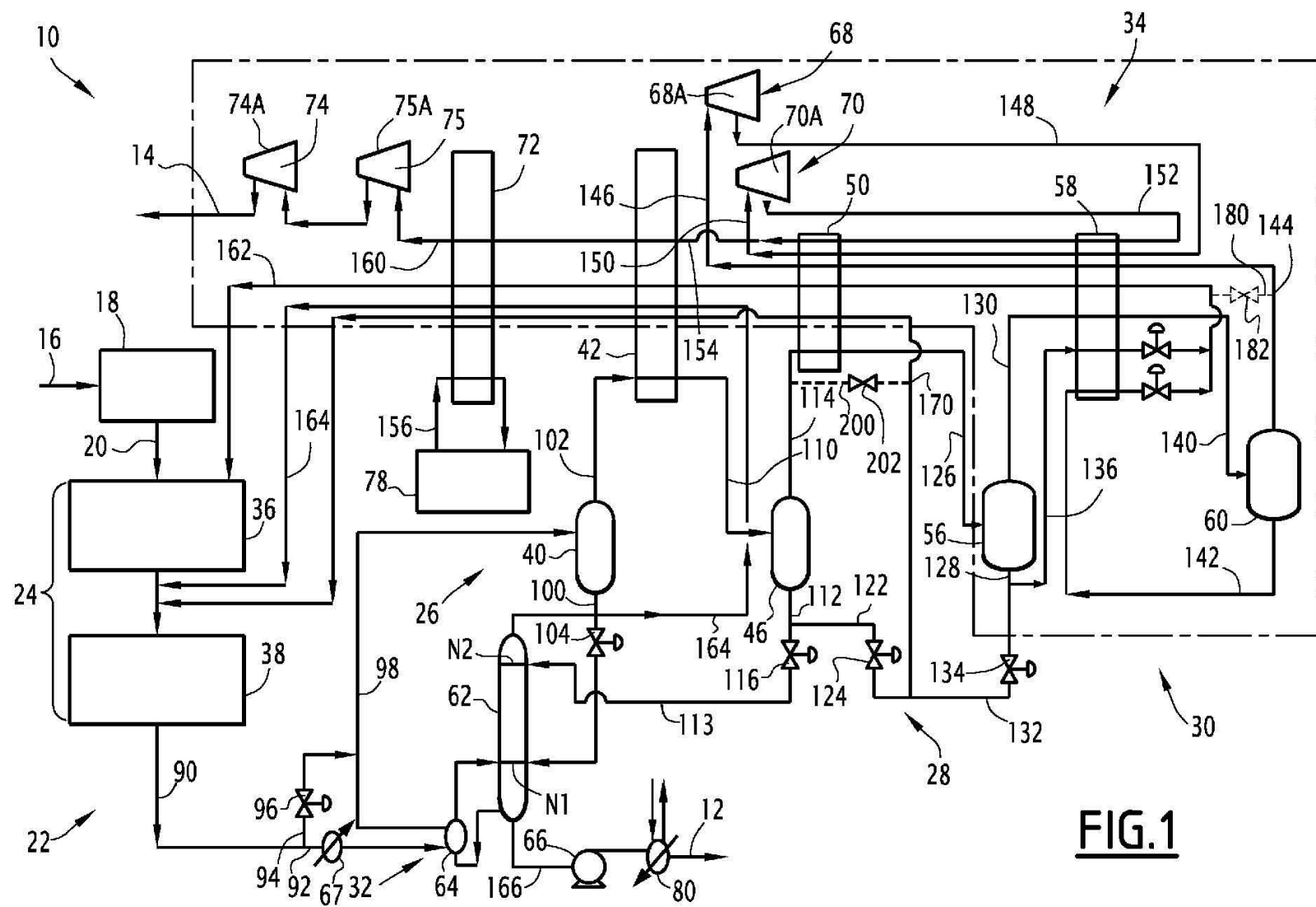


FIG.1

**MÉTODO PARA EL FRACCIONAMIENTO DE UNA CORRIENTE DE GAS
CRAQUEADO, USANDO UNA CORRIENTE DE RECIRCULACIÓN
INTERMEDIARIA, Y PLANTA RELACIONADA**

5 **Descripción de la Invención**

La presente invención se refiere a un método para fraccionar la corriente de gas craqueado (desintegrado térmica o catalíticamente) a partir de una planta de pirolisis de hidrocarburos para obtener un corte rico en
10 etileno y una corriente de combustible pobre en hidrocarburos de más de 2 átomos de carbono, el método comprende los siguientes pasos:

- la compresión de la corriente de gas craqueado bruto en al menos un compresor de una etapa de enfriamiento y
15 compresión, para formar una corriente de gas craqueado, comprimido;

- el enfriamiento corriente arriba y la condensación parcial, en al menos un intercambiador de calor corriente arriba, de una corriente con dirección hacia arriba
20 del gas craqueado, obtenida a partir de la corriente de gas craqueado, comprimido, y la separación de un líquido corriente arriba en al menos un globo corriente arriba para formar una corriente intermedia de gas craqueado, pre-enfriado a una primera temperatura;

25 - el enfriamiento intermedio y la

condensación parcial de la corriente intermediaria de gas craqueado en un intercambiador de calor intermediario y la separación de un líquido intermediario en un globo de separación intermediario, para formar una corriente con
5 dirección hacia abajo del gas craqueado, enfriada a una segunda temperatura menor que la primera temperatura;

- el enfriamiento corriente abajo y la condensación parcial de la corriente con dirección hacia abajo del gas craqueado en al menos un intercambiador de
10 calor corriente abajo hasta una tercera temperatura menor que la segunda temperatura;

- la introducción de la corriente con dirección hacia abajo del gas craqueado, parcialmente condensado, a partir del intercambiador de calor corriente abajo, en un
15 separador corriente abajo;

- la recuperación, en la cabeza del separador corriente abajo, de una corriente de gas del combustible a alta presión, pobre en hidrocarburos C_2^+ , y la recuperación, en el fondo del separador corriente abajo, de un líquido
20 corriente abajo, rico en hidrocarburos C_2^+ ;

- el paso de la corriente del combustible a alta presión a través del intercambiador corriente abajo y el intercambiador intermediario para formar una corriente de combustible a alta presión, caliente;

- la expansión de la corriente de combustible a

25

alta presión, caliente, en al menos un primer dispositivo de expansión dinámica para obtener una corriente del combustible parcialmente expandido;

- el calentamiento de la corriente de combustible parcialmente expandido a través del intercambiador corriente abajo y el intercambiador intermediario;

- el tratamiento de al menos una corriente líquida obtenida durante el enfriamiento corriente arriba, el enfriamiento intermediario y los pasos de enfriamiento corriente abajo, para formar el corte rico en etileno.

El gas craqueado viene de una planta de pirolisis de hidrocarburos, tal como un horno de craqueo (desintegración catalítica) de vapor. El gas introducido en la planta de pirolisis tiene ventajosamente entre 60% y 70% de etano, en asociación con propano, butano, nafta, y/o combustible diesel (gasóleo).

El método del tipo anteriormente mencionado está destinado a tratar el gas craqueado para obtener un corte de etileno que tiene un contenido de etileno mayor de 99.95% mol, la recuperación de más de 99.5% mol del etileno contenido en el gas craqueado.

Un método del tipo anteriormente mencionado que hace posible obtener tales niveles de desempeño es por ejemplo descrito en la Patente Europea EP 1,215,459.

Este método está destinado a ser llevado a cabo para tratar volúmenes muy grandes de gas craqueado, por ejemplo mayor de 50 tons, en particular mayor de 100 tons por hora.

5 Con el fin de garantizar una pureza muy alta de la corriente de etileno producida y una tasa de recuperación máxima de etileno, es necesario enfriar el gas tratado a temperaturas por debajo de -100°C , y en particular por debajo de -120°C .

10 Para ese fin, la corriente de gas craqueado es colocada en una relación de intercambio de calor con el etileno que circula en un ciclo de refrigeración externo.

 El ciclo de refrigeración del etileno comprende en general tres niveles térmicos, con un primer intercambiador de calor aproximadamente a -50° , un segundo intercambiador de calor aproximadamente a -75° y un tercer intercambiador de calor aproximadamente a -100° .

 Después de cada intercambio de calor, el gas craqueado, parcialmente condensado, es introducido dentro de un separador para descargar el líquido formado.

 Los líquidos recolectados, los cuales son en general ricos en hidrocarburos C_2^{+} , son enviados a una unidad de tratamiento que incluye al menos una columna de fraccionamiento. La columna de fraccionamiento produce la corriente que contiene el etileno recuperado usando el método

criogénico.

El uso de un ciclo de enfriamiento basado en etileno externo, con tres niveles térmicos, incrementa significativamente el consumo de energía del método. La
5 inversión necesaria para la instalación del ciclo es también significativa.

Para compensar este problema, el documento WO 2011/051614 describe un método en el cual el tercer nivel frío del ciclo de refrigeración basado en etileno es
10 eliminado y reemplazado por una expansión doble de la corriente de combustible en dos dispositivos de expansión dinámica sucesivos, para proporcionar las frigorías necesarias para el enfriamiento a baja temperatura de la corriente de gas craqueado.

15 Este método elimina por lo tanto un nivel térmico del ciclo de refrigeración del etileno, lo cual limita la inversión necesaria para su implementación. No obstante éste conserva su efectividad completa en términos de tasa de recuperación del etileno, al tiempo que tiene niveles
20 mejorados de rendimiento de energía.

En algunos casos, es deseable todavía reducir adicionalmente la inversión requerida. Esto es por ejemplo el caso para las unidades de producción de etileno pequeñas, en las cuales la instalación y la puesta en marcha de un
25 ciclo de etileno es particularmente costosa, ya que puede

representar hasta 5% del precio del equipo de la unidad.

Además, el suministro inicial de etileno para iniciar la unidad, y su manipulación durante la puesta en marcha del ciclo de refrigeración, puede probar ser complicada, en particular cuando es difícil transferir el etileno a la unidad.

Un objetivo de la invención es por lo tanto obtener un método de fraccionamiento de gas craqueado que requiere una inversión aún más baja, en particular para adaptarse a unidades pequeñas, al tiempo que ofrece una tasa de recuperación de etileno muy alta y niveles satisfactorios de rendimiento de energía.

Para ese fin, la invención se refiere a un método del tipo anteriormente mencionado, caracterizada porque el método incluye los pasos siguientes:

- formar una recirculación intermediaria, expandida, a partir de un líquido obtenido durante el enfriamiento corriente arriba y/o los pasos de enfriamiento intermedios, corriente arriba del paso de enfriamiento corriente abajo;
- hacer circular la corriente de recirculación intermediaria al menos en el intercambiador de calor corriente arriba, para enfriar la corriente con dirección hacia arriba, del gas craqueado;
- reintroducir la corriente de recirculación

intermediaria, recalentada, en el gas craqueado bruto, corriente arriba de al menos un compresor de la etapa de enfriamiento y compresión,

los pasos de enfriamiento corriente arriba, 5 intermedio y corriente abajo son llevados a cabo sin intercambio de calor respectivamente de la corriente con dirección hacia arriba del gas craqueado, la corriente intermediaria del gas craqueado y la corriente con dirección hacia abajo del gas craqueado, con un ciclo de refrigeración 10 externo, tal como un ciclo de etileno.

El método de acuerdo a la invención puede comprender una o más de las siguientes características, consideradas solas o de acuerdo a cualesquiera combinaciones técnicamente posibles:

15 - la presión de la corriente de recirculación intermediaria, expandida es mayor del 15%, y está ventajosamente comprendida entre 20% y 50% de la presión de la corriente de gas craqueado, comprimido;

- la presión de la corriente de recirculación 20 intermediaria, expandida, es mayor de 5 bar y está en particular comprendida entre 5 bar y 20 bar;

- la velocidad de flujo molar de la corriente de recirculación intermediaria, expandida, es mayor de 25% y está en particular comprendida entre 30% y 60% de la 25 velocidad de flujo molar de la corriente de gas craqueado

bruto;

- el contenido de etileno molar en la corriente de recirculación intermediaria, expandida, es mayor de 50%, y está en particular comprendida entre 55% y 65%;

5 - el contenido molar de etano en la corriente de recirculación intermediaria está comprendida entre 15% y 30%, el contenido molar de metano en la corriente de recirculación intermediaria está comprendida entre 10% y 20%;

- la proporción del contenido molar de etileno
10 al contenido molar de hidrógeno en la corriente de gas craqueado bruto, comprimido, después de la reintroducción de la corriente de recirculación intermediaria, expandida, es mayor de 1.3 veces la proporción del contenido molar de etileno al contenido molar de hidrógeno en la corriente de
15 gas craqueado bruto, antes de la reintroducción de la corriente de recirculación intermediaria, expandida, en la corriente de gas craqueado bruto;

- la temperatura de la corriente de recirculación intermediaria está comprendida entre -75°C y -
20 95°C, después de la expansión, y antes de la introducción en un intercambiador de calor;

- ésta comprende la formación de una corriente de recirculación expandida a partir de al menos una fracción de un líquido intermediario y/o al menos una fracción del
25 líquido corriente abajo, la corriente de recirculación

expandida es introducida dentro del intercambiador de calor corriente abajo, y/o dentro del intercambiador de calor intermediario, antes de ser mezclada con la corriente de gas craqueado, bruto, antes del paso de la corriente de gas
5 craqueado bruto en al menos un compresor de la etapa de enfriamiento y compresión, la presión de la corriente de recirculación expandida es más baja que la presión de la corriente de recirculación intermediaria, expandida;

- ésta comprende la inyección de al menos una
10 fracción tomada de la corriente de gas combustible a alta presión dentro de la corriente de recirculación expandida;

- ésta comprende el retiro de una corriente de desviación proveniente de la corriente de gas craqueado, intermediario, corriente arriba del intercambiador de calor
15 intermediario y la inyección de la corriente de desviación, después de la inyección, en la corriente de recirculación intermediaria, expandida;

- ésta comprende la formación de al menos una corriente de recirculación intermediaria proveniente del
20 líquido corriente arriba que viene del globo separador corriente arriba y la formación de al menos una corriente de recirculación intermediaria proveniente del líquido intermediario del globo separador intermediario;

- ésta comprende la provisión de una relación de
25 intercambio de calor entre al menos una fracción de la

corriente de gas craqueado, comprimido, y un refrigerante que circula en un ciclo de refrigeración externo, luego su introducción dentro de un globo separador corriente arriba, para formar la corriente con dirección hacia arriba de gas
5 craqueado.

- El método comprende los siguientes pasos:

* el paso de la corriente de combustible parcialmente expandida que viene del intercambiador intermediario en un segundo dispositivo de expansión
10 dinámica, para formar una corriente de combustible expandida;

* el calentamiento de la corriente de combustible expandida proveniente del segundo dispositivo de expansión dinámica en el intercambiador de calor corriente abajo y en el intercambiador de calor intermediario y en el
15 intercambiador de calor corriente arriba;

* la compresión de la corriente del combustible expandido, caliente, en al menos un compresor acoplado a al menos a una turbina de expansión del primer dispositivo de expansión dinámica y/o el segundo dispositivo de expansión
20 dinámica para formar la corriente de combustible pobre en hidrocarburos C_2^+ ;

- la energía térmica necesaria para el enfriamiento de la corriente con dirección hacia arriba del gas craqueado, hacia la primera temperatura, es proporcionada
25 en el intercambiador de calor corriente arriba por el

intercambio de calor con la corriente de recirculación intermediaria y ventajosamente por el intercambio de calor con la corriente de combustible expandida, sin intercambio de calor con un refrigerante externo que circula en un ciclo de refrigeración;

- la energía térmica necesaria para el enfriamiento de la corriente intermediaria del gas craqueado hasta la segunda temperatura, es proporcionada en el intercambiador de calor intermediario, por el intercambio de calor con la corriente de combustible a alta presión, por el intercambio de calor con la corriente de combustible parcialmente expandida, por el intercambio de calor con la corriente de recirculación intermediaria, y ventajosamente por el intercambio de calor con la corriente de combustible expandida, sin intercambio de calor con un refrigerante externo que circula en un ciclo de refrigeración;

- la energía térmica necesaria para el enfriamiento de la corriente con dirección hacia abajo del gas craqueado hasta la tercera temperatura, es proporcionada en el intercambiador de calor corriente abajo por el intercambio de calor con la corriente de combustible a alta presión por el intercambio de calor con la corriente de combustible parcialmente expandida, ventajosamente por el intercambio de calor con la corriente de combustible expandida, y ventajosamente por el intercambio de calor con

la corriente de gas de recirculación, sin intercambio de calor con un refrigerante externo que circula en un ciclo de refrigeración;

- la corriente de combustible a alta presión, caliente, completa que viene del intercambiador intermediario, es introducida dentro del primer dispositivo de expansión dinámica, la corriente de combustible caliente, parcialmente expandida, completa, proveniente del intercambiador intermediario es introducida dentro del segundo dispositivo de expansión dinámica;

- el paso del tratamiento comprende la introducción de al menos una corriente formada del líquido corriente arriba, el líquido intermediario y/o el líquido corriente abajo en una columna de fraccionamiento y la producción, en la columna de fraccionamiento, de una corriente rica en etileno destinada a formar el corte rico en etileno;

- la corriente de cabeza proveniente de la columna de fraccionamiento es transportada totalmente hacia el intercambiador de calor corriente arriba, y ventajosamente hacia un intercambiador de recalentamiento corriente arriba, antes de ser mezclada con el gas craqueado bruto, sin una fracción de la corriente que es condensada para ser enviada por el reflujo hacia la columna de fraccionamiento;

- el nivel molar de contenido de hidrógeno en la

corriente de combustible a alta presión es mayor de 75%;

- la primera temperatura está por debajo de -63°C , la segunda temperatura está por debajo de -85°C , y la tercera temperatura está por debajo de -125°C ;

5 - el método incluye un paso para la formación de la corriente del combustible pobre en hidrocarburos de C_2^{+} a partir de la corriente de combustible parcialmente expandido, por compresión en al menos un compresor;

 - el método incluye un paso para expandir la
10 corriente del combustible parcialmente expandido, el recalentamiento en al menos un intercambiador de calor.

La invención también se refiere a una planta de fraccionamiento para una primera corriente de gas craqueado proveniente de una planta de pirolisis de hidrocarburos, para
15 obtener un corte rico en etileno y una corriente de combustible pobre en hidrocarburos C_2^{+} , la planta de fraccionamiento comprende:

- una etapa de enfriamiento y compresión para la corriente de gas craqueado bruto que comprende al menos un
20 compresor, para formar una corriente de gas craqueado comprimido;

- un montaje de enfriamiento corriente arriba y de condensación parcial para una corriente con dirección hacia arriba de gas craqueado, obtenida a partir de la
25 corriente del gas craqueado comprimido, el montaje corriente

arriba comprende al menos un intercambiador de calor corriente arriba, y al menos un globo separador corriente arriba para un líquido corriente arriba, para formar una corriente intermedia de gas craqueado, pre-enfriado a una
5 primera temperatura;

- un montaje de enfriamiento intermedio y de condensación parcial para la corriente intermedia de gas craqueado, el montaje intermedio comprende un intercambiador de calor intermedio y un globo de
10 separación intermedio para un líquido intermedio, para formar una corriente con dirección hacia abajo de gas craqueado, enfriado a una segunda temperatura menor que la primera temperatura;

- un montaje de enfriamiento corriente abajo y
15 condensación parcial para la corriente con dirección hacia abajo de gas craqueado, para enfriar la corriente con dirección hacia abajo del gas craqueado, a una tercera temperatura por debajo de la segunda temperatura, el montaje corriente abajo comprende al menos un intercambiador de calor
20 corriente abajo;

- un montaje corriente abajo y un montaje para introducir la corriente con dirección hacia abajo del gas craqueado, parcialmente condensado, que viene del intercambiador de calor corriente abajo hacia el separador
25 corriente abajo;

- un montaje de recuperación, en la cabeza del separador corriente abajo, para la recuperación de una corriente gaseosa de combustible a alta presión, pobre en hidrocarburos de C_2^+ , y la recuperación en el fondo del
5 separador corriente abajo, de un líquido corriente abajo, rico en hidrocarburos de C_2^+ ;

- un montaje de pasaje para la corriente de combustible a alta presión, a través del intercambiador corriente abajo y el intercambiador intermediario, para
10 formar una corriente del combustible a alta presión, recalentado;

- al menos un dispositivo de expansión dinámica para la corriente de combustible a alta presión, recalentado, para obtener una corriente de combustible parcialmente
15 expandido;

- un montaje de pasaje para la corriente de combustible parcialmente expandido, a través del intercambiador corriente abajo y el intercambiador intermediario para recalentar la corriente de combustible
20 parcialmente expandido;

- un montaje de tratamiento para al menos una corriente líquida obtenida en al menos uno de los montajes de enfriamiento corriente arriba, el enfriamiento intermediario, y el enfriamiento corriente abajo, para formar el corte rico
25 en etileno;

en donde la planta comprende:

- un montaje para formar una corriente de recirculación intermediaria, expandida, a partir de un líquido obtenido en al menos uno de los montajes de enfriamiento corriente arriba y/o enfriamiento intermediario, corriente arriba del montaje de enfriamiento corriente abajo;
 - un montaje para la circulación de la corriente de recirculación intermediaria al menos en el intercambiador de calor corriente arriba, para enfriar la corriente con dirección hacia arriba del gas craqueado;
 - un montaje para reintroducir la corriente de recirculación intermediaria, caliente, dentro del gas craqueado bruto, corriente arriba de al menos un compresor de la etapa de enfriamiento y compresión,
- los montajes de enfriamiento corriente arriba, intermediario y el enfriamiento corriente abajo están configurados para enfriar respectivamente la corriente con dirección hacia arriba del gas craqueado, la corriente intermediaria del gas craqueado y la corriente con dirección hacia abajo del gas craqueado, sin intercambio de calor con un ciclo de refrigeración externo, tal como un ciclo de etileno.

La invención será comprendida mejor después de la lectura de la siguiente descripción, proporcionada únicamente como un ejemplo y realizada con referencia a las figuras

anexas, en las cuales:

- la **figura 1** es un diagrama funcional de bloques de una primera planta de fraccionamiento de acuerdo a la invención, destinada para la implementación de un primer
5 método de acuerdo a la invención, y

- la **figura 2** es un detalle de una planta de fraccionamiento alternativa de acuerdo a la invención.

De aquí en adelante, una misma referencia designa una corriente que circula en un tubo y el tubo que transporta
10 esa corriente. Además, a no ser que se indique de otro modo, los porcentajes son porcentajes molares y las presiones tienen que ser entendidas en bar relativos.

Una primera unidad de craqueo (desintegración catalítica) de vapor 10 de acuerdo a la invención se muestra
15 en la figura 1.

Esta unidad 10 está destinada a formar un corte rico en etileno 12 y una corriente de gas combustible 14 pobre en hidrocarburos de C_2^+ , a partir de una carga 16.

La unidad 10 comprende una planta de pirolisis de
20 hidrocarburos 18 que incluye un horno de craqueo de vapor destinado para producir una corriente de gas craqueado bruto 20. Ésta incluye además una planta de fraccionamiento 22 para el gas tratado bruto para formar la corriente de gas combustible 14 y el corte rico en etileno 12.

25 La carga 16 es ventajosamente formada por al menos

60% mol de etano, en asociación con propano, butano, nafta y/o combustible diesel.

El horno de craqueo de vapor 18 es capaz de circular la carga 16 para calentarla a una temperatura superior a 800°C. Esto provoca la desintegración térmica de las moléculas de hidrocarburo contenida en la carga 16, con el fin de formar la corriente de gas craqueado bruto 20.

La planta de fraccionamiento 22 incluye sucesivamente una etapa de enfriamiento y compresión 24, y un montaje corriente arriba 26, un montaje intermediario 28 y un montaje corriente abajo 30 para el enfriamiento y la separación del gas craqueado.

De acuerdo a la invención, el montaje corriente arriba 26, el montaje intermediario 28 y el montaje corriente abajo 30 no tienen ciclo de enfriamiento externo, en particular usando etileno.

La planta 22 incluye además un montaje de tratamiento 32 para líquidos formados en los montajes 26 al 30, y el montaje de expansión y calentamiento 34 del gas combustible.

La etapa de compresión y enfriamiento 24 incluye un dispositivo de enfriamiento (no mostrado), un compresor primario 36 y un compresor secundario 38, el compresor secundario 38 está colocado corriente abajo del compresor primario 36.

El montaje de enfriamiento y separación corriente arriba incluye un primer globo separador corriente arriba 40, un intercambiador de calor corriente arriba 42, y un segundo globo separador corriente arriba 46.

5 El montaje de enfriamiento y separación intermedio 28 incluye, desde la dirección corriente arriba hacia corriente abajo, un intercambiador de calor intermedio 50 y un globo separador intermedio 56. En este ejemplo, el montaje intermedio 28 comprende un
10 intercambiador de calor intermedio simple 50.

El montaje de enfriamiento y separación corriente abajo 30 comprende un intercambiador de calor corriente abajo 58, y un globo separador corriente abajo 60 destinado a producir la corriente de gas combustible.

15 El montaje de tratamiento de líquido 32 incluye una columna de fraccionamiento 62, un intercambiador de calor de re-ebullición 64, y una bomba de fondo de columna 66.

En este ejemplo, el montaje 32 comprende además ventajosamente un intercambiador de calor de respaldo 67,
20 capaz de proporcionar energía térmica de enfriamiento, variable, basado en la energía de enfriamiento térmica proporcionada por el intercambiador de calor de re-ebullición 64. Este intercambiador de calor de respaldo 67 es por ejemplo suministrado con refrigerante por propileno.

25 El montaje de expansión y calentamiento 34

comprende un primer dispositivo de expansión dinámica 68, y ventajosamente un segundo dispositivo de expansión dinámica 70. Los dispositivos 68, 70 cada uno tienen al menos una turbina de expansión dinámica 68A, 70A.

5 El montaje de expansión y calentamiento 34 incluye además un intercambiador de calor de recalentamiento 72, un primer dispositivo de compresión 74 y un segundo dispositivo de compresión 75, los dispositivos 74 y 75 cada uno tienen al menos un compresor 74A y 75A, los cuales están cada uno
10 acoplados a una turbina de expansión respectiva 68A, 70A del primer dispositivo de expansión dinámica 68 y el segundo dispositivo de expansión dinámica 70.

El intercambiador de calor de recalentamiento 72 enfría un refrigerante que circula en un ciclo de
15 refrigeración de propileno 78. El ciclo de propileno 78 incluye un intercambiador de calor de fondo 80 colocado corriente abajo de la bomba de fondo 66 de la columna. El intercambiador 80 puede ser integrado dentro del intercambiador 72.

20 Un primer método de acuerdo a la invención, implementado en la unidad 10 para tratamiento de la corriente de gas craqueado, resultante del craqueo de vapor de la carga 16, será ahora descrito.

Inicialmente, la carga 16 que contiene una mayor
25 parte del etano es introducida dentro del horno de craqueo de

vapor 18, para ser calentada a una temperatura mayor de 800°C y sufrir desintegración térmica.

Una corriente del gas craqueado bruto 20 es extraída del horno 18 a una temperatura por debajo a 800°C y
5 a una presión mayor de 1 bar.

Esta corriente 20 es en seguida enfriada e introducida dentro del compresor primario 36 para ser comprimida a una presión mayor de 10 bar, sustancialmente menor que la presión en la columna de fraccionamiento 62,
10 luego en el compresor secundario 38 para ser comprimida a una presión mayor de 30 bar.

La corriente comprimida de gas craqueado 90 que viene del compresor secundario 38, es enseguida separada de una primera fracción de re-ebullición 92 y una segunda
15 fracción 94.

En el ejemplo mostrado en la figura 1, la fracción de re-ebullición 92 es primeramente insertada dentro del intercambiador térmico de respaldo 67 para ser parcialmente enfriada en éste, por una energía térmica comandada como una
20 función de la energía térmica necesitada por el intercambiador térmico de re-ebullición 64.

La fracción de re-ebullición 92 es introducida dentro el intercambiador térmico de re-ebullición 64, para ser enfriada y parcialmente condensada en éste.

25 La segunda fracción 94 es pasada a través de una

primera válvula de control de velocidad de flujo 96, antes de ser mezclada con la fracción de re-ebullición 92 que viene del intercambiador 64 para formar una corriente de gas craqueado, comprimida, parcialmente condensada 98.

5 En una alternativa del método, la corriente de gas craqueado 90 puede circular ventajosamente, parcial o completamente, a través del intercambiador térmico de recalentamiento 72 y/o el intercambiador térmico de respaldo 67, antes de la separación en las dos fracciones 92 y 94, con
10 el fin de enfriarse en el intercambiador 72 y/o en el intercambiador térmico de respaldo 67.

La proporción molar de la primera fracción de re-ebullición 92 a la segunda fracción 94 está comprendida entre 0% y 20%. La corriente de gas craqueado, parcialmente
15 condensado, 98 contiene al menos 15% mol de líquido. Este tiene una temperatura por debajo de -30°C .

Posteriormente, la corriente 98 es introducida dentro del primer globo separador 40 corriente arriba para formar un primer líquido corriente arriba 100 y una corriente
20 con dirección hacia arriba del gas craqueado 102.

El primer líquido corriente arriba 100 es tomado del fondo del primer globo separador 40, y es introducido a un nivel menor N1 de la columna de fraccionamiento 62, después del paso y expansión en una segunda válvula de
25 control y velocidad de flujo 104.

La presión en la columna de fraccionamiento 62 está ventajosamente comprendida entre 10 bar y 14 bar.

La corriente con dirección hacia arriba de gas craqueado 102 es enseguida introducida dentro del intercambiador térmico 42 corriente arriba. Ésta es enfriada y parcialmente condensada en el intercambiador térmico corriente arriba 42.

De acuerdo a la invención, y como se verá más adelante, el enfriamiento y la condensación parcial de la corriente con dirección hacia arriba de gas craqueado 102 no requiere el uso de un refrigerante externo, circulando en un ciclo de refrigeración, en particular con etileno.

La corriente con dirección hacia arriba de gas craqueado 102 es enfriado a una primera temperatura por debajo de -63°C y en particular sustancialmente comprendida entre -63°C y -78°C en el intercambiador térmico corriente arriba 42.

En la salida del intercambiador térmico corriente arriba 42, es obtenida una corriente con dirección hacia arriba parcialmente condensada 110, de gas craqueado. Esta corriente con dirección hacia arriba del gas craqueado, parcialmente condensado, 110 es introducido adentro del segundo globo separador corriente arriba 46.

El nivel molar de contenido de líquido en la corriente con dirección hacia arriba del gas craqueado,

parcialmente condensado, 110 está comprendida entre 30% y 60%.

En el segundo globo separador corriente arriba 46, la corriente con dirección hacia arriba del gas craqueado, parcialmente condensado, 110 se separa en un segundo líquido corriente arriba 112 y una corriente de gas intermediaria 114 de gas craqueado enfriado a una primera temperatura por debajo de -63°C .

El segundo líquido corriente arriba 112 es recuperado en el fondo del segundo globo separador corriente arriba 46. Una primera fracción 113 del segundo líquido corriente arriba 112 pasa a una tercera válvula de control de velocidad de flujo 116 y es introducido, después de la expansión, a un nivel N2 de la columna de fraccionamiento 62 situada por arriba del nivel N1, ventajosamente en la cabeza de la columna 62.

La corriente intermediaria de gas craqueado 114 es introducida dentro del primer intercambiador térmico intermediario 50 para ser enfriada en éste a una temperatura por debajo de -85°C y para formar una corriente intermediaria parcialmente condensada 126 de gas craqueado. La corriente 126 tiene una temperatura menor de -85°C , en particular comprendida entre -105°C y -120°C , y un nivel de contenido de líquido comprendido entre 5% mol y 30% mol.

En el método de acuerdo a la invención, el

enfriamiento de la corriente 114 es realizado por el paso simple en un intercambiador térmico intermediario 50, sin tener que pasar en otro intercambiador térmico intermediario, o sin contacto térmico con un refrigerante externo que
5 circula en un ciclo de refrigeración externo, en particular un ciclo de etileno.

La corriente intermediaria parcialmente condensada de gas craqueado 126 es enseguida introducida dentro del globo separador intermediario 56, para formar un líquido
10 intermediario 128 y la corriente de gas corriente abajo 130 de gas craqueado.

De acuerdo a la invención, al menos una corriente de recirculación intermediaria, expandida 170 es formada a partir de un líquido 112, 128 obtenido durante el
15 enfriamiento corriente arriba y/o los pasos de enfriamiento intermediarios, corriente arriba del paso de enfriamiento corriente abajo.

En este ejemplo, la corriente de recirculación intermediaria, expandida 170 es formada a partir de una
20 segunda fracción 122 del líquido corriente arriba 112 y de una primera fracción 132 de líquido intermediario 128.

Para este fin, la segunda fracción 122 del líquido corriente arriba 112 es introducida y expandida en una cuarta válvula de control 124. La velocidad de flujo molar de la
25 segunda fracción 122 del líquido corriente arriba 112

representa ventajosamente entre 50 % mol y 90 % mol de la velocidad de flujo molar de líquido corriente arriba 112.

La primera fracción 132 del segundo líquido intermediario 128 es introducida y expandida en una quinta
5 válvula de control de velocidad de flujo 134.

Una segunda fracción de recirculación 136 del segundo líquido intermediario 128 es sub-enfriada en el intercambiador de calor corriente abajo 58, como se observará posteriormente.

10 La velocidad de flujo molar de la primera fracción 132 del líquido intermediario 128 representa ventajosamente entre 70 % mol y 100 % mol de la velocidad de flujo molar de líquido intermediario 128.

Las fracciones 122, 132 son enseguida mezcladas
15 para formar la corriente de recirculación intermediaria 170.

La temperatura de la corriente de recirculación intermediaria 170 está comprendida entre -75°C y -95°C, después de la expansión en las válvulas 124, 134 y antes de la introducción en el intercambiador de calor 50.

20 La corriente de recirculación intermediaria 170 es enseguida recalentada a través del intercambiador de calor 50 intermediario, el intercambiador de calor corriente arriba 42 y el intercambiador de calor de recalentamiento 72.

Este es enseguida reinyectado dentro del gas
25 craqueado bruto 20, en la etapa de compresión y enfriamiento

24, corriente arriba de al menos un compresor 36, 38.

En el ejemplo mostrado en la figura 1, la corriente de recirculación intermediaria 170 es reinyectada dentro del gas craqueado bruto 20 entre el primer compresor 36 y el
5 segundo compresor 38.

De acuerdo a la invención, la corriente de recirculación intermediaria 170 no es completamente expandida. La corriente 170 es de hecho expandida a presión media, haciendo posible reinyectarla después del primer
10 compresor 36.

De este modo, la presión de la corriente de recirculación intermediaria 170, expandida, después de la expansión en las válvulas 124, 134 y antes de su paso en el intercambiador de calor intermediario 50, es mayor del 15 % y
15 está ventajosamente comprendida entre 20 % y 50 % de la presión de la corriente de gas craqueado comprimido 90.

Ventajosamente, la presión de la corriente de recirculación intermediaria 170 expandida es mayor de 5 bar, y está en particular comprendida entre 5 bar y 30 bar, en
20 particular entre 8 bar y 15 bar.

La velocidad de flujo molar de la corriente de recirculación intermediaria 170 es alta. Esta velocidad de flujo molar es 25 % más alta que la velocidad de flujo molar de la corriente de gas craqueado bruto 20 antes del paso en
25 la etapa de enfriamiento y compresión 24. Esta velocidad de

flujo molar está en particular comprendida entre 30 % y 60 % de la velocidad de flujo molar de la corriente del gas craqueado bruto 20, ventajosamente entre 40 % y 60 % de la velocidad de flujo molar de la corriente de gas craqueado
5 bruto 20.

La corriente de recirculación intermediaria 170 es rica en etileno. El contenido molar del etileno en la corriente de recirculación intermediaria 170 es ventajosamente mayor de 50 %, y está en particular
10 comprendido entre 55 % y 65 %.

Típicamente, el nivel de contenido molar del etano en la corriente de recirculación intermediaria 170 está comprendido entre 15 % y 30 %, el nivel de contenido molar del metano en la corriente de recirculación intermediaria 170
15 está comprendido entre 10 % y 20 %.

Ventajosamente, la corriente de recirculación intermediaria 170 incluye menos de 3 % mol de hidrógeno, y menos de 1 % mol de compuestos que incluyen tres o más moléculas de carbono.

Una ventaja mayor de esta invención es que la
20 composición molar típica de la corriente 170 es sustancialmente constante sobre el tiempo, independientemente del contenido de etano en la corriente de gas craqueado bruto 20. Esta composición varía poco con la conversión de la carga
25 16 en el horno 18. El método de fraccionamiento de acuerdo a

la invención es por lo tanto estabilizado por la adición de la corriente 170 dentro de la corriente de gas craqueado bruto 20, incluso si la composición del gas craqueado bruto 20, varía.

5 La corriente 170 enriquece la corriente del gas craqueado bruto 20 con etileno, después de su reinyección en la corriente 20.

De este modo, la proporción del contenido molar de etileno al contenido molar de hidrógeno en la corriente de
10 gas craqueado bruto comprimido 90, después de la reintroducción de la corriente de recirculación intermedia 170 expandida, es mayor de 1.3 veces, en particular mayor de 1.5 veces, la proporción del contenido molar de etileno al contenido molar de hidrógeno en la corriente de gas craqueado
15 bruto 20, antes de la reinyección de la corriente de recirculación intermedia 170 expandida.

Esto tiene el efecto benéfico de incrementar la presión parcial de etileno y condensar el etileno en las corrientes 90, 98, 102, 114, 130 a una temperatura más alta,
20 reduciendo el costo de energía.

La corriente de gas craqueado 130 con dirección hacia abajo, es introducida dentro del intercambiador de calor corriente abajo 58 para ser enfriada en éste y para formar una corriente con dirección hacia abajo 140 del gas
25 craqueado parcialmente condensado. La temperatura de la

corriente 140, en la salida del intercambiador de calor corriente abajo 58, es menor de -125°C , y está en particular comprendida entre -125°C y -140°C .

La corriente 140 es enseguida introducida dentro
5 del globo separador corriente abajo 60 para ser separada en éste dentro de un líquido corriente abajo 142 y una corriente de gas combustible 144 a una presión alta destinado a ser expandido. La corriente del gas combustible 144 incluye más de 75 % mol de hidrógeno y menor de 0.5 % mol de
10 hidrocarburos C_2+ .

La corriente 144 es introducida una primera vez dentro del intercambiador de calor corriente abajo 58 para ser recalentada por el intercambio de calor a contracorriente con la corriente con dirección hacia abajo 130 del gas
15 craqueado enfriado, luego en el expansor térmico 50 para ser recalentada en éste por el intercambio de calor con la primera corriente intermedia del gas craqueado 114 hasta una temperatura superior a -85°C .

La corriente de gas combustible a alta presión 146,
20 recalentada a una temperatura por arriba de -85°C es enseguida introducida dentro de una turbina de expansión dinámica 68A del primer dispositivo de expansión dinámica 68, para ser expandida a una presión menor de 12 bar y para formar una corriente 148 de gas combustible a una presión
25 intermedia.

La temperatura de la corriente 148 está por debajo de -150°C . La corriente 148 es luego introducida nuevamente dentro del intercambiador de calor corriente abajo 58, luego hacia el intercambiador de calor intermediario 50 para
5 recalentar sucesivamente por intercambio de calor con la corriente 130 y la corriente 114, respectivamente, como se describió previamente.

Este paso de la corriente 148 a través de los intercambiadores 50, 58 es realizado entre una turbina 68A
10 del primer dispositivo 68 y una turbina 70A del segundo dispositivo 70.

Ventajosamente, la corriente 150 del gas combustible recalentado a una presión intermedia, es enseguida introducida dentro de una turbina de expansión
15 dinámica 70A del segundo dispositivo de expansión dinámica 70, para ser expandida en ésta a una presión por debajo de 4 bar y para formar una corriente enfriada de gas combustible 152 a una baja presión.

La temperatura de la corriente 152 está entonces
20 por debajo de -115°C , y su presión está por debajo de 4 bar.

La corriente 152 es enseguida sucesivamente introducida dentro del expensor de calor corriente abajo 58, luego dentro del intercambiador de calor 50 para ser recalentada en éste a contracorriente a la corriente 130 y la
25 corriente 114, respectivamente, como se describió

anteriormente.

La corriente del gas combustible a baja presión 154, recalentado, que viene del primer intercambiador de calor intermediario 50, es enseguida sucesivamente
5 introducida dentro del intercambiador de calor corriente arriba 42, para ser colocado en una relación de intercambio de calor con la corriente gaseosa del gas craqueado 102, luego en el intercambiador de calor de recalentamiento 72.

En el intercambiador de calor de recalentamiento
10 72, la corriente 154 se recalienta por el intercambio de calor con el refrigerante de propileno 156 que circula en el ciclo de refrigeración 78.

La corriente 160 del gas combustible recalentado, a baja presión, que viene del intercambiador 72 tiene de este
15 modo una presión cercana a la presión atmosférica.

La corriente 160 es enseguida sucesivamente introducida dentro del compresor 75A del segundo dispositivo de compresión 75, luego dentro del compresor 74A del dispositivo de compresión corriente abajo 74 para formar la
20 corriente de combustible 14 destinada a suministrar a la red de la planta. La presión de la corriente 14 es mayor de 5 bar.

El contenido de etileno en el gas combustible a alta presión 144, como en el gas combustible 14, está por
25 debajo de 0.5 % mol. La proporción de recuperación de etileno

en la planta es superior a 99.5 %.

La corriente de combustible 14 comprende ventajosamente más de 99 % del metano contenido en la corriente del gas craqueado bruto 20.

5 El líquido corriente abajo 142 incluye más de 25 % mol de hidrocarburos C_2+ . Éste es introducido dentro del intercambiador de calor corriente abajo 58 para ser subenfriado en éste a una temperatura por debajo de -130°C .

Después del paso del intercambiador 58, los
10 líquidos 136, 142 son expandidos, luego son mezclados y sucesivamente introducidos dentro de los intercambiadores de calor 58, 50, 42 y 72 para recalentarse y evaporarse por el intercambio de calor con las respectivas corrientes que circulan en estos intercambiadores.

15 Estas luego forman una corriente gaseosa de recirculación 162, precalentada, que tiene una temperatura por arriba de 10°C . La corriente gaseosa 162 es reintroducida dentro de la corriente de gas craqueado bruto 20, en el compresor primario 36.

20 La corriente gaseosa de recirculación 162 es expandida a una baja presión. De este modo, ésta es expandida a una presión menor que aquella de la corriente de recirculación intermediaria 170, en particular 40 % más baja que la presión de la corriente de recirculación intermediaria
25 170.

La presión de la corriente gaseosa de recirculación 162, antes del paso en el intercambiador de calor corriente abajo 58, es menor de 5 bar, en particular menor de 2 bar.

La columna de fraccionamiento 62 produce una corriente de cabeza 164 rica en metano y una corriente de fondo 166 rica en etileno.

La corriente de cabeza 164 es introducida, después de recalentarse en el intercambiador de calor corriente arriba 42, luego después de recalentarse en el intercambiador de calor de recalentamiento 72, en la corriente de gas craqueado bruto 20, entre el compresor primario 36 y el compresor secundario 38.

La corriente de fondo 166 que viene de la columna de fraccionamiento 62 es bombeada por la bomba 66, antes de ser introducida dentro del intercambiador de calor de recuperación 80 (el cual puede ser incorporado en el intercambiador 72). Esta es luego recalentada en contacto con el propileno que forma el refrigerante del ciclo 78. Después del paso en el intercambiador 80, el corte 12 rico en etileno es formado. Este corte 12 incluye más de 99.5 % mol de etileno contenido en la corriente del gas craqueado bruto 20.

De acuerdo a la invención, la corriente con dirección hacia arriba del gas craqueado 102, que ha sido enfriada a una temperatura comprendida entre -30°C y -50°C debido a la refrigeración formada por los intercambiadores 64

y 67, es enseguida enfriada a una temperatura por debajo de -63°C en el intercambiador 42, luego a una temperatura por debajo de -85°C en el intercambiador 50, y enseguida a una temperatura por debajo de -125°C en el intercambiador 58.

5 Este enfriamiento es realizado exclusivamente por el intercambio térmico con la corriente de gas combustible a alta presión 144, con la corriente de gas combustible parcialmente expandido 148, ventajosamente con la corriente de gas combustible expandido 152, y por el recalentamiento de
10 la corriente de recirculación 162, asociado con el recalentamiento de la corriente de recirculación intermedia 170.

 Por lo tanto, no es necesario proporcionar un ciclo de refrigeración externo, en particular usando etileno. Esto
15 disminuye el consumo de energía del método y la inversión necesaria para llevarlo a cabo.

 El método de acuerdo a la invención es por lo tanto particularmente adecuado para unidades de capacidad pequeña y media para las cuales la inversión y los costos de
20 mantenimiento deben ser reducidos al mínimo.

 De este modo, es posible tener una energía de refrigeración específica baja, al tiempo que se mantiene una proporción de recuperación de etano mayor de 99.5 % y produciendo un corte rico en etileno 12.

25 Este resultado es obtenido por la disminución de la

inversión necesaria para la planta, ya que no es necesario proporcionar equipo necesario para la implementación de un ciclo de refrigeración externo usando etileno, tales como los compresores, intercambiadores y globos separadores.

5 El método de acuerdo a la invención puede ser también iniciado sin que sea necesario proporcionar inicialmente etileno, por ejemplo en sitios que son difíciles de acceder.

Los ejemplos de temperatura, presión, velocidad de
10 flujo molar y composición de los flujos 20, 90, 170 y 144 se dan como una ilustración en la tabla siguiente.

15

20

25

Flujo	20	90	170	144
Velocidad de flujo (base 100)	100	170	50	2
Temperatura (°C)	Ambiente	Ambiente a -20°C	-75°C a -95°C	-130°C a -155°C
Presión (bar)	0.8	35	10.5	1
Composición				
Hidrógeno	36 %	22 %	2 %	15 %
Metano	7 %	12 %	15 %	53 %
Etileno	34 %	44 %	60 %	29 %

Etano	21 %	21 %	22 %	3 %
C3+	2 %	1 %	0 %	0 %

Esta tabla ilustra el incremento en el contenido de etileno en el flujo 90, debido al flujo 170 así como su efecto estabilizador. El incremento en este nivel de contenido a una presión constante crea el incremento en la presión parcial de etileno, lo cual hace posible condensar el etileno a una temperatura más alta y con un menor costo de energía.

La energía consumida por los compresores es dada en la siguiente tabla, en el caso de una expansión a presión media de la corriente de recirculación intermedia 170: la energía es expresada en base 100 con relación a la etapa de compresión 24 del método de acuerdo a WO 2011/051614.

Energía consumida (base 100)	Método de acuerdo a WO 2011/051614	Método de acuerdo a la invención
Etapa de compresión 24	100	120
Refrigerante con propileno	60	60
Refrigerante con etileno	20	-
Total	180	180

El método de acuerdo a la invención hace posible obtener una energía térmica consumida similar a aquella del método ventajoso descrito en el documento W0 2011/051614, pero sin requerir la implementación de un ciclo de etileno.

5 Este resultado es obtenido particularmente y de manera sorprendente con una expansión de la corriente de recirculación intermedia 170 a una presión media, y no a una presión baja, como es en general realizado para obtener las temperaturas post-expansión más frías posibles.

10 En una alternativa del método, mostrado en líneas discontinuas en la Figura 1, una fracción 180 de la corriente de cabeza del gas combustible 144, es retirada e inyectada dentro de la corriente de recirculación gaseosa 162, después de la expansión en una válvula de control 182.

15 La proporción de la velocidad de flujo molar de la fracción 180 a la velocidad de flujo molar de la corriente de cabeza del gas combustible 144 antes del retiro, es menor de 5 %, y en particular comprendida entre 0.5 % y 2 %.

 En otra alternativa del método, mostrada en líneas discontinuas en la Figura 1, una corriente de desviación 200 es retirada de la corriente intermedia del gas craqueado 114, corriente arriba del intercambiador de calor intermedio 50. La corriente de desviación 200 es expandida en la válvula de control 202, luego es inyectada en la
25 corriente de recirculación intermedia expandida 170.

La proporción de la velocidad de flujo molar por la corriente de desviación a la velocidad de flujo molar de la corriente intermediaria de gas craqueado 114 antes del retiro, es menor del 5 %, y en particular está comprendida entre 1 % y 3 %.

En otra alternativa del método, los líquidos 136 y 142 son introducidos separadamente en los intercambiadores de calor 50, 42, 72 para recalentarse, antes de ser reintroducidos dentro de la corriente de gas craqueado bruto 20.

En una alternativa, cada dispositivo de expansión dinámica 68 comprende una pluralidad de turbinas de expansión dinámica, por ejemplo 2 a 3 turbinas de expansión dinámica. En otra alternativa, un compresor adicional es colocado corriente abajo de los compresores 76A, 76B para comprimir el gas combustible 14 a una presión más alta.

En otras alternativas, la unidad de tratamiento comprende una pluralidad de columnas de fraccionamiento como se describe por ejemplo en la Patente Europea EP 1,215,459.

El método ilustrado parcialmente en la figura 2 difiere de aquel ilustrado en la figura 1 en que incluye la formación de una primera corriente de recirculación intermediaria 170 proveniente de la segunda fracción 122 del líquido corriente arriba 112, y la formación de una segunda corriente de recirculación intermediaria 270, diferente de la

primera corriente de recirculación intermediaria 170, proveniente de la primera fracción 132 del líquido intermediario 128.

Cada corriente 170, 270 es enseguida recalentada
5 separadamente a través del intercambiador de calor intermediario 50, el intercambiador de calor corriente arriba 42 y el intercambiador de calor de recalentamiento 72.

Cada corriente 170, 270 es enseguida reinyectada dentro del gas craqueado bruto 20, en la etapa de compresión
10 y enfriamiento 24, corriente arriba de al menos un compresor 36, 38.

Se notará, como se muestra en la Figura 1, que la corriente completa de combustible a alta presión 144 es recalentada sucesivamente en el intercambiador de calor
15 corriente abajo, y en el intercambiador de calor intermediario 50 antes de ser introducida completamente en el primer dispositivo de expansión dinámica 68.

De igual modo, la corriente completa del combustible parcialmente expandido 148 que viene del primer
20 dispositivo de expansión dinámica 68 es sucesivamente pasada en el intercambiador corriente abajo 58 y en el intercambiador intermediario 50, antes de ser introducida completamente en el segundo dispositivo de expansión dinámica 70.

25 La corriente de combustible completamente expandida

152 proveniente del segundo dispositivo de expansión dinámica 70 es enseguida introducida dentro del intercambiador de calor corriente abajo 58 y dentro del intercambiador de calor intermedio 50.

5 De este modo, la recuperación de las frigorías es máxima para permitir el enfriamiento del gas.

Se notará además que los globos 40, 46 56 y 60 son globos separadores simples, y no columnas de destilación. De este modo, estos globos no tienen placas o charolas.

10 La columna de fraccionamiento 62 es una columna del tipo "depurador". De este modo, la corriente de cabeza 164 rica en metano que viene de la columna 62 es completamente devuelta al gas craqueado bruto 20, sin una fracción de esta corriente 164 que sea condensada para ser enviada en el
15 reflujo hacia la columna 62.

Se hace constar que con relación a esta fecha, el mejor método conocido por la solicitante para llevar a la práctica la citada invención, es el que resulta claro de la presente descripción de la invención.

20

25

REIVINDICACIONES

Habiéndose descrito la invención como antecede, se reclama como propiedad lo contenido en las siguientes reivindicaciones:

- 5 1. Un método para el fraccionamiento de una corriente de gas craqueado (desintegrado) proveniente de una planta de pirolisis de hidrocarburos para obtener un corte rico en etileno y una corriente de combustible pobre en hidrocarburo C_2^+ , el método comprende los siguientes pasos:
- 10 - la compresión de la corriente de gas craqueado bruto en al menos un compresor de una etapa de enfriamiento y compresión, para formar una corriente de gas craqueado, comprimido;
- el enfriamiento corriente arriba y la
- 15 condensación parcial, en al menos un intercambiador de calor corriente arriba, de una corriente con dirección hacia arriba del gas craqueado, obtenida a partir de la corriente de gas craqueado, comprimido, y la separación de un líquido corriente arriba en al menos un globo corriente arriba para
- 20 formar una corriente intermediaria de gas craqueado, pre-enfriado a una primera temperatura;
- el enfriamiento intermediario y la condensación parcial de la corriente intermediaria de gas craqueado en un intercambiador de calor intermediario y la
- 25 separación de un líquido intermediario en un globo de

separación intermediario, para formar una corriente con dirección hacia abajo del gas craqueado, enfriada a una segunda temperatura menor que la primera temperatura;

- el enfriamiento corriente abajo y la
5 condensación parcial de la corriente con dirección hacia abajo del gas craqueado en al menos un intercambiador de calor corriente abajo hasta una tercera temperatura menor que la segunda temperatura;

- la introducción de la corriente con dirección
10 hacia abajo del gas craqueado, parcialmente condensado, a partir del intercambiador de calor corriente abajo, en un separador corriente abajo;

- la recuperación, en la cabeza del separador corriente abajo, de una corriente de gas del combustible a
15 alta presión, pobre en hidrocarburos C_2^+ , y la recuperación, en el fondo del separador corriente abajo, de un líquido corriente abajo, rico en hidrocarburos C_2^+ ;

- el paso de la corriente del combustible a alta presión a través del intercambiador corriente abajo y el
20 intercambiador intermediario para formar una corriente de combustible a alta presión, caliente;

- la expansión de la corriente de combustible a alta presión, caliente, en al menos un primer dispositivo de expansión dinámica para obtener una corriente del combustible
25 parcialmente expandido;

- el calentamiento de la corriente de combustible parcialmente expandido a través del intercambiador corriente abajo y el intercambiador intermediario;

5 - el tratamiento de al menos una corriente líquida obtenida durante el enfriamiento corriente arriba, el enfriamiento intermediario y los pasos de enfriamiento corriente abajo, para formar el corte rico en etileno;

 caracterizado porque comprende los siguientes
10 pasos:

 - formar una recirculación intermediaria, expandida, a partir de un líquido obtenido durante el enfriamiento corriente arriba y/o los pasos de enfriamiento intermedios, corriente arriba del paso de enfriamiento
15 corriente abajo;

 - hacer circular la corriente de recirculación intermediaria al menos en el intercambiador de calor corriente arriba, para enfriar la corriente con dirección hacia arriba, del gas craqueado;

20 - reintroducir la corriente de recirculación intermediaria, recalentada, en el gas craqueado bruto, corriente arriba de al menos un compresor de la etapa de enfriamiento y compresión,

 los pasos de enfriamiento corriente arriba,
25 intermedio y corriente abajo son llevados a cabo sin

intercambio de calor respectivamente de la corriente con dirección hacia arriba del gas craqueado, la corriente intermedia del gas craqueado y la corriente con dirección hacia abajo del gas craqueado, con un ciclo de refrigeración externo, tal como un ciclo de etileno.

2. El método de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque la presión de la corriente de recirculación intermedia, expandida, es mayor del 15 %, y está ventajosamente comprendida entre 20 % y 50 % de la presión de la corriente de gas craqueado, comprimido.

3. El método de conformidad con la reivindicación 1 o 2, caracterizado porque la presión de la corriente de recirculación intermedia, expandida, es mayor de 5 bar y está en particular comprendida entre 5 bar y 20 bar.

4. El método de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la velocidad de flujo molar de la corriente de recirculación intermedia, expandida es mayor de 25 %, y está en particular comprendida entre 30 % y 60 % de la velocidad de flujo molar de la corriente del gas craqueado bruto.

5. El método de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el contenido molar de etileno en la corriente de recirculación intermedia, expandida es mayor de 50 %, y está en particular comprendida entre 55 % y 65 %.

6. El método de conformidad con la reivindicación 5, caracterizado porque el nivel de contenido molar del etano en la corriente de recirculación intermediaria está comprendido entre 15 % y 30 %, el nivel de contenido molar del metano en la corriente de recirculación intermediaria está comprendido entre 10 % y 20 %.

7. El método de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la proporción del contenido molar de etileno al contenido molar de hidrógeno en la corriente de gas craqueado, bruto, comprimido, después de la reintroducción de la corriente de recirculación intermediaria expandida, es mayor de 1.3 veces la proporción del contenido molar de etileno al contenido molar de hidrógeno en la corriente gaseosa craqueada, bruta, antes de la reintroducción de la corriente de recirculación intermediaria, expandida en la corriente de gas craqueado bruto.

8. El método de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la temperatura de la corriente de recirculación intermediaria está comprendida entre -75°C y -95°C , después de la expansión, y antes de la introducción en el intercambiador de calor.

9. El método de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque comprende

la formación de una corriente de recirculación expandida a partir de al menos una fracción de un líquido intermediario, y/o al menos una fracción del líquido corriente abajo, la corriente de recirculación expandida es introducida dentro
5 del intercambiador de calor corriente abajo, y/o dentro del intercambiador de calor intermedio, antes de ser mezclada con la corriente de gas craqueado bruto, antes del paso de la corriente de gas craqueado bruto en al menos un compresor de la etapa de enfriamiento y compresión, la presión de la
10 corriente de recirculación expandida es más baja que la presión de la corriente de recirculación intermediaria, expandida.

10. El método de conformidad con la reivindicación 9, caracterizado porque comprende la inyección de al menos
15 una fracción tomada de la corriente de gas combustible a alta presión, dentro de la corriente de recirculación expandida.

11. El método de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque comprende el retiro de una corriente de desviación proveniente de la
20 corriente de gas craqueado intermediario, corriente arriba del intercambiador de calor intermediario, y la inyección de la corriente de desviación, después de la expansión, en la corriente de recirculación intermediaria, expandida.

12. El método de conformidad con cualquiera de las
25 reivindicaciones precedentes, caracterizado porque comprende

la formación de al menos una corriente de recirculación intermediaria a partir del líquido corriente arriba que viene del globo separador corriente arriba, y la formación de al menos una corriente de recirculación intermediaria
5 proveniente del líquido intermediario proveniente del globo separador intermediario.

13. El método de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque comprende la provisión de una relación de intercambio de calor entre al
10 menos una fracción de la corriente de gas craqueado comprimido, y un refrigerante que circule en un sitio de refrigeración externo, luego su introducción dentro de un globo separador corriente arriba, para formar la corriente con dirección hacia arriba del gas craqueado.

15 14. Una planta de fraccionamiento para una primera corriente de gas craqueado proveniente de una planta de pirolisis de hidrocarburos, para obtener un corte rico en etileno y una corriente de combustible pobre en hidrocarburos C_2^+ , la planta de fraccionamiento comprende:

20 - una etapa de enfriamiento y compresión para la corriente de gas craqueado bruto que comprende al menos un compresor, para formar una corriente de gas craqueado comprimido;

- un montaje de enfriamiento corriente arriba y
25 de condensación parcial para una corriente con dirección

hacia arriba de gas craqueado, obtenida a partir de la corriente del gas craqueado comprimido, el montaje corriente arriba comprende al menos un intercambiador de calor corriente arriba, y al menos un globo separador corriente
5 arriba para un líquido corriente arriba, para formar una corriente intermediaria de gas craqueado, pre-enfriado a una primera temperatura;

- un montaje de enfriamiento intermediario y de condensación parcial para la corriente intermediaria de gas
10 craqueado, el montaje intermediario comprende un intercambiador de calor intermediario y un globo de separación intermediario para un líquido intermediario, para formar una corriente con dirección hacia abajo de gas craqueado, enfriado a una segunda temperatura menor que la
15 primera temperatura;

- un montaje de enfriamiento corriente abajo y condensación parcial para la corriente con dirección hacia abajo de gas craqueado, para enfriar la corriente con dirección hacia abajo del gas craqueado, a una tercera
20 temperatura por debajo de la segunda temperatura, el montaje corriente abajo comprende al menos un intercambiador de calor corriente abajo;

- un separador corriente abajo y un montaje para introducir la corriente con dirección hacia abajo del gas
25 craqueado, parcialmente condensado, que viene del

intercambiador de calor corriente abajo hacia el separador corriente abajo;

- un montaje de recuperación, en la cabeza del separador corriente abajo, para la recuperación de una corriente gaseosa de combustible a alta presión, pobre en hidrocarburos de C_2^+ , y la recuperación en el fondo del separador corriente abajo, de un líquido corriente abajo, rico en hidrocarburos de C_2^+ ;

- un montaje de pasaje para la corriente de combustible a alta presión, a través del intercambiador corriente abajo y el intercambiador intermediario, para formar una corriente del combustible a alta presión, recalentado;

- al menos un dispositivo de expansión dinámica para la corriente de combustible a alta presión, recalentado, para obtener una corriente de combustible parcialmente expandido;

- un montaje de pasaje para la corriente de combustible parcialmente expandido, a través del intercambiador corriente abajo y el intercambiador intermediario para recalentar la corriente de combustible parcialmente expandido;

- un montaje de tratamiento para al menos una corriente líquida obtenida en al menos uno de los montajes de enfriamiento corriente arriba, el enfriamiento intermediario,

y el enfriamiento corriente abajo, para formar el corte rico en etileno;

caracterizada porque comprende:

- un montaje para formar una corriente de recirculación intermediaria, expandida, a partir de un líquido obtenido en al menos uno de los montajes de enfriamiento corriente arriba y/o enfriamiento intermediario, corriente arriba del montaje de enfriamiento corriente abajo;
 - un montaje para la circulación de la corriente de recirculación intermediaria al menos en el intercambiador de calor corriente arriba, para enfriar la corriente con dirección hacia arriba del gas craqueado;
 - un montaje para reintroducir la corriente de recirculación intermediaria, caliente, dentro del gas craqueado bruto, corriente arriba de al menos un compresor de la etapa de enfriamiento y compresión,
- los montajes de enfriamiento corriente arriba, intermediario y el enfriamiento corriente abajo están configurados para enfriar respectivamente la corriente con dirección hacia arriba del gas craqueado, la corriente intermediaria del gas craqueado y la corriente con dirección hacia abajo del gas craqueado, sin intercambio de calor con un ciclo de refrigeración externo, tal como un ciclo de etileno.

Industria y Comercio SUPERINTENDENCIA		Espacio reservado para el adhesivo de radicación	
DELEGATURA PARA LA PROPIEDAD INDUSTRIAL FORMULARIO PARA OTORGAR PODER A ABOGADO EN LOS TRÁMITES DE PROPIEDAD INDUSTRIAL			
1. Datos del otorgante ☐ Persona Natural ☒ Persona Jurídica			
Nombre o denominación/Razón Social completa(En caso de que haya más de un solicitante, relaciónese en hoja adjunta)			
TECHNIP FRANCE			
Nombre del Representante _____			
Nacionalidad/País de constitución		Dirección del otorgante	
Francia		6-8 Allée de l'Arche, Faulbourg de l'Arche-ZAC Danton, F-92400 Courbevoie, Francia	
Dirección Electrónica		No. Fax	Número Telefónico
cavelier@cavelier.com		2118650	3473611
2. Datos del Apoderado			
Principal Luz Clemencia Suárez de Páez	35.456.344	23.555	
Primer Suplente Nidia Osorio López	39.787.682	73.366	
Segundo Suplente Oscar Correa Barbosa	79.524.634	71.027	
Apellidos y Nombre		Documento de identificación	T.P.(sólo abogados Profesionales)
Nacionalidad/País de constitución		Dirección del otorgante	

Colombiana	Carrera 4 No. 72-35, Bogotá, Colombia	
Dirección Electrónica	No. Fax	Número Telefónico
patentescavelier@cavelier.com	2118650	3473611

☐ Autorizo expresamente a la Superintendencia de Industria y Comercio para que todas las comunicaciones sean enviadas a través de la dirección de correo electrónico.

Mediante el presente documento, la persona indicada en el punto 1 de este documento nombra a las personas que se identifican en el punto 2 como sus apoderados en los términos del artículo 66 del Código de Procedimiento Civil, para las actuaciones que se relacionan a continuación:

3. Actuaciones en cuestión:

Este poder concierne:

- ☒ Todas las solicitudes y/o registros actuales y futuros del otorgante.
- ☐ La(s) siguiente(s) solicitud(es) y/o registro(s):

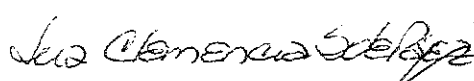
NOMBRE	NÚMERO DE SOLICITUD O REGISTRO

Nota: Si el espacio anterior no es suficiente, por favor relacione las actuaciones en hoja anexa.

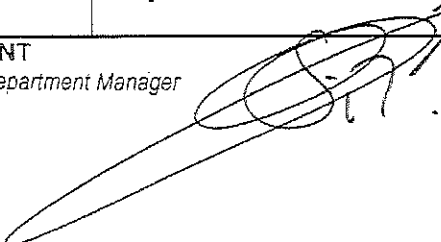
4. Alcance del poder:

- ☒ Confiero expresamente al (los) apoderado(s) todas las facultades legales para que represente mi(s) interés(es) en la(s) actuación(es) señalada(s) en el punto 3 de este documento, incluyendo:
- ☒ Desistir de la(s) solicitud(es) y de la demás actuaciones
 - ☒ Renunciar a los derechos del registro de signos distintivos o de nuevas creaciones
 - ☒ Transigir
 - ☒ Recibir
 - ☒ Conciliar
 - ☒ Ratificar los actos de agentes oficiosos

5. Firma

TECHNIP FRANCE S.A.S. au Capital de 22.731.231,48 € 6-8, allée de l'Arche Faubourg de l'Arche 92973 PARIS LA DÉFENSE CEDEX Tél. : 33 (0)1 47 78 21 21 Fax : 33 (0)1 47 78 33 40 391 637 665 R.C.S. NANTERRE	
Nombre del Firmante	Firma del Apoderado 
C.C.	Tarjeta Profesional 

Gilles DEGREMONT
Intellectual Property Department Manager
TECHNIP



Señor Director

DIRECCIÓN DE NUEVAS CREACIONES

Superintendencia de Industria y Comercio

E. S. D.

Asunto : Solicitud de patente para **MÉTODO PARA EL FRACCIONAMIENTO DE UNA CORRIENTE DE GAS CRAQUEADO, USANDO UNA CORRIENTE DE RECIRCULACIÓN INTERMEDIARIA, Y PLANTA RELACIONADA PCT/EP2014/072767**
Solicitante : **TECHNIP FRANCE**

LUZ CLEMENCIA DE PAEZ, mayor de edad, domiciliada en Bogotá, identificada con cédula de ciudadanía 35.456.344 de Usaquén y Tarjeta Profesional de Abogado número 23.555 del Consejo Superior de la Judicatura, obrando como apoderada de la sociedad **TECHNIP FRANCE**, mediante el presente escrito sustituyo el poder a ANDRÉS RINCÓN USCÁTEGUI, identificado con cédula de ciudadanía 79.780.910 de Bogotá y Tarjeta Profesional de Abogado 114.908 del Consejo Superior de la Judicatura, para que en nombre de la sociedad **TECHNIP FRANCE**, para presentar la solicitud de registro de la patente indicada en la referencia.

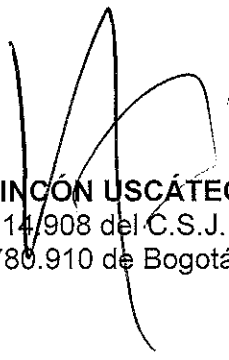
ANDRÉS RINCON USCATEGUI, queda facultado para interponer recursos, transigir, conciliar, desistir, cancelar, recibir, renunciar, sustituir y revocar las sustituciones, y ratificar los actos de agentes oficiosos.

Sírvase reconocerle personería en los términos y para los fines del presente mandato judicial.

Señor Director,


LUZ CLEMENCIA DE PAEZ
T.P.A. 23.555 del C.S.J.
C.C. 35.456.344 de Usaquén

Acepto:


ANDRÉS RINCÓN USCÁTEGUI
T.P.A. 114.908 del C.S.J.
C.C. 79.780.910 de Bogotá

COLO-19337-841-003-2
MMS\SDC\ID-445985\WPC19337

“EXCELENCIA LEGAL EN UN MUNDO SIN FRONTERAS”

BOGOTÁ - Edificio Siski - Carrera 4 No. 72 - 35 - Tel: (57-1) 347 3611 - Fax (57-1) 211 8650 - Fax In U.S.A: (1-305) 675 7743 - COLOMBIA
MEDELLÍN - San Fernando Plaza - Carrera 43 A No. 1 - 50 - Torre Protección Oficina 652 - Tel: (57-4) 604 4794 Ext. 6729 / 6731 - Fax: (57-4) 604 4731 - COLOMBIA

www.cavelier.com
cavelier@cavelier.com

RESUMEN DE LA INVENCIÓN

La invención se refiere a un método que comprende los siguientes pasos:

- formar una recirculación intermediaria, expandida (170), a partir de un líquido (112, 128) obtenido durante el enfriamiento corriente arriba y/o el paso de enfriamiento intermedio, corriente arriba del paso de enfriamiento corriente abajo;

- hacer circular la corriente de recirculación (170) intermediaria al menos en el intercambiador de calor (42) corriente arriba, para enfriar la corriente con dirección hacia arriba, del gas craqueado (102);

- reintroducir la corriente de recirculación intermediaria, recalentada (170), en el gas craqueado bruto (20), corriente arriba de al menos un compresor (36, 38) de una etapa de enfriamiento y compresión (24).

Los pasos de enfriamiento corriente arriba, intermedio y corriente abajo son llevados a cabo sin intercambio de calor respectivamente de la corriente con dirección hacia arriba del gas craqueado (102), la corriente intermediaria del gas craqueado (114) y la corriente con dirección hacia abajo del gas craqueado (140), con un ciclo de refrigeración externo, tal como un ciclo de etileno.

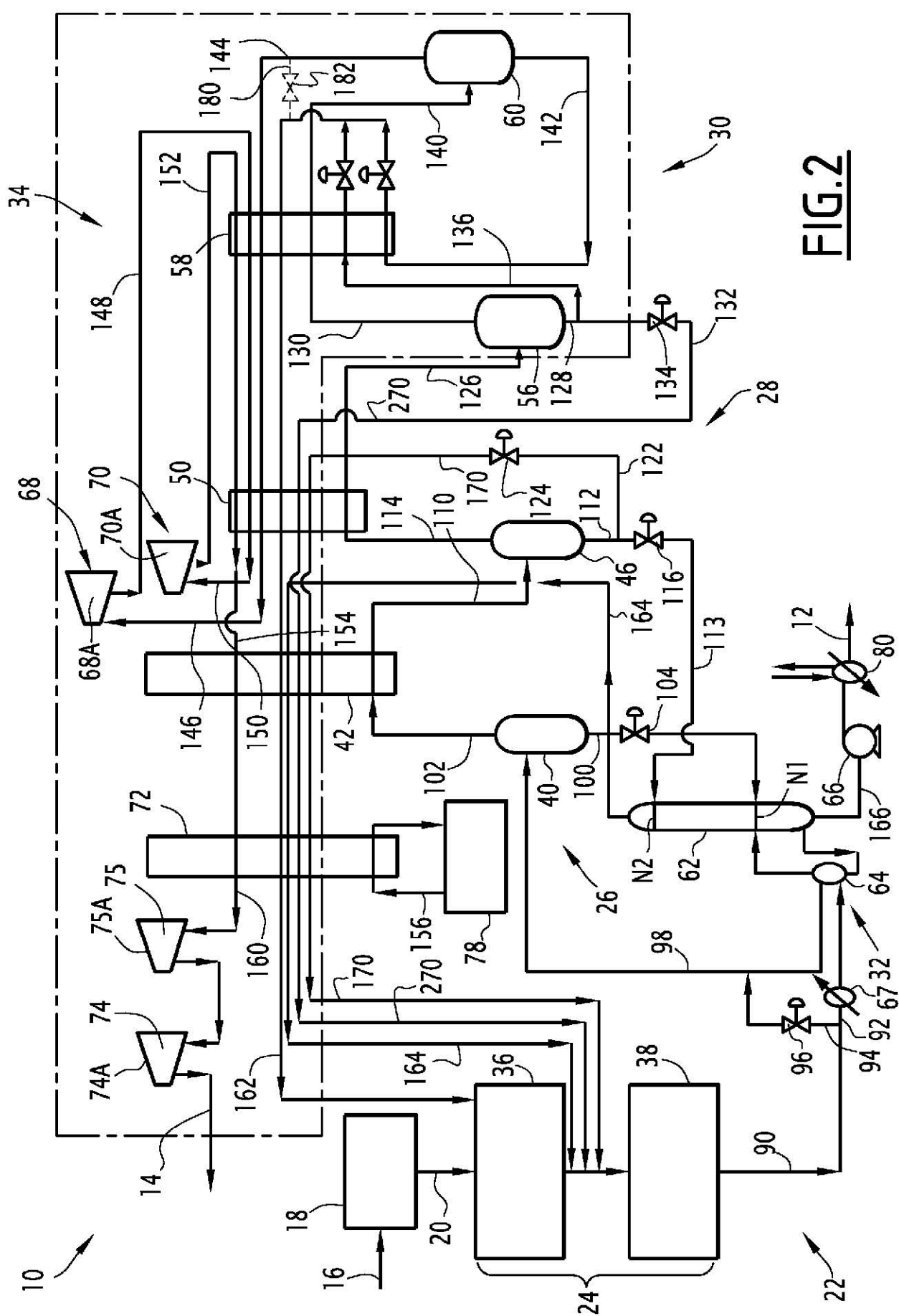


FIG. 2

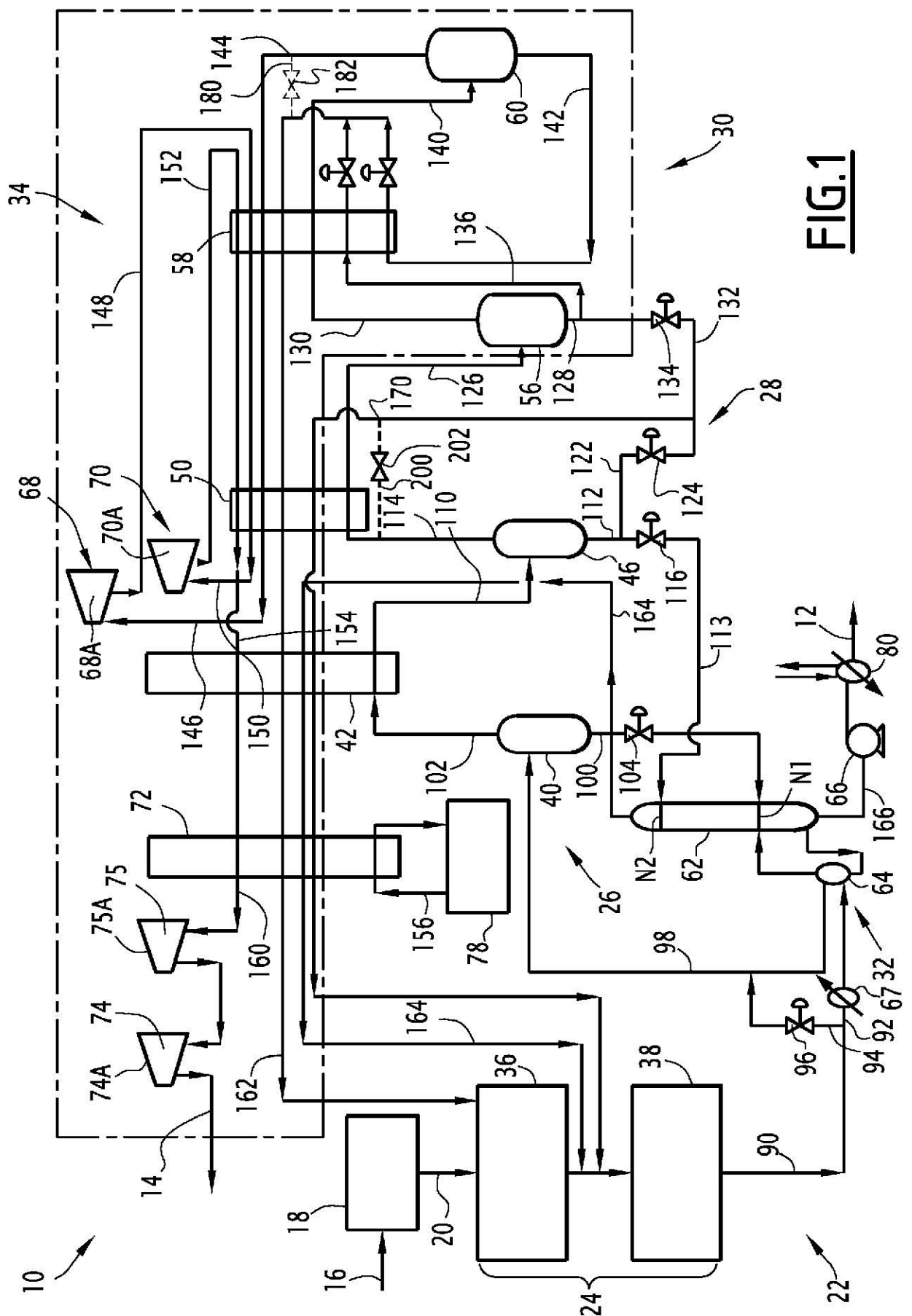


FIG. 1