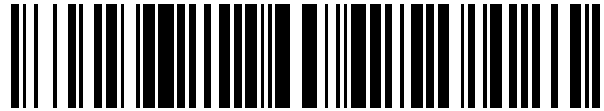


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 392 884**

51 Int. Cl.:

**C07C 17/38** (2006.01)

**C07C 21/18** (2006.01)

**C07C 21/185** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07810470 .0**

96 Fecha de presentación: **13.07.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **2041055**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **01.04.2009**

54 Título: **Procedimiento para separar una fluoroolefina de HF mediante extracción líquido-líquido**

30 Prioridad:

**13.07.2006 US 830938 P**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:

**14.12.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:

**14.12.2012**

73 Titular/es:

**E.I. DU PONT DE NEMOURS AND COMPANY  
(100.0%)  
1007 MARKET STREET  
WILMINGTON, DE 19898, US**

72 Inventor/es:

**KNAPP, JEFFREY, P.**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 392 884 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Procedimiento para separar una fluoroolefina de HF mediante extracción líquido-líquido.

**Antecedentes de la invención****Campo de la divulgación**

- 5 Esta divulgación se refiere en general a un procedimiento para la separación de fluoruro de hidrógeno de fluoroolefinas por extracción. En particular, el procedimiento para la separación de fluoruro de hidrógeno de fluoroolefinas comprende extracción líquido-líquido.

**Descripción de la técnica relacionada**

- 10 La fabricación química de fluoroolefinas produce frecuentemente mezclas de las fluoroolefinas deseadas y fluoruro de hidrógeno (HF). La separación de fluoroolefinas de estas mezclas no se realiza siempre fácilmente porque muchas fluoroolefinas forman una mezcla azeotrópica con HF. Los métodos existentes de destilación y decantación son ineficaces muy frecuentemente para la separación de estos compuestos. El lavado acuoso puede ser eficaz, pero requiere el uso de grandes cantidades de disoluciones de lavado y produce desechos excesivos y un producto húmedo que debe secarse después.

- 15 El documento WO 98/00379 divulga el uso de ácido sulfúrico como disolvente extractor para separar HF de un fluorocarbono (por ejemplo, HFC-245fa o HFC-356mcfq) extrayendo preferiblemente el HF en la fase de ácido sulfúrico. El documento WO 98/00380 divulga un procedimiento de extracción similar usando agua para extraer preferiblemente el HF. El documento US 2001/0004961 A1 divulga el uso de hidrocarburos y halocarbonos como disolventes para separar HF de mezclas con hidrofluoroalcanos de fórmula  $C_aH_{(2a+2)-b}F_b$ , donde  $a = 3$  a  $6$  y  $b = 1$  a  $2a+1$ , por extracción líquido-líquido.

- 20 Separaciones adicionales de HF de halocalcanos saturados, ayudadas por disolventes extractores, se encuentran en

(i) el documento EP 0921109, donde se separa HF de 1,1,1,3,3-pentafluoropropano;

(ii) el documento US 5560899, donde se separa HF de clorofluorohidrocarburos; y

- 25 (iii) el documento US 5874658, donde se separa HF de hidrofluorocarbonos.

La separación de HF de fluoroolefinas sin la ayuda de un disolvente extractor se divulga en el documento US 6031141. La mezcla se trata con sosa cáustica acuosa; sin embargo, HF valioso se convierte en un desecho y se necesita equipo adicional para secar la fluoroolefina húmeda producida.

- 30 Se ha descubierto que algunas fluoroolefinas forman mezclas azeotrópicas con HF, complicando en mayor grado su separación. Por tanto, hay una necesidad de nuevos métodos para separar HF de fluoroolefinas.

**Sumario de la invención**

La presente divulgación se refiere a un procedimiento para separar una fluoroolefina de una composición que comprende HF y fluoroolefina, comprendiendo dicho procedimiento extraer dicha composición con un disolvente extractor.

- 35 La presente divulgación se refiere además a una composición que comprende HF, al menos una fluoroolefina, y al menos un disolvente extractor.

La anterior descripción general y la siguiente descripción detallada son ejemplares y explicativas solamente y no son restrictivas de la invención, como se define en las reivindicaciones adjuntas.

**Breve descripción de los dibujos**

- 40 Las realizaciones se ilustran en las figuras adjuntas para mejorar la comprensión de los conceptos tal como se presentan en este documento.

La FIG. 1 incluye una ilustración de un procedimiento para separar fluoroolefina de una composición que comprende HF y fluoroolefina por extracción líquido-líquido, donde el disolvente extractor tiene una densidad menor que la composición que comprende HF y fluoroolefina.

- 45 La FIG.2 incluye una ilustración de un procedimiento para separar fluoroolefina de una composición que comprende HF y fluoroolefina por extracción líquido-líquido, donde el disolvente extractor tiene una densidad mayor que la composición que comprende HF y fluoroolefina.

Los profesionales entenderán que los objetos de las figuras se ilustran por sencillez y claridad y no necesariamente se han dibujado a escala. Por ejemplo, las dimensiones de algunos de los objetos de las figuras pueden ser exageradas en relación con otros objetos para ayudar a mejorar la comprensión de las realizaciones.

**Descripción detallada de la invención**

- 5 La presente divulgación se refiere a un procedimiento para separar una fluoroolefina de una composición que comprende HF y fluoroolefina, comprendiendo dicho procedimiento extraer dicha composición con un disolvente extractor seleccionado del grupo consistente en hidrocarburos, clorocarbonos, clorofluorocarbonos, hidrocloreofluorocarbonos, hidrofloreofluorocarbonos, perfluorocarbonos, y éteres perfluorados.
- 10 En una realización, el procedimiento para separar fluoroolefina de una composición que comprende HF y fluoroolefina comprende:
- a. alimentar una composición que comprende HF y fluoroolefina y una composición que comprende disolvente extractor a un extractor; y
  - b. separar de dicho extractor una fase rica en disolvente extractor que comprende disolvente extractor y fluoroolefina.
- 15 Opcionalmente en otra realización, el procedimiento para separar fluoroolefina de una composición que comprende HF y fluoroolefina comprende además:
- a. alimentar la fase rica en disolvente extractor que comprende disolvente extractor y fluoroolefina a una columna de recuperación de disolvente extractor; y
  - b. recuperar producto fluoroolefínico, esencialmente libre de disolvente extractor, de la columna de recuperación de disolvente extractor.
- 20 En otra realización, el procedimiento que separa fluoroolefina de una composición que contiene HF y fluoroolefina comprende:
- a. alimentar una composición que comprende HF y fluoroolefina y una composición que comprende disolvente extractor a un extractor; y
  - 25 b. separar de dicho extractor una fase rica en HF.
- Opcionalmente, en otra realización el procedimiento para separar fluoroolefina de una composición que comprende HF y fluoroolefina comprende además:
- a. alimentar dicha fase rica en HF a una columna de separación de refinado; y
  - b. recuperar de dicha columna de separación de refinado un producto de HF esencialmente libre de fluoroolefina y disolvente extractor.
- 30 En otra realización más, el procedimiento para separar fluoroolefina de una composición que comprende HF y fluoroolefina comprende:
- a. alimentar una composición que comprende HF y fluoroolefina y una composición que comprende disolvente extractor a un extractor;
  - 35 b. separar de dicho extractor una fase rica en disolvente extractor que comprende disolvente extractor y fluoroolefina;
  - c. separar de dicho extractor una fase rica en HF;
  - d. alimentar dicha fase rica en disolvente extractor que comprende disolvente extractor y fluoroolefina a una columna de recuperación de disolvente extractor;
  - 40 e. recuperar producto fluoroolefínico, esencialmente libre de disolvente extractor, de la columna de recuperación de disolvente extractor;
  - f. alimentar dicha fase rica en HF a una columna de separación de refinado;
  - g. recuperar de dicha columna de separación de refinado HF producto esencialmente libre de fluoroolefina y disolvente extractor.
- 45 En una realización, dicho extractor opera a una presión de desde aproximadamente 14,7 psia (101 kPa) a aproximadamente 300 psia (2070 kPa) y una temperatura desde aproximadamente -50°C a aproximadamente 150°C.

En una realización, dicha columna de recuperación de disolvente extractor funciona a una presión de aproximadamente 14,7 psia a aproximadamente 300 psia (101 kPa a 2070 kPa) y una temperatura en la parte superior de aproximadamente -50°C a 100°C y una temperatura en la parte inferior de aproximadamente 50°C a aproximadamente 250°C.

- 5 En una realización, dicha columna de separación de refinado funciona a una presión de aproximadamente 14,7 psia a aproximadamente 100 psia (101 kPa a 690 kPa) y una temperatura en la parte superior de aproximadamente -50°C a aproximadamente 90°C y una temperatura en la parte inferior de aproximadamente 20°C a aproximadamente 150°C.

La presente divulgación proporciona además el uso de una composición que comprende:

- 10 a. HF,  
 b. al menos una fluoroolefina, y  
 c. al menos un disolvente extractor, que es un compuesto seleccionado del grupo consistente en hidrocarburos, clorocarbonos, clorofluorocarbonos, hidroclofluorocarbonos, hidrofluorocarbonos, perfluorocarbonos, y éteres perfluorados, en el mencionado procedimiento.
- 15 En algunas realizaciones, dicha fluoroolefina se selecciona del grupo consistente en:
- (i) fluoroolefinas de la fórmula  $E$ - o  $Z$ - $R^1CH=CHR^2$ , donde  $R^1$  y  $R^2$  son, independientemente, grupos perfluoroalquilo  $C_1$  a  $C_6$ ;
- (ii) fluoroolefinas cíclicas de la fórmula ciclo-[ $CX=CY(CZW)_n$ ], donde  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ , y  $W$ , independientemente, son H o F, y  $n$  es un número entero de 2 a 5; y
- 20 (iii) fluoroolefinas seleccionadas del grupo consistente en: tetrafluoroetileno ( $CF_2=CF_2$ ); hexafluoropropeno ( $CF_3CF=CF_2$ ); 1,2,3,3,3-pentafluoro-1-propeno ( $CHF=CFCF_3$ ), 1,1,3,3,3-pentafluoro-1-propeno ( $CF_2=CHCF_3$ ), 1,1,2,3,3-pentafluoro-1-propeno ( $CF_2=CFCHF_2$ ), 1,2,3,3-tetrafluoro-1-propeno ( $CHF=CFCHF_2$ ), 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno ( $CH_2=CFCF_3$ ), 1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno ( $CHF=CHCF_3$ ), 1,1,2,3,3-tetrafluoro-1-propeno ( $CF_2=CFCH_2F$ ), 1,1,3,3-tetrafluoro-1-propeno ( $CF_2=CHCHF_2$ ), 1,2,3,3-tetrafluoro-1-propeno ( $CHF=CFCHF_2$ ), 3,3,3-trifluoro-1-propeno ( $CH_2=CHCF_3$ ), 2,3,3-trifluoro-1-propeno ( $CHF_2CF=CH_2$ ), 1,1,2-trifluoro-1-propeno ( $CH_3CF=CF_2$ ); 1,2,3-trifluoro-1-propeno ( $CH_2FCF=CF_2$ ); 1,1,3-trifluoro-1-propeno ( $CH_2FCH=CF_2$ ); 1,3,3-trifluoro-1-propeno ( $CHF_2CH=CHF$ ); 1,1,1,2,3,4,4,4-octafluoro-2-buteno ( $CF_3CF=CFCF_3$ ); 1,1,2,3,3,4,4,4-octafluoro-1-buteno ( $CF_3CF_2CF=CF_2$ ); 1,1,1,2,4,4,4-heptafluoro-2-buteno ( $CF_3CF=CHCF_3$ ); 1,2,3,3,4,4,4-heptafluoro-1-buteno ( $CHF=CFCF_2CF_3$ ); 1,1,1,2,3,4,4-heptafluoro-2-buteno ( $CHF_2CF=CFCF_3$ ); 1,3,3,3-tetrafluoro-2-(trifluorometil)-1-propeno ( $(CF_3)_2C=CHF$ ); 1,1,3,3,4,4,4-heptafluoro-1-buteno ( $CF_2=CHCF_2CF_3$ ); 1,1,2,3,4,4,4-heptafluoro-1-buteno ( $CF_2=CFCHF_2CF_3$ ); 1,1,2,3,3,4,4,4-hexafluoro-1-buteno ( $CF_3CF_2CF=CH_2$ ); 1,3,3,4,4,4-hexafluoro-1-buteno ( $CHF=CHCF_2CF_3$ ); 1,2,3,4,4,4-hexafluoro-1-buteno ( $CHF=CFCHF_2CF_3$ ); 1,2,3,3,4,4-hexafluoro-1-buteno ( $CHF=CFCF_2CHF_2$ ); 1,1,2,3,4,4-hexafluoro-2-buteno ( $CHF_2CF=CFCF_2$ ); 1,1,1,2,3,4-hexafluoro-2-buteno ( $CH_2FCF=CFCF_3$ ); 1,1,1,2,4,4-hexafluoro-2-buteno ( $CHF_2CH=CFCF_3$ ); 1,1,1,3,4,4,4-hexafluoro-2-buteno ( $CF_3CH=CFCF_2$ ); 1,1,2,3,3,4-hexafluoro-1-buteno ( $CF_2=CFCF_2CH_2F$ ); 1,1,2,3,4,4-hexafluoro-1-buteno ( $CF_2=CFCHFCHF_2$ ); 3,3,3-trifluoro-2-(trifluorometil)-1-propeno ( $CH_2=C(CF_3)_2$ ); 1,1,1,2,4-pentafluoro-2-buteno ( $CH_2FCH=CFCF_3$ ); 1,1,1,3,4-pentafluoro-2-buteno ( $CF_3CH=CFCF_2$ ); 3,3,4,4,4-pentafluoro-1-buteno ( $CF_3CF_2CH=CH_2$ ); 1,1,1,4,4-pentafluoro-2-buteno ( $CHF_2CH=CHCF_3$ ); 1,1,1,2,3-pentafluoro-2-buteno ( $CH_3CF=CFCF_3$ ); 2,3,3,4,4-pentafluoro-1-buteno ( $CH_2=CFCF_2CHF_2$ ); 1,1,2,4,4-pentafluoro-2-buteno ( $CHF_2CF=CHCHF_2$ ); 1,1,2,3,3-pentafluoro-1-buteno ( $CH_3CF_2CF=CF_2$ ); 1,1,2,3,4-pentafluoro-2-buteno ( $CH_2FCF=CFCF_2$ ); 1,1,3,3,3-pentafluoro-2-metil-1-propeno ( $CF_2=C(CF_3)(CH_3)$ ); 2-(difluorometil)-3-3-trifluoro-1-propeno ( $CH_2=C(CHF_2)(CF_3)$ ); 2,3,4,4,4-pentafluoro-1-buteno ( $CH_2=CFCHF_2CF_3$ ); 1,2,4,4,4-pentafluoro-1-buteno ( $CHF=CFCF_2CF_3$ ); 1,3,4,4,4-pentafluoro-1-buteno ( $CHF=CHCHF_2CF_3$ ); 1,3,3,4,4-pentafluoro-1-buteno ( $CHF=CHCF_2CHF_2$ ); 1,2,3,4,4-pentafluoro-1-buteno ( $CHF=CFCF_2CHF_2$ ); 3,3,4,4-tetrafluoro-1-buteno ( $CH_2=CHCF_2CHF_2$ ); 1,1,-difluoro-2-(difluorometil)-1-propeno ( $CF_2=C(CHF_2)(CH_3)$ ); 1,3,3,3-tetrafluoro-2-metil-1-propeno ( $CHF=C(CF_3)(CH_3)$ ); 3,3-difluoro-2-(difluorometil)-1-propeno ( $CH_2=C(CHF_2)_2$ ); 1,1,1,2-tetrafluoro-2-buteno ( $CF_3CF=CHCH_3$ ); 1,1,1,3-tetrafluoro-2-buteno ( $CH_3CF=CHCF_3$ ); 1,1,1,2,3,4,4,5,5,5-decafluoro-2-penteno ( $CF_3CF=CFCF_2CF_3$ ); 1,1,2,3,3,4,4,5,5,5-decafluoro-1-penteno ( $CF_2=CFCF_2CF_2CF_3$ ); 1,1,1,4,4,4-hexafluoro-2-(trifluorometil)-2-buteno ( $(CF_3)_2C=CHCF_3$ ); 1,1,1,2,4,4,5,5,5-nonafluoro-2-penteno ( $CF_3CF=CHCF_2CF_3$ ); 1,1,1,3,4,4,5,5,5-nonafluoro-2-penteno ( $CF_3CH=CFCF_2CF_3$ ); 1,2,3,3,4,4,5,5,5-nonafluoro-1-penteno ( $CHF=CFCF_2CF_2CF_3$ ); 1,1,3,3,4,4,5,5,5-nonafluoro-1-penteno ( $CF_2=CHCF_2CF_2CF_3$ ); 1,1,2,3,3,4,4,5,5,5-nonafluoro-1-penteno ( $CF_2=CFCF_2CF_2CHF_2$ ); 1,1,2,3,3,4,4,5,5,5-nonafluoro-2-penteno ( $CHF_2CF=CFCF_2CF_3$ ); 1,1,1,2,3,4,4,5,5,5-nonafluoro-2-penteno ( $CF_3CF=CFCF_2CHF_2$ ); 1,1,1,2,3,4,5,5,5-nonafluoro-2-penteno ( $CF_3CF=CFCF_2CHF_2$ ); 1,2,3,4,4,4-hexafluoro-3-(trifluorometil)-1-buteno ( $CHF=CFCF(CF_3)_2$ ); 1,1,2,4,4,4-hexafluoro-3-(trifluorometil)-1-buteno ( $CF_2=CFCH(CF_3)_2$ ); 1,1,1,4,4,4-hexafluoro-2-(trifluorometil)-2-buteno ( $CF_3CH=C(CF_3)_2$ ); 1,1,3,4,4,4-hexafluoro-3-(trifluorometil)-1-buteno ( $CF_2=CHCF(CF_3)_2$ ); 2,3,3,4,4,5,5,5-octafluoro-1-penteno ( $CH_2=CFCF_2CF_2CF_3$ ); 1,2,3,3,4,4,5,5-octafluoro-1-penteno ( $CHF=CFCF_2CF_2CHF_2$ );

3,3,4,4,4-pentafluoro-2-(trifluorometil)-1-buteno ( $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CF}_3)\text{CF}_2\text{CF}_3$ ); 1,1,4,4,4-pentafluoro-3-(trifluorometil)-1-buteno ( $\text{CF}_2=\text{CHCH}(\text{CF}_3)_2$ ); 1,3,4,4,4-pentafluoro-3-(trifluorometil)-1-buteno ( $\text{CHF}=\text{CHCF}(\text{CF}_3)_2$ ); 1,1,4,4,4-pentafluoro-2-(trifluorometil)-1-buteno ( $\text{CF}_2=\text{C}(\text{CF}_3)\text{CH}_2\text{CF}_3$ ); 3,4,4,4-tetrafluoro-3-(trifluorometil)-1-buteno ( $(\text{CF}_3)_2\text{CFCH}=\text{CH}_2$ ); 3,3,4,4,5,5,5-heptafluoro-1-penteno ( $\text{CF}_3\text{CF}_2\text{CF}_2\text{CH}=\text{CH}_2$ ); 2,3,3,4,4,5,5-heptafluoro-1-penteno ( $\text{CH}_2=\text{CFCF}_2\text{CF}_2\text{CHF}_2$ ); 1,1,3,3,5,5,5-heptafluoro-1-penteno ( $\text{CF}_2=\text{CHCF}_2\text{CH}_2\text{CF}_3$ ); 1,1,1,2,4,4,4-heptafluoro-3-metil-2-buteno ( $\text{CF}_3\text{CF}=\text{C}(\text{CF}_3)(\text{CH}_3)$ ); 2,4,4,4-tetrafluoro-3-(trifluorometil)-1-buteno ( $\text{CH}_2=\text{CFCH}(\text{CF}_3)_2$ ); 1,4,4,4-tetrafluoro-3-(trifluorometil)-1-buteno ( $\text{CHF}=\text{CHCH}(\text{CF}_3)_2$ ); 1,1,1,4-tetrafluoro-2-(trifluorometil)-2-buteno ( $\text{CH}_2\text{FCH}=\text{C}(\text{CF}_3)_2$ ); 1,1,1,3-tetrafluoro-2-(trifluorometil)-2-buteno ( $\text{CH}_3\text{CF}=\text{C}(\text{CF}_3)_2$ ); 1,1,1-trifluoro-2-(trifluorometil)-2-buteno ( $(\text{CF}_3)_2\text{C}=\text{CHCH}_3$ ); 3,4,4,5,5,5-hexafluoro-2-penteno ( $\text{CF}_3\text{CF}_2\text{CF}=\text{CHCH}_3$ ); 1,1,1,4,4,4-hexafluoro-2-metil-2-buteno ( $\text{CF}_3\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CHCF}_3$ ); 3,3,4,5,5,5-hexafluoro-1-penteno ( $\text{CH}_2=\text{CHCF}_2\text{CHFCF}_3$ ); 4,4,4-trifluoro-2-(trifluorometil)-1-buteno ( $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CF}_3)\text{CH}_2\text{CF}_3$ ); 1,1,2,3,3,4,4,5,5,6,6,6-dodecafluoro-1-hexeno ( $(\text{CF}_3)(\text{CF}_2)_3\text{CF}=\text{CF}_2$ ); 1,1,1,2,2,3,4,5,5,6,6,6-dedecafluoro-3-hexeno ( $\text{CF}_3\text{CF}_2\text{CF}=\text{CFCF}_2\text{CF}_3$ ); 1,1,1,4,4,4-hexafluoro-2,3-bis(trifluorometil)-2-buteno ( $(\text{CF}_3)_2\text{C}=\text{C}(\text{CF}_3)_2$ ); 1,1,1,2,3,4,5,5,5-nonafluoro-4-(trifluorometil)-2-penteno ( $(\text{CF}_3)_2\text{C}=\text{CHC}_2\text{F}_5$ ); 1,1,1,3,4,5,5,5-octafluoro-4-(trifluorometil)-2-penteno ( $(\text{CF}_3)_2\text{CFCF}=\text{CHCF}_3$ ); 3,3,4,4,5,5,6,6,6-nonafluoro-1-hexeno ( $\text{CF}_3\text{CF}_2\text{CF}_2\text{CF}_2\text{CH}=\text{CH}_2$ ); 4,4,4-trifluoro-3,3-bis(trifluorometil)-1-buteno ( $\text{CH}_2=\text{CHC}(\text{CF}_3)_3$ ); 1,1,1,4,4,4-hexafluoro-3-metil-2-(trifluorometil)-2-buteno ( $(\text{CF}_3)_2\text{C}=\text{C}(\text{CH}_3)(\text{CF}_3)$ ); 2,3,3,5,5,5-hexafluoro-4-(trifluorometil)-1-penteno ( $\text{CH}_2=\text{CFCF}_2\text{CH}(\text{CF}_3)_2$ ); 1,1,1,2,4,4,5,5,5-nonafluoro-3-metil-2-penteno ( $\text{CF}_3\text{CF}=\text{C}(\text{CH}_3)\text{CF}_2\text{CF}_3$ ); 1,1,1,5,5,5-hexafluoro-4-(trifluorometil)-2-penteno ( $\text{CF}_3\text{CH}=\text{CHCH}(\text{CF}_3)_2$ ); 3,4,4,5,5,6,6,6-octafluoro-2-hexeno ( $\text{CF}_3\text{CF}_2\text{CF}_2\text{CF}=\text{CHCH}_3$ ); 3,3,4,4,5,5,6,6,6-octafluoro-1-hexeno ( $\text{CH}_2=\text{CHCF}_2\text{CF}_2\text{CF}_2\text{CHF}_2$ ); 1,1,1,4,4-pentafluoro-2-(trifluorometil)-2-penteno ( $(\text{CF}_3)_2\text{C}=\text{CHCF}_2\text{CH}_3$ ); 4,4,5,5,5-pentafluoro-2-(trifluorometil)-1-penteno ( $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CF}_3)\text{CH}_2\text{C}_2\text{F}_5$ ); 3,3,4,4,5,5,5-heptafluoro-2-metil-1-penteno ( $\text{CF}_3\text{CF}_2\text{CF}_2\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH}_2$ ); 4,4,5,5,6,6,6-heptafluoro-2-hexeno ( $\text{CF}_3\text{CF}_2\text{CF}_2\text{CH}=\text{CHCH}_3$ ); 4,4,5,5,6,6,6-heptafluoro-1-hexeno ( $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{CF}_2\text{C}_2\text{F}_5$ ); 1,1,1,2,2,3,4-heptafluoro-3-hexeno ( $\text{CF}_3\text{CF}_2\text{CF}=\text{CF}_2\text{H}_5$ ); 4,5,5,5-tetrafluoro-4-(trifluorometil)-1-penteno ( $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{CF}(\text{CF}_3)_2$ ); 1,1,1,2,5,5,5-heptafluoro-4-metil-2-penteno ( $\text{CF}_3\text{CF}=\text{CHCH}(\text{CF}_3)(\text{CH}_3)$ ); 1,1,1,3-tetrafluoro-2-(trifluorometil)-2-penteno ( $(\text{CF}_3)_2\text{C}=\text{CFC}_2\text{H}_5$ ); 1,1,1,2,3,4,4,5,5,6,6,7,7,7-tetradecafluoro-2-hepteno ( $\text{CF}_3\text{CF}=\text{CFCF}_2\text{CF}_2\text{C}_2\text{F}_5$ ); 1,1,1,2,2,3,4,5,5,6,6,7,7,7-tetradecafluoro-3-hepteno ( $\text{CF}_3\text{CF}_2\text{CF}=\text{CFCF}_2\text{C}_2\text{F}_5$ ); 1,1,1,3,4,4,5,5,6,6,7,7,7-tridecafluoro-2-hepteno ( $\text{CF}_3\text{CH}=\text{CFCF}_2\text{CF}_2\text{C}_2\text{F}_5$ ); 1,1,1,2,4,4,5,5,6,6,7,7,7-tridecafluoro-2-hepteno ( $\text{CF}_3\text{CF}=\text{CHCF}_2\text{CF}_2\text{C}_2\text{F}_5$ ); 1,1,1,2,2,4,4,5,5,6,6,7,7,7-tridecafluoro-3-hepteno ( $\text{CF}_3\text{CF}_2\text{CH}=\text{CFCF}_2\text{C}_2\text{F}_5$ ); y 1,1,1,2,2,3,5,5,6,6,7,7,7-tridecafluoro-3-hepteno ( $\text{CF}_3\text{CF}_2\text{CF}=\text{CHCF}_2\text{C}_2\text{F}_5$ ).

En ciertas realizaciones, dicho disolvente extractor se selecciona del grupo consistente en:

etano, etileno, n-propano, propileno, n-butano, isobutano, ciclobutano, 1-buteno, 2-buteno (cis o trans), n-pentano, isopentano (2-metilbutano), neopentano (2,2-dimetilpropano), ciclopentano, 1-penteno, 2-penteno (cis o trans), ciclopenteno, n-hexano, ciclohexano, 2-metilpentano, 3-metilpentano, 1-hexeno, 2-hexeno (cis o trans), 3-hexeno (cis o trans), neohexano (2,2-dimetilbutano), neohexeno (3,3-dimetil-1-buteno), 2,2-dimetilbutano, 2,3-dimetilbutano, 2,3-dimetil-2-buteno, 2,3-dimetil-1-buteno, 3,3-dimetil-1-buteno, n-heptano, 1-hepteno, 2-hepteno (cis o trans), 3-hepteno (cis o trans), ciclohepteno, octano (todos los isómeros), nonano (todos los isómeros), decano (todos los isómeros), undecano (todos los isómeros), dodecano (todos los isómeros), benceno, tolueno, tetracloroetileno, tricloroetileno, 1,1-dicloroetileno, 1,2-dicloroetileno, tetracloruro de carbono (tetraclorometano), cloroformo (triclorometano), cloruro de metileno (diclorometano), 1,1,2,2-tetracloroetano, 1,1,1,2-tetracloroetano, 1,1,2-tricloroetano, 1,1,1-tricloroetano, 1,1,1,3,3,3-hexacloropropano, diclorodifluorometano (CFC-12), fluorotriclorometano (CFC-11), fluoropentacloroetano (CFC-111), 1,2-difluoro-1,1,2,2-tetracloroetano (CFC-112), 1,1-difluoro-1,2,2,2-tetracloroetano (CFC-112a), 1,1,2-tricloro-1,2,2-trifluoroetano (CFC-113), 1,1,1-tricloro-2,2,2-trifluoroetano (CFC-113a), 1,2-dicloro-1,1,2,2-tetrafluoroetano (CFC-114), 1,1-dicloro-1,2,2,2-tetrafluoroetano (CFC-114a), y cloropentafluoroetano (CFC-115), 1,1,1,2,3-pentafluoro-2,3,3-tricloropropano (CFC-215bb), 2,2-dicloro-1,1,1,3,3,3-hexafluoropropano (CFC-216aa), 2,3-dicloro-1,1,1,2,3,3-hexafluoropropano (CFC-216ba), 2-cloro-1,1,1,2,3,3,3-heptafluoropropano (CFC-217ba), diclorofluorometano (HCFC-21), 1,1,2-tricloro-2,2-difluoroetano (HCFC-122), 2,2-dicloro-1,1,1-trifluoroetano (HCFC-123), 1,2-dicloro-1,1,1-trifluoroetano (HCFC-123a), 2-cloro-1,1,1,2-tetrafluoroetano (HCFC-124), 1-cloro-1,1,2,2-tetrafluoroetano (HCFC-124a), 1-cloro-1,2,2-trifluoroetano (HCFC-133), 2-cloro-1,1,1-trifluoroetano (HCFC-133a), 1,1-dicloro-2-fluoroetano (HCFC-141a), 1,1-dicloro-1-fluoroetano (HCFC-141b), 1-cloro-1,2-difluoroetano (HCFC-142a), 1-cloro-1,1-difluoroetano (HCFC-142b), 1,1,1,2,2,3,4,5,5,6,6,7,7,7-tetradecafluoroheptano (HCF-63-14mcee), 3,3,4,4,5,5,6,6,6-nonafluoro-1-hexeno, HCF-162-13mcy, 1,2,3,3,3-pentafluoro-1-propeno (HCF-1225ye), 1,1,3,3,3-pentafluoro-1-propeno (HCF-1225zc), 1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (HCF-1234ze), 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (HCF-1234yf), 3,3,3-trifluoro-1-propeno (HCF-1243zf), 1,1,1,2,4,4,5,5,5-nonafluoro-2-penteno (HCF-1429myz), 1,1,1,3,4,4,5,5,5-nonafluoro-2-penteno (HCF-1429mzy), 1,1,1,4,4,4-hexafluoro-2-buteno (F11E), 1,1,1,4,4,5,5,5-octafluoro-2-penteno (F12E), 1,1,1,2,2,5,5,6,6,7,7,8,8,8-tetradecafluoro-3-octeno (F24E), 1,1,1,2,2,3,3,6,6,7,7,8,8,8-tetradecafluoro-4-octeno (F33E), fluorobenceno, octafluoropropano (PFC-218), octafluorociclobutano (PFC-C318), todos los isómeros de  $\text{C}_4\text{F}_{10}$  (PFC-31-10), hexafluoropropileno (HFP, PFC-1216), todos los isómeros de  $\text{C}_5\text{F}_{12}$  (PFC-41-12), todos los isómeros de  $\text{C}_6\text{F}_{14}$  (PFC-51-14), PMVE (perfluorometil-vinil-éter), PEVE (perfluoroetil-vinil-éter), y sus mezclas.

En una realización, la presente composición comprende:

- a. de aproximadamente 5 por ciento en peso a aproximadamente 15 por ciento en peso de HF;
  - b. de aproximadamente 30 por ciento en peso a aproximadamente 80 por ciento en peso de fluoroolefina; y
  - c. de aproximadamente 5 por ciento en peso a aproximadamente 70 por ciento en peso de disolvente extractor.
- 5 En ciertas realizaciones, en el procedimiento de purificar fluoroolefina de una composición que comprende HF y fluoroolefina, la fluoroolefina comprende un fluoropropeno. En una realización, la fluoroolefina es Z-HFC-1225ye, E-HFC-1225ye, o cualquier combinación o mezcla de ambos isómeros en cualquier relación. En otra realización, la fluoroolefina es HFC-1234yf. En otra realización, la fluoroolefina es Z-HFC-1234ze, E-HFC-1234ze, o cualquier combinación o mezcla de ambos isómeros en cualquier relación.
- 10 En ciertas realizaciones, en la composición que comprende HF, al menos una fluoroolefina y al menos un disolvente extractor, la al menos una fluoroolefina comprende un fluoropropeno. En una realización, la fluoroolefina es Z-HFC-1225ye, E-HFC-1225ye, o cualquier combinación o mezcla de ambos isómeros en cualquier relación. En otra realización, la fluoroolefina es HFC-1234yf. En otra realización, la fluoroolefina es Z-HFC-1234ze, E-HFC-1234ze, o cualquier combinación o mezcla de ambos isómeros en cualquier relación.
- 15 Se han descrito anteriormente muchos aspectos y realizaciones, y son solamente ejemplares y no limitativos. Tras leer esta especificación, los profesionales entienden que son posibles otros aspectos y realizaciones sin salir del alcance de la invención.
- Otras características y beneficios de una o más de las realizaciones se harán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada y de las reivindicaciones. La descripción detallada aborda en primer lugar Definiciones y Clarificación de Términos seguido por las Composiciones, Procedimientos de Separación y finalmente Ejemplos.
- 20

### 1. Definición y Clarificación de Términos

Antes de abordar los detalles y realizaciones descritos más adelante, se definen y clarifican algunos términos.

- 25 Cuando se usan en el presente documento, los términos “comprende”, “que comprende(n)”, “incluye”, “que incluye(n)”, “tiene”, “que tiene(n)” o cualquier otra variación de ellos, se destinan a cubrir una inclusión no exclusiva. Por ejemplo, un procedimiento, método, artículo, o aparato que comprende una lista de elementos no está necesariamente limitado a solamente esos elementos, sino que puede incluir otros elementos no expresamente indicados o inherentes a tal procedimiento, método, artículo, o aparato. Además, a menos que se manifieste expresamente lo contrario, “o” se refiere a un o inclusivo y no a un o exclusivo. Por ejemplo, una condición A o B se satisface por una cualquiera de las siguientes: A es verdadero (o presente) y B es falso (o no presente), A es falso (o no presente) y B es verdadero (o presente), y tanto A como B son verdaderos (o presentes).
- 30

También el uso de “un(a)” o “un(a)” se utiliza para describir elementos y componentes descritos en el presente documento. Esto se hace solamente por conveniencia y para dar un sentido general al alcance de la invención. Se debe leer que esta descripción incluye uno(a) o al menos uno(a) y el singular incluye también el plural a menos que sea obvio que se entiende de otro modo.

- 35 Cuando se usa en el presente documento, un disolvente extractor se define como un fluido que disuelve o extrae preferiblemente uno o más compuestos químicos de una mezcla de compuestos químicos y es parcialmente a completamente inmisible con uno o más de los otros constituyentes de la mezcla de compuestos químicos. De este modo es posible transferir parcialmente a completamente uno o más compuestos químicos preferiblemente disueltos de una mezcla original de compuestos químicos a una segunda fase formada por el disolvente extractor. En la técnica de extracción líquido-líquido, se usa frecuentemente el término “disolvente” en vez de disolvente extractor.
- 40

- 45 Cuando se usa en el presente documento, cuando se dice que un producto en cualquier etapa de procedimiento “está esencialmente libre de” cualquier sustancia se entiende que la etapa de procedimiento produce un compuesto que contiene menos de 100 ppm aproximadamente (base en peso) de la sustancia. En otra realización, el compuesto producido contiene menos de 10 ppm aproximadamente de la sustancia. En otra realización más, el compuesto producido contiene menos de 1 ppm aproximadamente de la sustancia.

Los números de grupo correspondientes a las columnas dentro de la Tabla Periódica de los elementos usan la convención de la “Nueva Notación” como se ve en el *CRC Handbook of Chemistry and Physics*, 81<sup>st</sup> Edition (2000-2001).

- 50 A menos que se defina de otro modo, todos los términos técnicos y científicos usados en el presente documento tienen el mismo significado que el entendido normalmente por un profesional de la técnica a la que pertenece la invención. Aunque métodos y materiales similares o equivalentes a los descritos en el presente documento se pueden usar en la práctica o prueba de realizaciones de la presente invención, se describen más adelante métodos y materiales adecuados. Todas las publicaciones, solicitudes de patentes, patentes, y otras referencias mencionadas en el presente documento se incorporan por referencia en su integridad, a menos que se cite un fragmento. En caso

de conflicto controlará la presente especificación, incluyendo las definiciones. Además, los materiales, métodos, y ejemplos son ilustrativos solamente y no se destinan a ser limitativos.

## 2. Composiciones

5 El fluoruro de hidrógeno (HF, anhidro) es un compuesto químico disponible comercialmente o se puede producir por métodos conocidos en la técnica.

El término "fluoroolefina" está destinado a significar un compuesto que comprende carbono y flúor y opcionalmente hidrógeno, que comprende adicionalmente al menos un doble enlace.

10 En una realización, las fluoroolefinas comprenden compuestos con 2 a 12 átomos de carbono, en otra realización las fluoroolefinas comprenden compuestos con 3 a 10 átomos de carbono, y en otra realización más las fluoroolefinas comprenden compuestos con 3 a 7 átomos de carbono. Las fluoroolefinas representativas incluyen, pero no se limitan a todos los compuestos que se indican en la Tabla 1, Tabla 2 y Tabla 3.

15 La presente invención proporciona fluoroolefinas que tienen la fórmula  $E$ - o  $Z$ - $R^1CH=CHR^2$  (Fórmula I), donde  $R^1$  y  $R^2$  son, independientemente, grupos perfluoroalquilo  $C_1$  a  $C_6$ . Los ejemplos de  $R^1$  y  $R^2$  incluyen, pero no se limitan a  $CF_3$ ,  $C_2F_5$ ,  $CF_2CF_2CF_3$ ,  $CF(CF_3)_2$ ,  $CF_2CF_2CF_2CF_3$ ,  $CF(CF_3)CF_2CF_3$ ,  $CF_2CF(CF_3)_2$ ,  $C(CF_3)_3$ ,  $CF_2CF_2CF_2CF_2CF_3$ ,  $CF_2CF_2CF(CF_3)_2$ ,  $C(CF_3)_2C_2F_5$ ,  $CF_2CF_2CF_2CF_2CF_2CF_3$ ,  $CF(CF_3)CF_2CF_2C_2F_5$ , y  $C(CF_3)_2CF_2C_2F_5$ . En una realización las fluoroolefinas de Fórmula I tienen al menos 4 átomos de carbono aproximadamente en la molécula. En otra realización, las fluoroolefinas de Fórmula I tienen al menos 5 átomos de carbono aproximadamente en la molécula. En la Tabla 1 se presentan compuestos de la Fórmula I ejemplares no limitativos.

**TABLA 1**

| Código | Estructura                        | Nombre químico   |
|--------|-----------------------------------|--|
| F11E   | $CF_3CH=CHCF_3$                   | 1,1,1,4,4,4-hexafluorobut-2-eno                                      |
| F12E   | $CF_3CH=CHC_2F_5$                 | 1,1,1,4,4,5,5,5-octafluoropent-2-eno                                 |
| F13E   | $CF_3CH=CHCF_2C_2F_5$             | 1,1,1,4,4,5,5,6,6,6-decafluorohex-2-eno                              |
| F13iE  | $CF_3CH=CHCF(CF_3)_2$             | 1,1,1,4,5,5,5-heptafluoro-4-(trifluorometil)pent-2-eno               |
| F22E   | $C_2F_5CH=CHC_2F_5$               | 1,1,1,2,2,5,5,6,6,6-decafluorohex-3-eno                              |
| F14E   | $CF_3CH=CH(CF_2)_3CF_3$           | 1,1,1,4,4,5,5,6,6,7,7,7-dodecafluorohept-2-eno                       |
| F14iE  | $CF_3CH=CHCF_2CF-(CF_3)_2$        | 1,1,1,4,4,5,6,6,6-nonafluoro-5-(trifluorometil)hex-2-eno             |
| F14sE  | $CF_3CH=CHCF(CF_3)-C_2F_5$        | 1,1,1,4,5,5,6,6,6-nonafluoro-4-(trifluorometil)hex-2-eno             |
| F14tE  | $CF_3CH=CHC(CF_3)_3$              | 1,1,1,5,5,5-hexafluoro-4,4-bis(trifluorometil)pent-2-eno             |
| F23E   | $C_2F_5CH=CHCF_2C_2F_5$           | 1,1,1,2,2,5,5,6,6,7,7,7-dodecafluorohept-3-eno                       |
| F23iE  | $C_2F_5CH=CHCF(CF_3)_2$           | 1,1,1,2,2,5,6,6,6-nonafluoro-5-(trifluorometil)hex-3-eno             |
| F15E   | $CF_3CH=CH(CF_2)_4CF_3$           | 1,1,1,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,8-tetradecafluorooct-2-eno                 |
| F15iE  | $CF_3CH=CH-CF_2CF_2CF(CF_3)_2$    | 1,1,1,4,4,5,5,6,7,7,7-undecafluoro-6-(trifluorometil)hept-2-eno      |
| F15tE  | $CF_3CH=CH-C(CF_3)_2C_2F_5$       | 1,1,1,5,5,6,6,6-octafluoro-4,4-bis(trifluorometil)hex-2-eno          |
| F24E   | $C_2F_5CH=CH(CF_2)_3CF_3$         | 1,1,1,2,2,5,5,6,6,7,7,8,8,8-tetradecafluorooct-3-eno                 |
| F24iE  | $C_2F_5CH=CHCF_2CF-(CF_3)_2$      | 1,1,1,2,2,5,5,6,7,7,7-undecafluoro-6-(trifluorometil)hept-3-eno      |
| F24sE  | $C_2F_5CH=CHCF(CF_3)-C_2F_5$      | 1,1,1,2,2,5,6,6,7,7,7-undecafluoro-5-(trifluorometil)hept-3-eno      |
| F24tE  | $C_2F_5CH=CHC(CF_3)_3$            | 1,1,1,2,2,6,6,6-octafluoro-5,5-bis(trifluorometil)hex-3-eno          |
| F33E   | $C_2F_5CF_2CH=CH-CF_2C_2F_5$      | 1,1,1,2,2,3,3,6,6,7,7,8,8,8-tetradecafluorooct-4-eno                 |
| F3i3iE | $(CF_3)_2CFCH=CH-CF(CF_3)_2$      | 1,1,1,2,5,6,6,6-octafluoro-2,5-bis(trifluorometil)hex-3-eno          |
| F33iE  | $C_2F_5CF_2CH=CH-CF(CF_3)_2$      | 1,1,1,2,5,5,6,6,7,7,7-undecafluoro-2-(trifluorometil)hept-3-eno      |
| F16E   | $CF_3CH=CH(CF_2)_5CF_3$           | 1,1,1,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,9,9,9-hexadecafluoronon-2-eno              |
| F16sE  | $CF_3CH=CHCF(CF_3)(CF_2)_2C_2F_5$ | 1,1,1,4,5,5,6,6,7,7,8,8,8-tridecafluoro-4-(trifluorometil)hept-2-eno |
| F16tE  | $CF_3CH=CHC(CF_3)_2CF_2C_2F_5$    | 1,1,1,6,6,6-octafluoro-4,4-bis(trifluorometil)hept-2-eno             |

| Código | Estructura                             | Nombre químico  |
|--------|--|---|
| F25E   | $C_2F_5CH=CH(CF_2)_4CF_3$              | 1,1,1,2,2,5,5,6,6,7,7,8,8,9,9,9-hexadecafluoronon-3-eno                     |
| F25iE  | $C_2F_5CH=CH-CF_2CF_2CF(CF_3)_2$       | 1,1,1,2,2,5,5,6,6,7,7,8,8,8-tridecafluoro-7-(trifluorometil)oct-3-eno       |
| F25tE  | $C_2F_5CH=CH-C(CF_3)_2C_2F_5$          | 1,1,1,2,2,6,6,7,7,7-decafluoro-5,5-bis(trifluorometil)hept-3-eno            |
| F34E   | $C_2F_5CF_2CH=CH-(CF_2)_3CF_3$         | 1,1,1,2,2,3,3,6,6,7,7,8,8,9,9,9-hexadecafluoronon-4-eno                     |
| F34iE  | $C_2F_5CF_2CH=CH-CF_2CF(CF_3)_2$       | 1,1,1,2,2,3,3,6,6,7,7,8,8,8-tridecafluoro-7-(trifluorometil)oct-4-eno       |
| F34sE  | $C_2F_5CF_2CH=CH-CF(CF_3)C_2F_5$       | 1,1,1,2,2,3,3,6,7,7,8,8,8-tridecafluoro-6-(trifluorometil)oct-4-eno         |
| F34tE  | $C_2F_5CF_2CH=CH-C(CF_3)_3$            | 1,1,1,5,5,6,6,7,7,7-decafluoro-2,2-bis(trifluorometil)hept-3-eno            |
| F3i4E  | $(CF_3)_2CFCH=CH-(CF_2)_3CF_3$         | 1,1,1,2,5,5,6,6,7,7,8,8,8-tridecafluoro-2-(trifluorometil)oct-3-eno         |
| F3i4iE | $(CF_3)_2CFCH=CH-CF_2CF(CF_3)_2$       | 1,1,1,2,5,5,6,7,7,7-decafluoro-2,6-bis(trifluorometil)hept-3-eno            |
| F3i4sE | $(CF_3)_2CFCH=CH-CF(CF_3)C_2F_5$       | 1,1,1,2,5,6,6,7,7,7-decafluoro-2,5-bis(trifluorometil)hept-3-eno            |
| F3i4tE | $(CF_3)_2CFCH=CH-C(CF_3)_3$            | 1,1,1,2,6,6,6-heptafluoro-2,5,5-bis(trifluorometil)hex-3-eno                |
| F26E   | $C_2F_5CH=CH(CF_2)_5CF_3$              | 1,1,1,2,2,5,5,6,6,7,7,8,8,9,9,10,10,10-octadecafluorodec-3-eno              |
| F26sE  | $C_2F_5CH=CHCF(CF_3)(CF_2)_2C_2F_5$    | 1,1,1,2,2,5,6,6,7,7,8,8,9,9,9-pentadecafluoro-5-(trifluorometil)non-3-eno   |
| F26tE  | $C_2F_5CH=CHC(CF_3)_2CF_2C_2F_5$       | 1,1,1,2,2,6,6,7,7,8,8,8-dodecafluoro-5,5-bis(trifluorometil)oct-3-eno       |
| F35E   | $C_2F_5CF_2CH=CH-(CF_2)_4CF_3$         | 1,1,1,2,2,3,3,6,6,7,7,8,8,9,9,10,10,10-octadecafluorodec-4-eno              |
| F35iE  | $C_2F_5CF_2CH=CH-CF_2CF_2CF(CF_3)_2$   | 1,1,1,2,2,3,3,6,6,7,7,8,8,9,9,9-pentadecafluoro-8-(trifluorometil)non-4-eno |
| F35tE  | $C_2F_5CF_2CH=CH-C(CF_3)_2C_2F_5$      | 1,1,1,2,2,3,3,7,7,8,8,8-dodecafluoro-6,6-bis(trifluorometil)oct-4-eno       |
| F3i5E  | $(CF_3)_2CFCH=CH-(CF_2)_4CF_3$         | 1,1,1,2,5,5,6,6,7,7,8,8,9,9,9-pentadecafluoro-2-(trifluorometil)non-3-eno   |
| F3i5iE | $(CF_3)_2CFCH=CH-CF_2CF_2CF(CF_3)_2$   | 1,1,1,2,5,5,6,6,7,7,8,8,8-dodecafluoro-2,7-bis(trifluorometil)oct-3-eno     |
| F3i5tE | $(CF_3)_2CFCH=CH-C(CF_3)_2C_2F_5$      | 1,1,1,2,6,6,7,7,7-nonafluoro-2,5,5-tris(trifluorometil)hept-3-eno           |
| F44E   | $CF_3(CF_2)_3CH=CH-(CF_2)_3CF_3$       | 1,1,1,2,2,3,3,4,4,7,7,8,8,9,9,10,10,10-octadecafluorodec-5-eno              |
| F44iE  | $CF_3(CF_2)_3CH=CH-CF_2CF(CF_3)_2$     | 1,1,1,2,3,3,6,6,7,7,8,8,9,9,9-pentadecafluoro-2-(trifluorometil)non-4-eno   |
| F44sE  | $CF_3(CF_2)_3CH=CH-CF(CF_3)C_2F_5$     | 1,1,1,2,2,3,6,6,7,7,8,8,9,9,9-pentadecafluoro-3-(trifluorometil)non-4-eno   |
| F44tE  | $CF_3(CF_2)_3CH=CH-C(CF_3)_3$          | 1,1,1,5,5,6,6,7,7,8,8,8-dodecafluoro-2,2-bis(trifluorometil)oct-3-eno       |
| F4i4iE | $(CF_3)_2CF_2CF_2CH=CH-CF_2CF(CF_3)_2$ | 1,1,1,2,3,3,6,6,7,8,8,8-dodecafluoro-2,7-bis(trifluorometil)oct-4-eno       |
| F4i4sE | $(CF_3)_2CF_2CF_2CH=CH-CF(CF_3)C_2F_5$ | 1,1,1,2,3,3,6,7,7,8,8,8-dodecafluoro-2,6-bis(trifluorometil)oct-4-eno       |
| F4i4tE | $(CF_3)_2CF_2CF_2CH=CH-C(CF_3)_3$      | 1,1,1,5,5,6,7,7,7-nonafluoro-2,2,6-tris(trifluorometil)hept-3-eno           |
| F4s4sE | $C_2F_5CF(CF_3)CH=CH-CF(CF_3)C_2F_5$   | 1,1,1,2,2,3,6,7,7,8,8,8-dodecafluoro-3,6-bis(trifluorometil)oct-4-eno       |
| F4s4tE | $C_2F_5CF(CF_3)CH=CH-C(CF_3)_3$        | 1,1,1,5,6,6,7,7,7-nonafluoro-2,2,5-tris(trifluorometil)hept-3-eno           |
| F4t4tE | $(CF_3)_3CCH=CH-C(CF_3)_3$             | 1,1,1,6,6,6-hexafluoro-2,2,5,5-tetrakis(trifluorometil)hex-3-eno            |

Los compuestos de la Fórmula I se pueden preparar poniendo en contacto un yoduro de perfluoroalquilo de la fórmula  $R^1I$  con una perfluoroalquiltrihidroolefina de la fórmula  $R^2CH=CH_2$  para formar un trihidroyodoperfluoroalcano de la fórmula  $R^1CH_2CHIR^2$ . Este trihidroyodoperfluoroalcano se puede deshidroyodar después para formar  $R^1CH=CHR^2$ . Alternativamente, la olefina  $R^1CH=CHR^2$  se puede preparar por deshidroyodación de un trihidroyodoperfluoroalcano de la fórmula  $R^1CHICH_2R^2$  formado a su vez haciendo reaccionar un yoduro de perfluoroalquilo de la fórmula  $R^2I$  con una perfluoroalquiltrihidroolefina de la fórmula  $R^1CH=CH_2$ .

5

Dicha puesta en contacto de un yoduro de perfluoroalquilo con una perfluoroalquiltrihidroolefina puede tener lugar en modo por lotes combinando las sustancias reaccionantes en un recipiente de reacción adecuado capaz de operar bajo la presión autógena de las sustancias reaccionantes y productos a la temperatura de reacción. Los recipientes



de reacción adecuados incluyen los fabricados de aceros inoxidable, en particular de tipo austenítico, y las muy conocidas aleaciones con alto contenido de níquel tales como las aleaciones de níquel-cobre Monel®, aleaciones Hastelloy® a base de níquel y aleaciones Inconel® de níquel-cromo.

5 Alternativamente, la reacción se puede realizar en modo semi-continuo en el que la perfluoroalquiltrihidroolefina reaccionante se añade al yoduro de perfluoroalquilo reaccionante por medio de un aparato de adición adecuado tal como una bomba a la temperatura de reacción.

10 La relación de yoduro de perfluoroalquilo a perfluoroalquiltrihidroolefina debe ser entre aproximadamente 1:1 y aproximadamente 4:1, preferiblemente desde aproximadamente 1,5:1 hasta 2,5:1. Las relaciones menores que 1,5:1 tienden a dar por resultado grandes cantidades del aducto 2:1 como se describe por Jeanneaux et al. en Journal of Fluorine Chemistry, Vol. 4, páginas 261-270 (1974).

Las temperaturas preferidas para la puesta en contacto de dicho yoduro de perfluoroalquilo con dicha perfluoroalquiltrihidroolefina están preferiblemente dentro del intervalo de aproximadamente 150°C a 300°C, preferiblemente desde aproximadamente 170°C hasta aproximadamente 250°C, y lo más preferiblemente desde aproximadamente 180°C hasta aproximadamente 230°C.

15 Los tiempos de contacto adecuados para la reacción del yoduro de perfluoroalquilo con la perfluoroalquiltrihidroolefina son de aproximadamente 0,5 horas a 18 horas, preferiblemente de aproximadamente 4 a aproximadamente 12 horas.

20 El trihidroyodoperfluoroalcano preparado por reacción del yoduro de perfluoroalquilo con la perfluoroalquiltrihidroolefina se puede usar directamente en la etapa de deshidroyodación o preferiblemente se puede recuperar y purificar por destilación antes de la etapa de deshidroyodación.

25 La etapa de deshidroyodación se realiza poniendo en contacto el trihidroyodoperfluoroalcano con una sustancia básica. Las sustancias básicas adecuadas incluyen hidróxidos de metales alcalinos (por ejemplo, hidróxido sódico o hidróxido potásico), óxido de metal alcalino (por ejemplo, óxido sódico), hidróxidos de metales alcalinotérreos (por ejemplo, hidróxido cálcico), óxidos de metales alcalinotérreos (por ejemplo, óxido cálcico), alcóxidos de metales alcalinos (por ejemplo, metóxido sódico o etóxido sódico), amoniaco acuoso, amida sódica, o mezclas de sustancias básicas tales como cal sodada. Sustancias básicas preferidas son hidróxido sódico e hidróxido potásico.

30 Dicha puesta en contacto del trihidroyodoperfluoroalcano con una sustancia básica puede tener lugar en la fase líquida, preferiblemente en presencia de un disolvente capaz de disolver al menos una parte de ambas sustancias reaccionantes. Disolventes adecuados para la etapa de deshidroyodación incluyen uno o más disolventes orgánicos polares tales como alcoholes (por ejemplo, metanol, etanol, n-propanol, isopropanol, n-butanol, isobutanol, y butanol terciario), nitrilos (por ejemplo, acetonitrilo, propionitrilo, butironitrilo, benzonitrilo, o adiponitrilo), dimetilsulfóxido, N,N-dimetilformamida, N,N-dimetilacetamida, o sulfolano. La elección de disolvente puede depender del punto de ebullición producto y la facilidad de separación de trazas del disolvente del producto durante la purificación. Típicamente, son buenos disolventes para la reacción el etanol o isopropanol.

35 Típicamente, la reacción de deshidroyodación se puede realizar por adición de una de las sustancias reaccionantes (o la sustancia básica o el trihidroyodoperfluoroalcano) a la otra sustancia reaccionante en un recipiente de reacción adecuado. Dicha reacción se puede realizar a partir de vidrio, cerámica, o metal y se agita preferiblemente con un impulsor o mecanismo de agitación.

40 Las temperaturas adecuadas para la reacción de deshidroyodación son de aproximadamente 10°C a aproximadamente 100°C, preferiblemente de aproximadamente 20°C a aproximadamente 70°C. La reacción de deshidroyodación se puede realizar a presión ambiente o a presión reducida o elevada. Importantes son las reacciones de deshidroyodación en las que el compuesto de la Fórmula I se extrae, por destilación, del recipiente de reacción a medida que se forma.

45 Alternativamente, la reacción de deshidroyodación se puede realizar poniendo en contacto una disolución acuosa de dichas sustancias básicas con una disolución del trihidroyodoperfluoroalcano en uno o más disolventes orgánicos de polaridad inferior tales como un alcano (por ejemplo, hexano, heptano, u octano), hidrocarburo aromático (por ejemplo, tolueno), hidrocarburo halogenado (por ejemplo, cloruro de metileno, cloroformo, tetracloruro de carbono, o perclorotileno), u otros (por ejemplo, éter dietílico, metil-*terc*-butil-éter, tetrahidrofurano, 2-metil-tetrahidrofurano, dioxano, dimetoxietano, diglima, o tetraglima) en presencia de un catalizador de transferencia de fase. Los catalizadores de transferencia de fase adecuados incluyen haluros de amonio cuaternario (por ejemplo, bromuro de tetrabutilamonio, hidrosulfato de tetrabutilamonio, cloruro de trietilbencilamonio, cloruro de dodeciltrimetilamonio, y cloruro de tricaprillmetilamonio), haluros de fosfonio cuaternario (por ejemplo, bromuro de trifenilmetilfosfonio y cloruro de tetrafenilfosfonio), o compuestos de poliéteres cíclicos conocidos en la técnica como éteres corona (por ejemplo, 18-corona-6 y 15-corona-5).

55 Alternativamente, la reacción de deshidroyodación se puede realizar en ausencia de disolvente añadiendo el trihidroyodoperfluoroalcano a una sustancia básica sólida o líquida.

Tiempos de reacción adecuados para las reacciones de deshidroyodación son de aproximadamente 15 minutos a aproximadamente seis horas o más, dependiendo de la solubilidad de las sustancias reaccionantes. Típicamente, la reacción de deshidroyodación es rápida y requiere aproximadamente 30 minutos a aproximadamente tres horas para la terminación.

- 5 El compuesto de la fórmula I se puede recuperar de la mezcla de reacción de deshidroyodación por separación de fases tras la adición de agua, por destilación, o por una combinación de ellas.

- 10 En otra realización de la presente invención, las fluoroolefinas comprenden fluorocarbonos insaturados cíclicos (ciclo-[CX=CY(CZW<sub>n</sub>)] (Fórmula II), donde X, Y, Z y W se seleccionan independientemente de H y F, y n es un número entero de 2 a 5). En una realización las fluoroolefinas de la Fórmula II tienen al menos aproximadamente 3 átomos de carbono en la molécula. En otra realización, las fluoroolefinas de la Fórmula II tienen al menos aproximadamente 4 átomos de carbono en la molécula. En otra realización más, las fluoroolefinas de la Fórmula II tienen al menos aproximadamente 5 átomos de carbono en la molécula. En la Tabla 2 se incluyen fluoroolefinas cíclicas representativas de la Fórmula II.

**TABLA 2**

| Fluorocarbonos insaturados cíclicos | Estructura   | Nombre químico                            |
|-------------------------------------|--|---|
| FC-C1316cc                          | ciclo-CF <sub>2</sub> CF <sub>2</sub> CF=CF-                                 | 1,2,3,3,4,4-hexafluorociclobuteno         |
| HFC-C1334cc                         | ciclo-CF <sub>2</sub> CF <sub>2</sub> CH=CH-                                 | 3,3,4,4-tetrafluorociclobuteno            |
| HFC-C1436                           | ciclo-CF <sub>2</sub> CF <sub>2</sub> CF <sub>2</sub> CH=CH-                 | 3,3,4,4,5,5-hexafluorociclopenteno        |
| FC-C1418y                           | ciclo-CF <sub>2</sub> CF=CFCF <sub>2</sub> CF <sub>2</sub> -                 | 1,2,3,3,4,4,5,5-octafluorociclopenteno    |
| FC-C151-10y                         | ciclo-CF <sub>2</sub> CF=CFCF <sub>2</sub> CF <sub>2</sub> CF <sub>2</sub> - | 1,2,3,3,4,4,5,5,6,6-decafluorociclohexeno |

- 15 Las composiciones de la presente invención pueden comprender un solo compuesto de la Fórmula I o Fórmula II, por ejemplo uno de los compuestos de la Tabla 1 ó Tabla 2, o puede comprender una combinación de compuestos de la Fórmula I o Fórmula II.

En otra realización, las fluoroolefinas pueden comprender los compuestos incluidos en la Tabla 3.

**TABLA 3**

| Nombre         | Estructura                           | Nombre químico                      |
|----------------|--------------------------------------|-------------------------------------|
| HFC-1114 (TFE) | CF <sub>2</sub> =CF <sub>2</sub>     | tetrafluoroetileno                  |
| HFC-1216 (HFP) | CF <sub>3</sub> CF=CF <sub>2</sub>   | hexafluoropropeno                   |
| HFC-1225ye     | CF <sub>3</sub> CF=CHF               | 1,2,3,3,3-pentafluoro-1-propeno     |
| HFC-1225zc     | CF <sub>3</sub> CH=CF <sub>2</sub>   | 1,1,3,3,3-pentafluoro-1-propeno     |
| HFC-1225yc     | CHF <sub>2</sub> CF=CF <sub>2</sub>  | 1,1,2,3,3-pentafluoro-1-propeno     |
| HFC-1234ye     | CHF <sub>2</sub> CF=CHF              | 1,2,3,3-tetrafluoro-1-propeno       |
| HFC-1234yf     | CF <sub>3</sub> CF=CH <sub>2</sub>   | 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno       |
| HFC-1234ze     | CF <sub>3</sub> CH=CHF               | 1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno       |
| HFC-1234yc     | CH <sub>2</sub> FCF=CF <sub>2</sub>  | 1,1,2,3-tetrafluoro-1-propeno       |
| HFC-1234zc     | CHF <sub>2</sub> CH=CF <sub>2</sub>  | 1,1,3,3-tetrafluoro-1-propeno       |
| HFC-1243yf     | CHF <sub>2</sub> CF=CH <sub>2</sub>  | 2,3,3-trifluoro-1-propeno           |
| HFC-1243zf     | CF <sub>3</sub> CH=CH <sub>2</sub>   | 3,3,3-trifluoro-1-propeno           |
| HFC-1243yc     | CH <sub>3</sub> CF=CF <sub>2</sub>   | 1,1,2-trifluoro-1-propeno           |
| HFC-1243zc     | CH <sub>2</sub> FCH=CF <sub>2</sub>  | 1,1,3-trifluoro-1-propeno           |
| HFC-1243ye     | CH <sub>2</sub> FCF=CHF              | 1,2,3-trifluoro-1-propeno           |
| HFC-1243ze     | CHF <sub>2</sub> CH=CHF              | 1,3,3-trifluoro-1-propeno           |
| FC-1318my      | CF <sub>3</sub> CF=CFCF <sub>3</sub> | 1,1,1,2,3,4,4,4-octafluoro-2-buteno |

ES 2 392 884 T3

| Nombre      | Estructura  | Nombre químico                                   |
|-------------|---|--|
| FC-1318cy   | $\text{CF}_3\text{CF}_2\text{CF}=\text{CF}_2$     | 1,1,2,3,3,4,4,4-octafluoro-1-buteno              |
| HFC-1327my  | $\text{CF}_3\text{CF}=\text{CHCF}_3$              | 1,1,1,2,4,4,4-heptafluoro-2-buteno               |
| HFC-1327ye  | $\text{CHF}=\text{CFCF}_2\text{CF}_3$             | 1,2,3,3,4,4,4-heptafluoro-1-buteno               |
| HFC-1327py  | $\text{CHF}_2\text{CF}=\text{CFCF}_3$             | 1,1,1,2,3,4,4-heptafluoro-2-buteno               |
| HFC-1327et  | $(\text{CF}_3)_2\text{C}=\text{CHF}$              | 1,3,3,3-tetrafluoro-2-(trifluorometil)-1-propeno |
| HFC-1327cz  | $\text{CF}_2=\text{CHCF}_2\text{CF}_3$            | 1,1,3,3,4,4,4-heptafluoro-1-buteno               |
| HFC-1327cye | $\text{CF}_2=\text{CFCHFCF}_3$                    | 1,1,2,3,4,4,4-heptafluoro-1-buteno               |
| HFC-1327cyc | $\text{CF}_2=\text{CFCF}_2\text{CHF}_2$           | 1,1,2,3,3,4,4-heptafluoro-1-buteno               |
| HFC-1336yf  | $\text{CF}_3\text{CF}_2\text{CF}=\text{CH}_2$     | 2,3,3,4,4,4-hexafluoro-1-buteno                  |
| HFC-1336ze  | $\text{CHF}=\text{CHCF}_2\text{CF}_3$             | 1,3,3,4,4,4-hexafluoro-1-buteno                  |
| HFC-1336eye | $\text{CHF}=\text{CFCHFCF}_3$                     | 1,2,3,4,4,4-hexafluoro-1-buteno                  |
| HFC-1336eyc | $\text{CHF}=\text{CFCF}_2\text{CHF}_2$            | 1,2,3,3,4,4-hexafluoro-1-buteno                  |
| HFC-1336pyy | $\text{CHF}_2\text{CF}=\text{CFCHF}_2$            | 1,1,2,3,4,4-hexafluoro-2-buteno                  |
| HFC-1336qy  | $\text{CH}_2\text{FCF}=\text{CFCF}_3$             | 1,1,1,2,3,4-hexafluoro-2-buteno                  |
| HFC-1336pz  | $\text{CHF}_2\text{CH}=\text{CFCF}_3$             | 1,1,1,2,4,4-hexafluoro-2-buteno                  |
| HFC-1336mzy | $\text{CF}_3\text{CH}=\text{CFCHF}_2$             | 1,1,1,3,4,4-hexafluoro-2-buteno                  |
| HFC-1336qc  | $\text{CF}_2=\text{CFCF}_2\text{CH}_2\text{F}$    | 1,1,2,3,3,4-hexafluoro-1-buteno                  |
| HFC-1336pe  | $\text{CF}_2=\text{CFCHFCHF}_2$                   | 1,1,2,3,4,4-hexafluoro-1-buteno                  |
| HFC-1336ft  | $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CF}_3)_2$             | 3,3,3-trifluoro-2-(trifluorometil)-1-propeno     |
| HFC-1345qz  | $\text{CH}_2\text{FCH}=\text{CFCF}_3$             | 1,1,1,2,4-pentafluoro-2-buteno                   |
| HFC-1345mzy | $\text{CF}_3\text{CH}=\text{CFCH}_2\text{F}$      | 1,1,1,3,4-pentafluoro-2-buteno                   |
| HFC-1345fz  | $\text{CF}_3\text{CF}_2\text{CH}=\text{CH}_2$     | 3,3,4,4,4-pentafluoro-1-buteno                   |
| HFC-1345mzz | $\text{CHF}_2\text{CH}=\text{CHCF}_3$             | 1,1,1,4,4-pentafluoro-2-buteno                   |
| HFC-1345sy  | $\text{CH}_3\text{CF}=\text{CFCF}_3$              | 1,1,1,2,3-pentafluoro-2-buteno                   |
| HFC-1345fyc | $\text{CH}_2=\text{CFCF}_2\text{CHF}_2$           | 2,3,3,4,4-pentafluoro-1-buteno                   |
| HFC-1345pyz | $\text{CHF}_2\text{CF}=\text{CHCHF}_2$            | 1,1,2,4,4-pentafluoro-2-buteno                   |
| HFC-1345cyc | $\text{CH}_3\text{CF}_2\text{CF}=\text{CF}_2$     | 1,1,2,3,3-pentafluoro-1-buteno                   |
| HFC-1345pyy | $\text{CH}_2\text{FCF}=\text{CFCHF}_2$            | 1,1,2,3,4-pentafluoro-2-buteno                   |
| HFC-1345eyc | $\text{CH}_2\text{FCF}_2\text{CF}=\text{CF}_2$    | 1,2,3,3,4-pentafluoro-1-buteno                   |
| HFC-1345ctm | $\text{CF}_2=\text{C}(\text{CF}_3)(\text{CH}_3)$  | 1,1,3,3,3-pentafluoro-2-metil-1-propeno          |
| HFC-1345ftp | $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CHF}_2)(\text{CF}_3)$ | 2-(difluorometil)-3,3,3-trifluoro-1-propeno      |
| HFC1345fye  | $\text{CH}_2=\text{CFCHFCF}_3$                    | 2,3,4,4,4-pentafluoro-1-buteno                   |
| HFC-1345eyf | $\text{CHF}=\text{CFCH}_2\text{CF}_3$             | 1,2,4,4,4-pentafluoro-1-buteno                   |
| HFC-1345eze | $\text{CHF}=\text{CHCHFCF}_3$                     | 1,3,4,4,4-pentafluoro-1-buteno                   |
| HFC-1345ezc | $\text{CHF}=\text{CHCF}_2\text{CHF}_2$            | 1,3,3,4,4-pentafluoro-1-buteno                   |
| HFC-1345eye | $\text{CHF}=\text{CFCHFCF}_2$                     | 1,2,3,4,4-pentafluoro-1-buteno                   |
| HFC-1354fzc | $\text{CH}_2=\text{CHCF}_2\text{CHCF}_2$          | 3,3,4,4-tetrafluoro-1-buteno                     |
| HFC-1354ctp | $\text{CF}_2=\text{C}(\text{CHF}_2)(\text{CH}_3)$ | 1,1,3,3-tetrafluoro-2-metil-1-propeno            |
| HFC-1354etm | $\text{CHF}=\text{C}(\text{CF}_3)(\text{CH}_3)$   | 1,3,3,3-tetrafluoro-2-metil-1-propeno            |

ES 2 392 884 T3

| Nombre       | Estructura  | Nombre químico   |
|--------------|---|--|
| HFC-1354tfp  | $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CHF}_2)_2$                    | 2-(difluorometil)-3,3-difluoro-1-propeno                             |
| HFC-1354my   | $\text{CF}_3\text{CF}=\text{CHCH}_3$                      | 1,1,1,2-tetrafluoro-2-buteno   |
| HFC-1354mzy  | $\text{CH}_3\text{CF}=\text{CHCF}_3$                      | 1,1,1,3-tetrafluoro-2-buteno   |
| FC-141-10myy | $\text{CF}_3\text{CF}=\text{CFCF}_2\text{CF}_3$           | 1,1,1,2,3,4,4,5,5,5-decafluoro-2-penteno                             |
| FC-141-10cy  | $\text{CF}_2=\text{CFCF}_2\text{CF}_2\text{CF}_3$         | 1,1,2,3,3,4,4,5,5,5-decafluoro-1-penteno                             |
| HFC-1429mzt  | $(\text{CF}_3)_2\text{C}=\text{CHCF}_3$                   | 1,1,1,4,4,4-hexafluoro-2-(trifluorometil)-2-buteno                   |
| HFC-1429myz  | $\text{CF}_3\text{CF}=\text{CHCF}_2\text{CF}_3$           | 1,1,1,2,4,4,5,5,5-nonafluoro-2-penteno                               |
| HFC-1429mzy  | $\text{CF}_3\text{CH}=\text{CFCF}_2\text{CF}_3$           | 1,1,1,3,4,4,5,5,5-nonafluoro-2-penteno                               |
| HFC-1429eyc  | $\text{CHF}=\text{CFCF}_2\text{CF}_2\text{CF}_3$          | 1,2,3,3,4,4,5,5,5-nonafluoro-1-penteno                               |
| HFC-1429czc  | $\text{CF}_2=\text{CHCF}_2\text{CF}_2\text{CF}_3$         | 1,1,3,3,4,4,5,5,5-nonafluoro-1-penteno                               |
| HFC-1429cycc | $\text{CF}_2=\text{CFCF}_2\text{CF}_2\text{CHF}_2$        | 1,1,2,3,3,4,4,5,5-nonafluoro-1-penteno                               |
| HFC-1429pyy  | $\text{CHF}_2\text{CF}=\text{CFCF}_2\text{CF}_3$          | 1,1,2,3,4,4,5,5,5-nonafluoro-2-penteno                               |
| HFC-1429myyc | $\text{CF}_3\text{CF}=\text{CFCF}_2\text{CHF}_2$          | 1,1,1,2,3,4,4,5,5-nonafluoro-2-penteno                               |
| HFC-1429myye | $\text{CF}_3\text{CF}=\text{CFCHFCF}_3$                   | 1,1,1,2,3,4,5,5,5-nonafluoro-2-penteno                               |
| HFC-1429eyym | $\text{CHF}=\text{CFCF}(\text{CF}_3)_2$                   | 1,2,3,4,4,4-hexafluoro-3-(trifluorometil)-1-buteno                   |
| HFC-1429cyzm | $\text{CF}_2=\text{CFCH}(\text{CF}_3)_2$                  | 1,1,2,4,4,4-hexafluoro-3-(trifluorometil)-1-buteno                   |
| HFC-1429mzt  | $\text{CF}_3\text{CH}=\text{C}(\text{CF}_3)_2$            | 1,1,1,4,4,4-hexafluoro-2-(trifluorometil)-2-buteno                   |
| HFC-1429czym | $\text{CF}_2=\text{CHCF}(\text{CF}_3)_2$                  | 1,1,3,4,4,4-hexafluoro-3-(trifluorometil)-1-buteno                   |
| HFC-1438fy   | $\text{CH}_2=\text{CFCF}_2\text{CF}_2\text{CF}_3$         | 2,3,3,4,4,5,5,5-octafluoro-1-penteno                                 |
| HFC-1438eycc | $\text{CHF}=\text{CFCF}_2\text{CF}_2\text{CHF}_2$         | 1,2,3,3,4,4,5,5,5-octafluoro-1-penteno                               |
| HFC-1438ftmc | $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CF}_3)\text{CF}_2\text{CF}_3$ | 3,3,4,4,4-pentafluoro-2-(trifluorometil)-1-buteno                    |
| HFC-1438czzm | $\text{CF}_2=\text{CHCH}(\text{CF}_3)_2$                  | 1,1,4,4,4-pentafluoro-3-(trifluorometil)-1-buteno                    |
| HFC-1438ezym | $\text{CHF}=\text{CHCF}(\text{CF}_3)_2$                   | 1,3,4,4,4-pentafluoro-3-(trifluorometil)-1-buteno                    |
| HFC-1438ctmf | $\text{CF}_2=\text{C}(\text{CF}_3)\text{CH}_2\text{CF}_3$ | 1,1,4,4,4-pentafluoro-2-(trifluorometil)-1-buteno                    |
| HFC-1447fzy  | $(\text{CF}_3)_2\text{CFCH}=\text{CH}_2$                  | 3,4,4,4-tetrafluoro-3-(trifluorometil)-1-buteno                      |
| HFC-1447fz   | $\text{CF}_3\text{CF}_2\text{CF}_2\text{CH}=\text{CH}_2$  | 3,3,4,4,5,5,5-heptafluoro-1-penteno                                  |
| HFC-1447fycc | $\text{CH}_2=\text{CFCF}_2\text{CF}_2\text{CHF}_2$        | 2,3,3,4,4,5,5-heptafluoro-1-penteno                                  |
| HFC-1447czcf | $\text{CF}_2=\text{CHCF}_2\text{CH}_2\text{CF}_3$         | 1,1,3,3,5,5,5-heptafluoro-1-penteno                                  |
| HFC-1447mytm | $\text{CF}_3\text{CF}=\text{C}(\text{CF}_3)(\text{CH}_3)$ | 1,1,1,2,4,4,4-heptafluoro-3-metil-2-buteno                           |
| HFC-1447fyz  | $\text{CH}_2=\text{CFCH}(\text{CF}_3)_2$                  | 2,4,4,4-tetrafluoro-3-(trifluorometil)-1-buteno                      |
| HFC-1447ezz  | $\text{CHF}=\text{CHCH}(\text{CF}_3)_2$                   | 1,4,4,4-tetrafluoro-3-(trifluorometil)-1-buteno                      |
| HFC-1447qzt  | $\text{CH}_2\text{FCH}=\text{C}(\text{CF}_3)_2$           | 1,4,4,4-tetrafluoro-2-(trifluorometil)-2-buteno                      |
| HFC-1447syt  | $\text{CH}_3\text{CF}=\text{C}(\text{CF}_3)_2$            | 2,4,4,4-tetrafluoro-2-(trifluorometil)-2-buteno                      |
| HFC-1456szt  | $(\text{CF}_3)_2\text{C}=\text{CHCH}_3$                   | 3-(trifluorometil)-4,4,4-trifluoro-2-buteno                          |
| HFC-1456szy  | $\text{CF}_3\text{CF}_2\text{CF}=\text{CHCH}_3$           | 3,4,4,5,5,5-hexafluoro-2-penteno                                     |
| HFC-1456mstz | $\text{CF}_3\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CHCF}_3$          | 1,1,1,4,4,4-hexafluoro-2-metil-2-buteno                              |
| HFC-1456fzce | $\text{CH}_2=\text{CHCF}_2\text{CHF}_2$                   | 3,3,4,5,5,5-hexafluoro-1-penteno                                     |
| HFC-1456ftmf | $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CF}_3)\text{CH}_2\text{CF}_3$ | 4,4,4-trifluoro-2-(trifluorometil)-1-buteno                          |
| FC-151-12c   | $\text{CF}_3(\text{CF}_2)_3\text{CF}=\text{CF}_2$         | 1,1,2,3,3,4,4,5,5,6,6,6-dodecafluoro-1-hexeno (o perfluoro-1-hexeno) |

| Nombre              | Estructura   | Nombre químico   |
|---------------------|--|--|
| FC-151-12mcy        | $\text{CF}_3\text{CF}_2\text{CF}=\text{CFCF}_2\text{CF}_3$           | 1,1,1,2,2,3,4,5,5,6,6,6-dodecafluoro-3-hexeno (o perfluoro-3-hexeno) |
| FC-151-12mmtt       | $(\text{CF}_3)_2\text{C}=\text{C}(\text{CF}_3)_2$                    | 1,1,1,4,4,4-hexafluoro-2,3-bis(trifluorometil)-2-buteno              |
| FC-151-12mmzz       | $(\text{CF}_3)_2\text{CFCF}=\text{CFCF}_3$                           | 1,1,1,2,3,4,5,5,5-nonafluoro-4-(trifluorometil)-2-penteno            |
| HFC-152-11mmtz      | $(\text{CF}_3)_2\text{C}=\text{CHC}_2\text{F}_5$                     | 1,1,1,4,4,5,5,5-octafluoro-2-(trifluorometil)-2-penteno              |
| HFC-152-11mmyyz     | $(\text{CF}_3)_2\text{CFCF}=\text{CHCF}_3$                           | 1,1,1,3,4,5,5,5-octafluoro-4-(trifluorometil)-2-penteno              |
| PFBE (o HFC-1549fz) | $\text{CF}_3\text{CF}_2\text{CF}_2\text{CF}_2\text{CH}=\text{CH}_2$  | 3,3,4,4,5,5,6,6,6-nonafluoro-1-hexeno (o perfluorobutiletieno)       |
| HFC-1549fzttmm      | $\text{CH}_2=\text{CHC}(\text{CF}_3)_3$                              | 4,4,4-trifluoro-3,3-bis(trifluorometil)-1-buteno                     |
| HFC-1549mmtts       | $(\text{CF}_3)_2\text{C}=\text{C}(\text{CH}_3)(\text{CF}_3)$         | 1,1,1,4,4,4-hexafluoro-3-metil-2-(trifluorometil)-2-buteno           |
| HFC-1549fycz        | $\text{CH}_2=\text{CFCF}_2\text{CH}(\text{CF}_3)_2$                  | 2,3,3,5,5,5-hexafluoro-4-(trifluorometil)-1-penteno                  |
| HFC-1549myts        | $\text{CF}_3\text{CF}=\text{C}(\text{CH}_3)\text{CF}_2\text{CF}_3$   | 1,1,1,2,4,4,5,5,5-nonafluoro-3-metil-2-penteno                       |
| HFC-1549mzzz        | $\text{CF}_3\text{CH}=\text{CHCH}(\text{CF}_3)_2$                    | 1,1,1,5,5,5-hexafluoro-4-(trifluorometil)-2-penteno                  |
| HFC-1558szy         | $\text{CF}_3\text{CF}_2\text{CF}_2\text{CF}=\text{CHCH}_3$           | 3,4,4,5,5,6,6,6-octafluoro-2-hexeno                                  |
| HFC-1558fzccc       | $\text{CH}_2=\text{CHCF}_2\text{CF}_2\text{CF}_2\text{CHF}_2$        | 3,3,4,4,5,5,6,6-octafluoro-2-hexeno                                  |
| HFC-1558mmtzc       | $(\text{CF}_3)_2\text{C}=\text{CHCF}_2\text{CH}_3$                   | 1,1,1,4,4-pentafluoro-2-(trifluorometil)-2-penteno                   |
| HFC-1558ftmf        | $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CF}_3)\text{CH}_2\text{C}_2\text{F}_5$   | 4,4,5,5,5-pentafluoro-2-(trifluorometil)-1-penteno                   |
| HFC-1567fts         | $\text{CF}_3\text{CF}_2\text{CF}_2\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH}_2$ | 3,3,4,4,5,5,5-heptafluoro-2-metil-1-penteno                          |
| HFC-1567szz         | $\text{CF}_3\text{CF}_2\text{CF}_2\text{CH}=\text{CHCH}_3$           | 4,4,5,5,6,6,6-heptafluoro-2-hexeno                                   |
| HFC-1567fzfc        | $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{CF}_2\text{C}_2\text{F}_5$           | 4,4,5,5,6,6,6-heptafluoro-1-hexeno                                   |
| HFC-1567sfyy        | $\text{CF}_3\text{CF}_2\text{CF}=\text{CFC}_2\text{H}_5$             | 1,1,1,2,2,3,4-heptafluoro-3-hexeno                                   |
| HFC-1567fzfy        | $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{CF}(\text{CF}_3)_2$                  | 4,5,5,5-tetrafluoro-4-(trifluorometil)-1-penteno                     |
| HFC-1567myzzm       | $\text{CF}_3\text{CF}=\text{CHCH}(\text{CF}_3)(\text{CH}_3)$         | 1,1,1,2,5,5,5-heptafluoro-4-metil-2-penteno                          |
| HFC-1567mmtfy       | $(\text{CF}_3)_2\text{C}=\text{CFC}_2\text{H}_5$                     | 1,1,1,3-tetrafluoro-2-(trifluorometil)-2-penteno                     |
| FC-161-14myy        | $\text{CF}_3\text{CF}=\text{CFCF}_2\text{CF}_2\text{C}_2\text{F}_5$  | 1,1,1,2,3,4,4,5,5,6,6,7,7,7-tetradecafluoro-2-hepteno                |
| FC-161-14mcy        | $\text{CF}_3\text{CF}_2\text{CF}=\text{CFCF}_2\text{C}_2\text{F}_5$  | 1,1,1,2,2,3,4,4,5,5,6,6,7,7,7-tetradecafluoro-2-hepteno              |
| HFC-162-13mzy       | $\text{CF}_3\text{CH}=\text{CFCF}_2\text{CF}_2\text{C}_2\text{F}_5$  | 1,1,1,3,4,4,5,5,6,6,7,7,7-tridecafluoro-2-hepteno                    |
| HFC-162-13myz       | $\text{CF}_3\text{CF}=\text{CHCF}_2\text{CF}_2\text{C}_2\text{F}_5$  | 1,1,1,2,4,4,5,5,6,6,7,7,7-tridecafluoro-2-hepteno                    |
| HFC-162-13mcyz      | $\text{CF}_3\text{CF}_2\text{CH}=\text{CFCF}_2\text{C}_2\text{F}_5$  | 1,1,1,2,2,4,5,5,6,6,7,7,7-tridecafluoro-3-hepteno                    |
| HFC-162-13mcyz      | $\text{CF}_3\text{CF}_2\text{CF}=\text{CHCF}_2\text{C}_2\text{F}_5$  | 1,1,1,2,2,3,5,5,6,6,7,7,7-tridecafluoro-3-hepteno                    |

Los compuestos incluidos en la Tabla 2 y Tabla 3 están disponibles comercialmente o se pueden preparar por procedimientos conocidos en la técnica o como se describe en el presente documento.

Se puede preparar 1,1,1,4,4-pentafluoro-2-buteno a partir de 1,1,1,2,4,4-hexafluorobutano ( $\text{CHF}_2\text{CH}_2\text{CHFCF}_3$ ) por deshidrofluoración sobre KOH sólido en fase de vapor a temperatura ambiente. La síntesis de 1,1,1,2,4,4-hexafluorobutano se describe en el documento US 6.066.768.

Se puede preparar 1,1,1,4,4,4-hexafluoro-2-buteno a partir de 1,1,1,4,4,4-hexafluoro-2-yodobutano ( $\text{CF}_3\text{CHICH}_2\text{CF}_3$ )

por reacción con KOH usando un catalizador de transferencia de fase a aproximadamente 60°C. La síntesis de 1,1,1,4,4,4-hexafluoro-2-yodobutano se puede realizar por reacción de yoduro de perfluorometilo ( $\text{CF}_3\text{I}$ ) y 3,3,3-trifluoropropeno ( $\text{CF}_3\text{CH}=\text{CH}_2$ ) a aproximadamente 200°C bajo presión autógena durante 8 horas aproximadamente.

Se puede preparar 3,4,4,5,5,5-hexafluoro-2-penteno por deshidrofluoración de 1,1,1,2,2,3,3-heptafluoropentano ( $\text{CF}_3\text{CF}_2\text{CF}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ ) usando KOH sólido o sobre un catalizador de carbón a 200-300°C. Se puede preparar

- 1,1,1,2,2,3,3-heptafluoropentano por deshidrogenación de 3,3,4,4,5,5,5-heptafluoro-1-penteno ( $\text{CF}_3\text{CF}_2\text{CF}_2\text{CH}=\text{CH}_2$ ).
- Se puede preparar 1,1,1,2,3,4-hexafluoro-2-buteno por deshidrofluoración de 1,1,1,2,3,3,4-heptafluorobutano ( $\text{CH}_2\text{FCF}_2\text{CHF}_2\text{CF}_3$ ) usando KOH sólido.
- 5 Se puede preparar 1,1,1,2,4,4-hexafluoro-2-buteno por deshidrofluoración de 1,1,1,2,2,4,4-heptafluorobutano ( $\text{CHF}_2\text{CH}_2\text{CF}_2\text{CF}_3$ ) usando KOH sólido.
- Se puede preparar 1,1,1,3,4,4-hexafluoro-2-buteno por deshidrofluoración de 1,1,1,3,3,4,4-heptafluorobutano ( $\text{CF}_3\text{CH}_2\text{CF}_2\text{CHF}_2$ ) usando KOH sólido.
- 10 Se puede preparar 1,1,1,2,4-pentafluoro-2-buteno por deshidrofluoración de 1,1,1,2,2,3-hexafluorobutano ( $\text{CH}_2\text{FCH}_2\text{CF}_2\text{CF}_3$ ) usando KOH sólido.
- Se puede preparar 1,1,1,3,4-pentafluoro-2-buteno por deshidrofluoración de 1,1,1,3,3,4-hexafluorobutano ( $\text{CF}_3\text{CH}_2\text{CF}_2\text{CH}_2\text{F}$ ) usando KOH sólido.
- Se puede preparar 1,1,1,3-tetrafluoro-2-buteno haciendo reaccionar 1,1,1,3,3-pentafluorobutano ( $\text{CF}_3\text{CH}_2\text{CF}_2\text{CH}_3$ ) con KOH acuoso a 120°C.
- 15 Se puede preparar 1,1,1,4,4,5,5,5-octafluoro-2-penteno a partir de ( $\text{CF}_3\text{CHICH}_2\text{CF}_2\text{CF}_3$ ) por reacción con KOH usando un catalizador de transferencia de fase a 60°C aproximadamente. La síntesis de 4-yodo-1,1,1,2,2,5,5,5-octafluoropentano se puede realizar por reacción de yoduro de perfluoroetilo ( $\text{CF}_3\text{CF}_2\text{I}$ ) y 3,3,3-trifluoropropeno a 200°C aproximadamente bajo presión autógena durante 8 horas aproximadamente.
- 20 Se puede preparar 1,1,1,2,2,5,5,6,6,6-dodecafluoro-3-hexeno a partir de 1,1,1,2,2,5,5,6,6,6-decafluoro-3-yodohexano ( $\text{CF}_3\text{CF}_2\text{CHICH}_2\text{CF}_2\text{CF}_3$ ) por reacción con KOH usando un catalizador de transferencia de fase a 60°C aproximadamente. La síntesis de 1,1,1,2,2,5,5,6,6,6-decafluoro-3-yodohexano se puede realizar por reacción de yoduro de perfluoroetilo ( $\text{CF}_3\text{CF}_2\text{I}$ ) y 3,3,4,4,4-pentafluoro-1-buteno ( $\text{CF}_3\text{CF}_2\text{CH}=\text{CH}_2$ ) a 200°C aproximadamente bajo presión autógena durante 8 horas aproximadamente.
- 25 Se puede preparar 1,1,1,4,4,5,5,5-heptafluoro-4-(trifluorometil)-2-penteno por deshidrofluoración de 1,1,1,2,5,5,5-heptafluoro-4-yodo-2-(trifluorometil)-pentano ( $\text{CF}_3\text{CHICH}_2\text{CF}(\text{CF}_3)_2$ ) con KOH en isopropanol. Se produce  $\text{CF}_3\text{CHICH}_2\text{CF}(\text{CF}_3)_2$  a partir de la reacción de ( $\text{CF}_3$ )<sub>2</sub>CFI con  $\text{CF}_3\text{CH}=\text{CH}_2$  a alta temperatura, tal como 200°C aproximadamente.
- Se puede preparar 1,1,1,4,4,5,5,6,6,6-decafluoro-2-hexeno por la reacción de 1,1,1,4,4,4-hexafluoro-2-buteno ( $\text{CF}_3\text{CH}=\text{CHCF}_3$ ) con tetrafluoroetileno ( $\text{CF}_2=\text{CF}_2$ ) y pentafluoruro de antimonio ( $\text{SbF}_5$ ).
- 30 Se puede preparar 2,3,3,4,4-pentafluoro-1-buteno por deshidrofluoración de 1,1,2,2,3,3-hexafluorobutano sobre alúmina fluorada a temperatura elevada.
- Se puede preparar 2,3,3,4,4,5,5,5-octafluoro-1-penteno por deshidrofluoración de 2,2,3,3,4,4,5,5,5-nonafluoropentano sobre KOH sólido.
- 35 Se puede preparar 1,2,3,3,4,4,5,5-octafluoro-1-penteno por deshidrofluoración de 2,2,3,3,4,4,5,5,5-nonafluoropentano sobre alúmina fluorada a temperatura elevada.
- Muchos de los compuestos de la Fórmula I, Fórmula II, Tabla 1, Tabla 2, y Tabla 3 existen como diferentes isómeros configuracionales o estereoisómeros. Cuando el isómero específico no está indicado, la presente invención pretende incluir todos los isómeros configuracionales sencillos, estereoisómeros sencillos, o cualquier combinación de ellos. Por ejemplo, F11E se destina a representar el isómero *E*, isómero *Z*, o cualquier combinación o mezcla de ambos isómeros en cualquier relación. Como otro ejemplo, HFC-1225ye se destina a representar el isómero *E*, isómero *Z*, o cualquier combinación o mezcla de ambos isómeros en cualquier relación.
- 40 En ciertas realizaciones, en la composición que comprende HF, al menos una fluoroolefina, y al menos un disolvente extractor, la al menos una fluoroolefina comprende un fluoropropeno. En una realización, la fluoroolefina es *Z*-HFC-1225ye, *E*-HFC-1225ye, o cualquier combinación o mezcla de ambos isómeros en cualquier relación. En otra realización, la fluoroolefina es HFC-1234yf. En otra realización, la fluoroolefina es *Z*-HFC-1234ze, *E*-HFC-1234ze, o cualquier combinación o mezcla de ambos isómeros en cualquier relación.
- 45 En una realización, el disolvente extractor puede ser cualquier compuesto que sea eficaz en la separación de fluoroolefinas de mezclas que comprenden HF y fluoroolefina en un procedimiento de extracción. En otra realización, los disolventes extractores se pueden seleccionar del grupo consistente en hidrocarburos, clorocarbonos, clorofluorocarbonos, hidrofurocarbonos, hidroclofluorocarbonos, perfluorocarbonos, y éteres perfluorados.
- 50 En una realización, los disolventes extractores hidrocarbonados comprenden compuestos que contienen 2 a 12 átomos de carbono e hidrógeno. Los disolventes extractores hidrocarbonados pueden ser compuestos lineales,

ramificados, cíclicos, saturados o insaturados. Los disolventes extractores hidrocarbonados representativos incluyen, pero no se limitan a etano, etileno, n-propano, propileno, n-butano, isobutano, ciclobutano, 1-buteno, 2-buteno (cis y trans), n-pentano, isopentano (2-metilbutano), neopentano (2,2-dimetilpropano), ciclopentano, 1-penteno, 2-penteno (cis y trans), ciclopenteno, n-hexano, ciclohexano, 2-metilpentano, 3-metilpentano, 1-hexeno, 2-hexeno (cis y trans), 3-hexeno (cis y trans), neohexano (2,2-dimetilbutano), neohexeno (3,3-dimetil-1-buteno), 2,2-dimetilbutano, 2,3-dimetilbutano, 2,3-dimetil-2-buteno, 2,3-dimetil-1-buteno, 3,3-dimetil-1-buteno, n-heptano, 1-hepteno, 2-hepteno (cis y trans), 3-hepteno (cis y trans), ciclohepteno, octano (todos los isómeros), nonano (todos los isómeros), decano (todos los isómeros), undecano (todos los isómeros), dodecano (todos los isómeros), benceno, tolueno, y sus mezclas.

10 En otra realización, los disolventes extractores clorocarbonos comprenden compuestos con carbono, cloro y opcionalmente hidrógeno. Los clorocarbonos representativos incluyen, pero no se limitan a tetracloroetileno, tricloroetileno, 1,1-dicloroetileno, 1,2-dicloroetileno, tetracloruro de carbono (tetraclorometano), cloroformo (triclorometano), cloruro de metileno (diclorometano), 1,1,2,2-tetracloroetano, 1,1,1,2-tetracloroetano, 1,1,2-tricloroetano, 1,1,1-tricloroetano, 1,1,1,3,3,3-hexacloropropano y sus mezclas.

15 En otra realización, los disolventes extractores clorofluorocarbonos (CFC) comprenden compuestos con carbono, cloro y flúor. Los CFCs representativos incluyen, pero no se limitan a diclorodifluorometano (CFC-12), fluorotriclorometano (CFC-11), fluoropentacloroetano (CFC-111), 1,2-difluoro-1,1,2,2-tetracloroetano (CFC-112), 1,1-difluoro-1,2,2,2-tetracloroetano (CFC-112a), 1,1,2-tricloro-1,2,2-trifluoroetano (CFC-113), 1,1,1-tricloro-2,2,2-trifluoroetano (CFC-113a), 1,2-dicloro-1,1,2,2-tetrafluoroetano (CFC-114), 1,1-dicloro-1,2,2,2-tetrafluoroetano (CFC-114a), cloropentafluoroetano (CFC-115), 1,1,1,2,3-pentafluoro-2,3,3-tricloropropano (CFC-215bb), 2,2-dicloro-1,1,1,3,3,3-hexafluoropropano (CFC-216aa), 2,3-dicloro-1,1,1,2,3,3-hexafluoropropano (CFC-216ba), y 2-cloro-1,1,1,2,3,3,3-heptafluoropropano (CFC-217ba), y sus mezclas.

25 En otra realización, los disolventes extractores hidroc fluorocarbonos (HCFC) comprenden compuestos con carbono, cloro, flúor e hidrógeno. Los HCFCs representativos incluyen, pero no se limitan a diclorofluorometano (HCFC-21), 1,1,2-tricloro-2,2-difluoroetano (HCFC-122), 2,2-dicloro-1,1,1-trifluoroetano (HCFC-123), 1,2-dicloro-1,1,1-trifluoroetano (HCFC-123a), 2-cloro-1,1,1,2-tetrafluoroetano (HCFC-124), 1-cloro-1,1,2,2-tetrafluoroetano (HCFC-124a), 1-cloro-1,2,2-trifluoroetano (HCFC-133), 2-cloro-1,1,1-trifluoroetano (HCFC-133a), 1,1-dicloro-2-fluoroetano (HCFC-141a), 1,1-dicloro-1-fluoroetano (HCFC-141b), 1-cloro-1,2-difluoroetano (HCFC-142a), 1-cloro-1,1-difluoroetano (HCFC-142b), y sus mezclas.

30 Los disolventes extractores hidrofluorocarbonos (HFC) comprenden compuestos que contienen carbono, hidrógeno y flúor, y pueden ser saturados o insaturados (que incluyen por tanto fluoroolefinas). Los HFCs representativos incluyen, pero no se limitan a 1,1,1,2,2,3,4,5,5,6,6,7,7,7-tetradecafluoroheptano (HFC-63-14mcee), 3,3,4,4,5,5,6,6,6-nonafluoro-1-hexeno, 1,1,1,2,2,4,5,5,6,6,7,7,7-tridecafluoro-3-hepteno (HFC-162-13mczy), fluorobenceno, 1,1,1,2,2,3,4,5,5,6,6,7,7,7-tetradecafluoroheptano ((HFC-63-14mcee), 3,3,4,4,5,5,6,6,6-nonafluoro-1-hexeno, HFC-162-13mczy, 1,2,3,3,3-pentafluoro-1-propeno (HFC-1225ye), 1,1,3,3,3-pentafluoro-1-propeno (HFC-1225zc), 1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (HFC-1234ze), 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (HFC-1234yf), 3,3,3-trifluoro-1-propeno (HFC-1234zf), 1,1,1,2,4,4,5,5,5-nonafluoro-2-penteno (HFC-1429myz), 1,1,1,3,4,4,5,5,5-nonafluoro-2-penteno (HFC-1429mzy), 1,1,1,4,4,4-hexafluoro-2-buteno (F11E), 1,1,1,4,4,5,5,5-octafluoro-2-penteno (F12E), 1,1,1,2,2,5,5,6,6,7,7,8,8,8-tetradecafluoro-4-octeno (F33E), y sus mezclas.

40 Los disolventes extractores perfluorocarbonos (PFC) comprenden compuestos con carbono y flúor solamente. Los PFCs representativos comprenden, pero no se limitan a octafluoropropano (PFC-218), octafluorociclobutano (PFC-C318), todos los isómeros de  $C_4F_{10}$  (PFC-31-10), hexafluoropropileno (HFP, PFC-1216), todos los isómeros de  $C_5F_{12}$  (PFC-41-12), todos los isómeros de  $C_6F_{14}$  (PFC-51-14) y sus mezclas.

45 Los éteres perfluorados como disolventes extractores incluyen, pero no se limitan a PMVE (perfluorometil-vinil-éter) y PEVE (perfluoroetil-vinil-éter).

Los disolventes extractores como se han descrito anteriormente están disponibles comercialmente o se pueden producir por métodos conocidos en la técnica.

50 La relación en peso del HF, fluoroolefina, y disolvente extractor en la composición presente en el extractor dependerá de los medios para producir la composición y la eficacia de la extracción. En una realización, el HF puede ser aproximadamente el 5 por ciento en peso a aproximadamente el 15 por ciento en peso de la composición; la fluoroolefina puede ser aproximadamente el 30 por ciento en peso a aproximadamente el 80 por ciento en peso y el disolvente extractor puede ser aproximadamente el 5 a aproximadamente el 70 por ciento en peso.

55 En otra realización, el HF puede ser aproximadamente el 5 por ciento en peso a aproximadamente el 15 por ciento en peso; la fluoroolefina puede ser aproximadamente el 40 por ciento en peso a aproximadamente el 75 por ciento en peso, y el disolvente extractor puede ser aproximadamente el 10 por ciento en peso a aproximadamente el 60 por ciento en peso.

En una realización, las composiciones que comprenden HF, fluoroolefina y disolvente extractor se pueden preparar por cualquier método conveniente para combinar las cantidades deseadas de los componentes individuales. Un

método es pesar las cantidades de componente deseadas y después combinar los componentes en un recipiente apropiado. Se puede usar agitación si se desea.

Alternativamente, las composiciones que comprenden HF y fluoroolefina se pueden preparar alimentando el efluente de un reactor de deshidrofluoración que contiene HF y fluoroolefina al extractor. El disolvente extractor se puede añadir en un punto de alimentación separado tal que la composición que comprende HF, fluoroolefina y disolvente extractor se forma directamente en el extractor. La mezcla se puede realizar por medios usuales cualesquiera, o la mezcla se puede realizar alimentando la fase de densidad menor (fase de HF/fluoroolefina o fase de disolvente extractor) al extractor en un punto inferior a la fase de densidad mayor, tal que la fase de menor densidad se elevará a través de la fase de mayor densidad dando por resultado una composición mezclada.

- 5
- 10 Las composiciones como las descritas anteriormente pueden ser representativas de los contenidos del extractor en el procedimiento de separación a describir más adelante. La composición puede ser diferente en diferentes puntos del extractor.

### 3. Procedimientos de separación

- 15 En una realización, el procedimiento para separar fluoroolefina de una composición de HF y fluoroolefina se puede realizar alimentando una composición que comprende HF y fluoroolefina a un extractor. La composición que comprende HF y fluoroolefina se puede preparar por cualquier método usual. En una realización, una composición que comprende efluente de reactor de un reactor de deshidrofluoración contendrá una composición de 50/50 por ciento en moles de HF y fluoroolefina (por ejemplo, 13,2 por ciento en peso de HF y 86,8 por ciento en peso de fluoroolefina para el producto HF/HFC-1225ye de deshidrofluoración).

- 20 En ciertas realizaciones, en el procedimiento de purificar fluoroolefina de una composición que comprende HF y fluoroolefina, la fluoroolefina comprende un fluoropropeno. En una realización, la fluoroolefina es Z-HFC-1225ye, E-HFC-1225ye, o cualquier combinación o mezcla de ambos isómeros en cualquier relación. En otra realización, la fluoroolefina es HFC-1234yf. En otra realización, la fluoroolefina es Z-HFC-1234ze, E-HFC-1234ze, o cualquier combinación o mezcla de ambos isómeros en cualquier relación.

- 25 En una realización, el procedimiento para separar fluoroolefina de una mezcla de HF y fluoroolefina comprende alimentar la composición que comprende HF y fluoroolefina y una composición que comprende disolvente extractor a un extractor. En una realización, el extractor puede ser cualquier dispositivo de extracción líquido-líquido convencional, por ejemplo un mezclador estático, un recipiente de agitación, un mezclador/sedimentador, un extractor de disco rotante, un extractor con centrifugación o una columna con placas perforadas o relleno.

- 30 En una realización, el extractor puede funcionar en contracorriente, que significa que el disolvente extractor y la composición que comprende HF y fluoroolefina fluyen en direcciones opuestas. En otra realización, el extractor puede funcionar en co-corriente, que significa que el disolvente extractor y la composición que comprende HF y fluoroolefina fluyen en la misma dirección.

- 35 En una realización, la extracción se puede realizar de una manera continua. En otra realización, la extracción se puede realizar de manera discontinua.

- 40 En algunas realizaciones, la temperatura a la que se puede realizar la extracción depende del disolvente extractor que se usa y del producto fluoroolefínico. En general, cuanto menor es el punto de ebullición del disolvente extractor menor es la temperatura de funcionamiento y/o mayor la presión de funcionamiento que se puede requerir para mantener la composición que comprende HF, fluoroolefina y disolvente extractor en estado líquido. En una realización, el extractor se puede accionar desde aproximadamente -50°C a aproximadamente 150°C. En otra realización, el extractor se puede accionar desde aproximadamente -25°C a aproximadamente 100°C. En otra realización más el extractor se puede accionar desde -15°C a aproximadamente 40°C.

- 45 En una realización, el extractor se puede accionar típicamente desde aproximadamente 14,7 psia (101,3 kPa) a aproximadamente 300 psia (2069 kPa). En otra realización, el extractor se puede accionar desde aproximadamente 30 psia (206,9 kPa) a aproximadamente 200 psia (1379 kPa). En otra realización el extractor se puede accionar desde aproximadamente 50 psia (345 kPa) a aproximadamente 150 psia (1034 kPa). En otra realización, la presión del extractor se puede ajustar por adición de un gas inerte. Cualquier sustancia gaseosa que no reaccione sustancialmente bajo las condiciones de extracción, tal como nitrógeno, cloruro de hidrógeno, argón o una mezcla de ellos, se puede usar como un gas inerte.

- 50 En una realización, la composición de HF/fluoroolefina puede ser de mayor densidad que el disolvente extractor, por tanto el disolvente extractor se puede alimentar en un punto del extractor por debajo del punto de alimentación de la composición de HF/fluoroolefina (como se ilustra en la FIG. 1). En otra realización, la composición de HF/fluoroolefina puede ser de menor densidad que el disolvente extractor, por tanto el disolvente extractor se puede alimentar en un punto del extractor por encima del punto de alimentación de la composición de HF/fluoroolefina (como se ilustra en la FIG. 2).
- 55



En ciertas realizaciones (por ejemplo como se ilustra en la FIG. 1 y FIG. 2), la fase rica en disolvente extractor se puede separar del extractor como un extracto que comprende disolvente extractor y fluoroolefina. El extracto se puede alimentar a una columna de recuperación de disolvente extractor para la recuperación de producto fluoroolefínico esencialmente libre de disolvente extractor. En una realización, la fluoroolefina se recoge de la parte superior de la columna de recuperación de disolvente extractor. El producto fluoroolefínico puede contener aún alguna cantidad minoritaria de HF y disolvente extractor, que se puede separar por cualquier método convencional conocido en la técnica, tal como métodos de lavado acuoso (por ejemplo cáustico) o no acuoso (por ejemplo lecho de alúmina, carbón vegetal o zeolita).

En una realización, el disolvente extractor se separa de la parte inferior de la columna de recuperación de disolvente extractor y se puede reciclar volviendo al extractor.

En una realización, la composición que sale de la parte superior de la columna de recuperación de disolvente extractor que comprende fluoroolefina se puede condensar usando condensadores de reflujo convencionales. Al menos una parte de esta corriente condensada se puede hacer volver a la parte superior de la columna como reflujo. La relación del material condensado, que se devuelve como reflujo a la parte superior de la columna de recuperación de disolvente extractor, al material separado de la parte superior de la columna de recuperación de extracto se denomina normalmente relación de reflujo.

Las condiciones específicas que se pueden usar para el funcionamiento de la columna de recuperación de disolvente extractor dependen de un número de parámetros, tales como las propiedades físicas del disolvente extractor usado, el diámetro de la columna de destilación, puntos de alimentación, y el número de etapas de separación en la columna, entre otros.

Las presiones y temperaturas requeridas en la columna de recuperación de disolvente extractor para proporcionar las separaciones deseadas variarán dependiendo de la fluoroolefina a recuperar y también del disolvente extractor a usar. En una realización, la columna de recuperación de disolvente extractor se puede accionar en un intervalo de presión de aproximadamente 14,7 psia (101,3 kPa) a aproximadamente 300 psia (2068,5 kPa) con un intervalo de temperatura en la parte superior de aproximadamente -50°C a aproximadamente 100°C y un intervalo de temperatura en la parte inferior de aproximadamente 50°C a aproximadamente 250°C. En otra realización, la columna de recuperación de disolvente extractor se puede accionar desde aproximadamente 50 psia (345 kPa) a aproximadamente 150 psia (1034 kPa) con una temperatura en la parte superior de aproximadamente 30°C a aproximadamente 75°C y una temperatura en la parte inferior de aproximadamente 75°C a aproximadamente 175°C.

Una fase rica en HF se puede separar del extractor como un refinado que comprende HF con menores cantidades de disolvente extractor y fluoroolefina. Este HF recuperado se puede usar como de cualquier manera normal de usar HF (por ejemplo, otros procedimientos de fabricación química). Alternativamente, el refinado se puede alimentar a una columna de separación de refinado para la recuperación de HF producto esencialmente libre de fluoroolefina y disolvente extractor. En una realización, el HF producto se recoge de la parte inferior de la columna de separación de refinado. Tal HF producto se puede usar de cualquier manera para la que el HF resulta útil. Por ejemplo, el HF es útil en la fluoración de hidrocarburos o clorocarbonos para producir hidroc fluorocarbonos o hidrof fluorocarbonos.

En una realización, una segunda fase rica en disolvente extractor con menores cantidades de HF y fluoroolefina se puede separar de la parte superior de la columna de separación de refinado. La segunda fase rica en disolvente extractor se puede purificar además usando un decantador que permite separación de fase de disolvente extractor y HF. En el decantador, la segunda fase rica en disolvente extractor se separa en la fase rica en disolvente extractor del decantador y la fase rica en HF del decantador, siendo la fase de menor densidad la fase superior y la fase de mayor densidad la fase inferior. La fase rica en disolvente extractor del decantador se puede reciclar volviendo al extractor mientras que la fase rica en HF del decantador puede volver a la columna de separación de refinado como reflujo. La fluoroolefina residual presente en la segunda fase rica en disolvente extractor volverá al extractor con el disolvente extractor.

En una realización, la columna de separación de refinado se puede accionar en un intervalo de presión desde aproximadamente 14,7 psia (101,3 kPa) hasta aproximadamente 100 psia (689,5 kPa) con un intervalo de temperatura en la parte superior desde aproximadamente -50°C hasta aproximadamente 90°C y un intervalo de temperatura en la parte inferior desde aproximadamente 20°C hasta aproximadamente 100°C. En otra realización, la columna de recuperación de disolvente extractor se puede accionar desde aproximadamente 50 psia (345 kPa) a aproximadamente 75 psia (517 kPa) con una temperatura en la parte superior de aproximadamente 50°C a aproximadamente 70°C y una temperatura en la parte inferior de aproximadamente 50°C a aproximadamente 70°C.

En una realización, como se puede ver en la descripción anterior, el disolvente extractor se puede reciclar al extractor desde la columna de recuperación de disolvente extractor y la columna de separación de refinado. Aún así, puede haber una necesidad de proporcionar flujo de reposición del disolvente extractor para mantener la alimentación óptima de disolvente extractor al extractor debido a pérdidas usuales de procedimiento. En una realización, la recirculación desde la columna de recuperación del disolvente extractor, columna de separación de refinado y cualquier disolvente extractor de reposición requerido se puede alimentar a un mezclador usual antes de la línea de alimentación al extractor.

Con referencia a la FIG. 1, el procedimiento se puede describir como sigue. La composición que comprende HF y fluoroolefina (100) se alimenta al extractor (110). El disolvente extractor (270) se alimenta también al extractor. En general, la composición de menor densidad se alimenta a un punto inferior del extractor para fomentar la mezcla. El refinado (130) se retira de la parte inferior del extractor a la columna de separación de refinado (140). La corriente superior de la columna de separación de refinado (150) se condensa, se enfría, y se alimenta a un decantador (160) en el que se forman dos fases líquidas. La fase rica en HF (170) del decantador se devuelve a la columna de separación de refinado (140) como reflujo. La fase rica en disolvente extractor del decantador (180) se recicla volviendo al extractor (110) a través de un mezclador (260). La corriente de la parte inferior de la columna de separación de refinado (190) se recupera como HF esencialmente libre de fluoroolefina y disolvente extractor.

El extracto (120) del extractor (110) se alimenta a una columna de recuperación de disolvente extractor (200). El residuo de destilación de la columna de recuperación de disolvente extractor (240), que contiene esencialmente toda la extracción en la alimentación de la columna, se recicla volviendo al extractor a través del mezclador (260). La corriente superior de la columna de recuperación de disolvente extractor (210) se condensa parcial o completamente, con una parte del condensado devuelta como reflujo a la columna de recuperación de disolvente extractor (220). El resto de la corriente (210) se recupera como el producto fluoroolefínico (230), esencialmente libre de disolvente extractor.

Con referencia a la FIG. 2, el procedimiento se puede describir como sigue. La composición que comprende HF y fluoroolefina (100) se alimenta al extractor (110). El disolvente extractor (270) se alimenta también al extractor. El refinado (130) se retira de la parte superior del extractor a una columna de separación de refinado (140). La corriente superior de la columna de separación de refinado (150) se condensa, se enfría y se alimenta a un decantador (160) en el que se forman dos fases líquidas. La fase rica en disolvente extractor del decantador (180) se recicla volviendo al extractor a través de un mezclador (260). La fase rica en HF del decantador (170) se recicla como reflujo volviendo a la columna de separación de refinado. La corriente de la parte inferior de la columna de separación de refinado (190) se separa como HF esencialmente libre de fluoroolefina y disolvente extractor.

El extracto (120) de la parte inferior del extractor se alimenta a una columna de recuperación de disolvente extractor (200). El residuo de destilación de la columna de recuperación de disolvente extractor (240) se recicla volviendo al extractor a través del mezclador (260). La corriente superior de la columna de recuperación de disolvente extractor (210) se condensa parcial o completamente con una parte de condensado devuelta como reflujo a la columna de recuperación de disolvente extractor (220). El resto de la corriente (210) se recupera como el producto fluoroolefínico (230) esencialmente libre de disolvente extractor.

El equipo de fabricación para todos los procedimientos divulgados en el presente documento y las líneas de alimentación asociadas, líneas efluentes y unidades asociadas se pueden construir de materiales resistentes al fluoruro de hidrógeno. Los materiales típicos de construcción, muy conocidos en la técnica, incluyen aceros inoxidable, en particular de tipo austenítico, y las muy conocidas aleaciones ricas en níquel tales como aleaciones de níquel-cobre Monel®, aleaciones a base de níquel Hastelloy® y aleaciones de níquel-cromo Inconel®.

Aunque no se ilustran en las figuras, se entiende que se pueden usar ciertas piezas del equipo de fabricación en los procedimientos descritos en el presente documento, para optimización. Por ejemplo, cuando sea apropiado se pueden usar bombas, intercambiadores de calor tales como calentadores, refrigeradores, u otro equipo convencional. Como un ejemplo, es deseable tener la alimentación a una columna de destilación a la misma temperatura que el punto de la columna que es alimentado. Por tanto, para igualar la temperatura puede ser necesario calentamiento o enfriamiento de la corriente del proceso.

### Ejemplos

Los conceptos descritos en el presente documento se describirán además en los ejemplos siguientes, que no limitan el alcance de la invención descrito en las reivindicaciones.

#### 45 Ejemplo 1

HFC-1225zc (1,1,1,3,3-pentafluoropropeno) y HF forman una mezcla azeotrópica como se divulga en la Publicación de Solicitud de Patente U.S. No. 2006/0116538 A1. Por tanto, la separación de HF de HFC-1225zc no es posible por destilación convencional. El Ejemplo 1 demuestra que se puede separar HFC-1225zc de HF por extracción líquido-líquido usando n-hexano como disolvente extractor. Una composición que comprende 50/50 por ciento en moles de HF y HFC-1225zc se alimenta a la parte superior de un extractor a 1000 lbs/hora (454 kg/hora). Se alimenta n-hexano (disolvente extractor) a la parte inferior del extractor a 500 lbs/hora (227 kg/hora). Los datos de la Tabla 4 se calcularon usando propiedades termodinámicas medidas.

TABLA 4

| Componente o variable | Alimentación de HF/HFC-1225zc (100) | Extracto (120) | Refinado (130) | HFC-1225zc producto (230) | HF producto (190) |
|-----------------------|-------------------------------------|----------------|----------------|---------------------------|-------------------|
| HF, % en peso         | 13,2                                | 0,44           | 98,0           | 0,69                      | 100               |
| HFC-1225zc, % en peso | 86,8                                | 63,3           | 0,03           | 99,3                      | 1 ppm             |
| n-hexano, % en peso   | 0                                   | 36,3           | 1,97           | 1 ppm                     | 6 ppm             |
| Temp. °C              | 30,0                                | 30,0           | 30,0           | 16,4                      | 67,2              |
| Presión, psia (kPa)   | 164,7 (1136)                        | 94,7 (653)     | 94,7 (653)     | 64,7 (446)                | 65,7 (453,0)      |

Los datos anteriores se han calculado para un extractor con 6 etapas teóricas funcionando a una temperatura de 30°C. La columna de recuperación de disolvente extractor tiene 20 etapas teóricas (el extracto se alimenta en la etapa 8ª contada desde la parte inferior), funcionando a una presión en la parte superior de 50 psig y un caudal de reflujo de 1300 lb/hora (450 kPa y 590 kg/hora). La columna de separación de refinado tiene 5 etapas teóricas (refinado alimentado en la segunda etapa contada desde la parte inferior), funcionando a una presión en la parte superior de 50 psig (450 kPa) y un caudal de reflujo de 75 lb/hora (34 kg/hora). El decantador funciona a una temperatura de 0°C.

## Ejemplo 2

Z-HFC-1225ye (Z-1,1,1,2,3-pentafluoropropeno) y HF forman una mezcla azeotrópica como se divulga en la Publicación de Solicitud de Patente de U.S. No. 2007/0100174 A1. Por tanto, la separación de HF de Z-HFC-1225ye no es posible por destilación convencional. El ejemplo 2 demuestra que Z-HFC-1225ye se puede separar de HF por extracción líquido-líquido usando 1,1,2-tricloro-1,2,2-trifluoroetano (CFC-113) como disolvente extractor. Una composición que comprende 50/50 por ciento en moles de HF y Z-HFC-1225ye se alimenta a la parte inferior de un extractor a un caudal de 1000 lbs/hora (454 kg/hora). Se alimenta CFC-113 (disolvente extractor) a la parte inferior del extractor a un caudal de 800 lbs/hora (363 kg/hora). Los datos de la Tabla 5 se calcularon usando propiedades termodinámicas medidas.

TABLA 5

| Componente variable     | Alimentación de HF/Z-HFC-1225ye (100) | Extracto (120) | Refinado (130) | Z-HFC-1225ye producto (230) | HF producto (190) |
|-------------------------|---------------------------------------|----------------|----------------|-----------------------------|-------------------|
| HF, % en peso           | 13,2                                  | 0,7            | 92,1           | 1,3                         | 100               |
| Z-HFC-1225ye, % en peso | 86,8                                  | 52,0           | 200 PPM        | 98,7                        | < 1 ppm           |
| CFC-113, % en peso      | 0                                     | 47,3           | 7,9            | 10 ppm                      | 5 ppm             |
| Temp. °C                | 30,0                                  | 25,0           | 25,0           | 25,2                        | 67,2              |
| Presión, psia (kPa)     | 164,7 (1135,6)                        | 84,7 (584,0)   | 84,7 (584,0)   | 84,7 (584,0)                | 65,7 (453)        |

Los datos anteriores está calculados para un extractor con 6 etapas teóricas funcionando a una temperatura de 25°C. La columna de recuperación de disolvente extractor tiene 20 etapas teóricas, el extracto se alimenta en la etapa 5ª contada desde la parte inferior, y la columna funciona con una presión en la parte superior de 70 psig con reflujo de 900 lbs/hora (580 kPa y 410 kg/hora). La columna de separación de refinado tiene 5 etapas teóricas, el refinado se alimenta a una segunda etapa contada desde la parte superior, y la columna funciona con una presión en la parte superior de 50 psig (450 kPa). El decantador funciona a una temperatura de 30°C.

## Ejemplo 3

HFP (hexafluoropropeno o PFC-1216) y HF forman una mezcla azeotrópica como se divulga en el documento de Patente de U.S. No. 6407297. Por tanto, la separación de HF de HFP no es posible por destilación convencional. El Ejemplo 3 demuestra que HFP se puede separar de HF por extracción líquido-líquido usando tetracloroetileno (percloroetileno o PCE) como disolvente extractor. Una composición que comprende 50/50 por ciento en moles de HF y HFP se alimenta a la parte inferior de un extractor a un caudal de 1000 lbs/hora (454 kg/hora). Se alimenta PCE (disolvente extractor) a la parte superior del extractor a un caudal de 800 lbs/hora (363 kg/hora). Los datos de la Tabla 6 se calcularon usando propiedades termodinámicas medidas.

TABLA 6

| Componente o variable | Alimentación de HF/HFP (100) | Extracto (120) | Refinado (130) | HFP producto (230) | HF producto (190) |
|-----------------------|------------------------------|----------------|----------------|--------------------|-------------------|
| HF, % en peso         | 11,8                         | 0,35           | 97,3           | 0,66               | 100               |
| HFP, % en peso        | 88,2                         | 52,3           | 1,6            | 99,34              | < 1 ppm           |
| PCE, % en peso        | 0                            | 47,3           | 1,1            | < 1 ppm            | 10 ppm            |
| Temp. °C              | 30,0                         | 30,0           | 30,0           | -11,0              | 95,4              |
| Presión, psia (kPa)   | 164,7 (1135,6)               | 144,7 (998)    | 144,7 (998)    | 34,7 (239)         | 135,7 (936)       |

5 Los datos anteriores están calculados para un extractor con 6 etapas teóricas funcionando a una temperatura de 30°C y una presión de 130 psig (1000 kPa). La columna de recuperación de disolvente extractor tiene 10 etapas teóricas, el extracto se alimenta en medio de la columna, y la columna funciona con una presión en la parte superior de 20 psig con reflujo de 300 lbs/hora (240 kPa y 135 kg/hora). La columna de separación de refinado tiene 10 etapas teóricas, el refinado se alimenta a la segunda etapa contada desde la parte superior, y la columna funciona con una presión en la parte superior de 120 psig (930 kPa). El decantador funciona a una temperatura de 30°C.

## Ejemplo 4

10 Se sabe que tetrafluoroetileno (PFC-1114 o TFE) y HF forman una mezcla azeotrópica. Por tanto, la separación de HF de TFE no es posible por destilación convencional. El ejemplo 4 demuestra que se puede separar TFE de HF por extracción líquido-líquido usando octafluoropropano (PFC-218) como disolvente extractor. Una composición que comprende 50/50 por ciento en moles de HF y TFE se alimenta a la parte inferior de un extractor a un caudal de 1000 lbs/hora (454 kg/hora). Se alimenta PFC-218 (disolvente extractor) a la parte superior del extractor a un caudal de 200 lbs/hora (90,7 kg/hora). Los datos de la Tabla 7 se calcularon usando propiedades termodinámicas medidas.

15

TABLA 7

| Componente o variable | Alimentación de HF/TFE (100) | Extracto (120) | Refinado (130) | TFE producto (230) | HF producto (190) |
|-----------------------|------------------------------|----------------|----------------|--------------------|-------------------|
| HF, % en peso         | 16,7                         | 0,93           | 82,3           | 1,1                | 100               |
| TFE, % en peso        | 83,3                         | 82,1           | 3,3            | 98,9               | < 1 ppm           |
| PFC-218, % en peso    | 0                            | 17,0           | 14,4           | 10 ppm             | < 1 ppm           |
| Temp. °C              | -30,0                        | -40,0          | -40,0          | -32,9              | 67,2              |
| Presión, psia (kPa)   | 164,7 (1135,6)               | 104,7 (722)    | 104,7 (722)    | 94,7 (653)         | 65,7 (453)        |

20 Los datos anteriores están calculados para un extractor con 4 etapas teóricas funcionando a una temperatura de -40°C y una presión de 90 psig (720 kPa). La columna de recuperación de disolvente extractor tiene 20 etapas teóricas, el extracto se alimenta a la 6ª etapa contada desde la parte inferior de la columna, y la columna funciona con una presión en la parte superior de 80 psig con reflujo de 1000 lbs/hora (650 kPa y 454 kg/hora). La columna de separación de refinado tiene 5 etapas teóricas, el refinado se alimenta a la etapa superior, y la columna funciona con una presión en la parte superior de 50 psig (450 kPa). El decantador funciona a una temperatura de -40°C.

## Ejemplo 5

25 HFC-1234yf (2,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno) y HF forman una mezcla azeotrópica como se divulga en la Publicación de Solicitud de Patente de U.S. No. 2007/0100175 A1. Por tanto, la separación de HF de HFC-1234yf no es posible por destilación convencional. El Ejemplo 5 demuestra que HFC-1234yf puede separarse de HF por extracción líquido-líquido usando Z-HFC-1225ye (Z-1,2,3,3,3-pentafluoro-1-propeno) como disolvente extractor. Una composición que comprende 50/50 por ciento en moles de HF y HFC-1234yf se alimenta a la parte inferior de un extractor a un caudal de 1000 lbs/hora (454 kg/hora). Se alimenta Z-HFC-1225ye (disolvente extractor) a la parte superior del extractor a un caudal de 1000 lbs/hora (454 kg/hora). Los datos de la Tabla 8 se calcularon usando propiedades termodinámicas medidas.

30

TABLA 8

| Componente o variable   | Alimentación de HF/HFC-1234yf (100) | Extracto (120) | Refinado (130) | HFC-1234yf producto (230) | HF producto (190) |
|-------------------------|-------------------------------------|----------------|----------------|---------------------------|-------------------|
| HF, % en peso           | 14,9                                | 0,39           | 8,88           | 0,49                      | 100               |
| HFC-1234yf, % en peso   | 85,1                                | 82,5           | 46,7           | 99,5                      | 2 ppm             |
| Z-HFC-1225ye, % en peso | 0                                   | 17,1           | 44,4           | 130 ppm                   | 10 ppm            |
| Temp. °C                | -30,0                               | -40,0          | -40,0          | -13,5                     | 67,2              |
| Presión, psia (kPa)     | 164,7 (1136)                        | 84,7 (584,0)   | 84,7 (584,0)   | 29,7 (205)                | 65,7 (453)        |

5 Los datos anteriores están calculados para un extractor con 8 etapas teóricas funcionando a una temperatura de -40°C y una presión de 70 psig (580 kPa). La columna de recuperación del disolvente extractor tiene 50 etapas teóricas, el extracto se alimenta a la 7ª etapa contada desde la parte inferior de la columna, y la columna funciona con una presión en la parte superior de 15 psig con reflujo de 5000 lbs/hora (200 kPa y 2270 kg/hora). La columna de separación de refinado tiene 7 etapas teóricas, el refinado se alimenta a la etapa superior, y la columna funciona con una presión en la parte superior de 50 psig (450 kPa). El decantador funciona a una temperatura de -40°C.

## Ejemplo 6

10 El Ejemplo 6 demuestra que se puede separar TFE de HF por extracción líquido-líquido usando PMVE (perfluorometil-vinil-éter) como disolvente extractor. Una composición que comprende 50/50 por ciento en moles de HF y TFE se alimenta a la parte inferior de un extractor a un caudal de 1000 lbs/hora (454 kg/hora). Se alimenta PMVE (disolvente extractor) a la parte superior del extractor a un caudal de 500 lbs/hora (227 kg/hora). Los datos de la Tabla 9 se calcularon usando propiedades termodinámicas medidas.

TABLA 9

| Componente o variable | Alimentación de HF/TFE (100) | Extracto (120) | Refinado (130) | TFE producto (230) | HF producto (190) |
|-----------------------|------------------------------|----------------|----------------|--------------------|-------------------|
| HF, % en peso         | 16,7                         | 0,54           | 71,5           | 0,82               | 100               |
| TFE, % en peso        | 83,3                         | 65,0           | 2,3            | 99,2               | < 1 ppm           |
| PMVE, % en peso       | 0                            | 34,4           | 26,2           | 10 ppm             | < 1 ppm           |
| Temp. °C              | -20,0                        | -30,0          | -30,0          | -32,8              | 67,2              |
| Presión, psia (kPa)   | 114,7 (791)                  | 109,7 (756)    | 109,7 (756)    | 94,7 (653)         | 65,7 (453)        |

15 Los datos anteriores está calculados para un extractor con 6 etapas teóricas funcionando a una temperatura de -30°C y una presión de 95 psig (760 kPa). La columna de recuperación de disolvente extractor tiene 20 etapas teóricas, el extracto se alimenta a la 6ª etapa contada desde la parte inferior de la columna, y la columna funciona con una presión en la parte superior de 80 psig con reflujo de 1000 lbs/hora (650 kPa y 454 kg/hora). La columna de separación de refinado tiene 5 etapas teóricas, el refinado se alimenta a la etapa superior, y la columna funciona con una presión en la parte superior de 50 psig (450 kPa). El decantador funciona a una temperatura de -30°C.

20 Se hace notar que no todas las actividades descritas anteriormente en la descripción general o los ejemplos se requieren, que una parte de una actividad específica puede no ser requerida, y que una o más actividades adicionales se pueden realizar además de las descritas. Más aún, el orden en que se indican las actividades no es necesariamente el orden en que se realizan.

25 En la anterior especificación se han descrito los conceptos con referencia a realizaciones específicas. Sin embargo, un experto ordinario en la técnica percibe que se pueden hacer diversas modificaciones y cambios sin salir del alcance de la invención como se describe en las reivindicaciones más adelante. En consecuencia, la especificación y figuras se han de considerar en un sentido ilustrativo más que restrictivo, y la totalidad de tales modificaciones están destinadas a incluirse dentro del alcance de la invención.

30 Se han descrito anteriormente beneficios, otras ventajas, y soluciones a problemas con respecto a realizaciones específicas. Sin embargo, los beneficios, ventajas, soluciones a problemas, y cualquier característica(s) que pueda

causar cualquier beneficio, ventaja, o solución que ocurra o se haga más pronunciado(a) no se han de interpretar como una característica crítica, requerida, o esencial de cualquiera o de la totalidad de las reivindicaciones.

Se debe observar que ciertas características se describen en el presente documento, por razones de claridad, en el contexto de realizaciones separadas, se pueden proporcionar también en combinación en una sola realización.

- 5 Inversamente, diversas características que se describen, por razones de brevedad, en el contexto de una sola realización se pueden proporcionar también separadamente o en cualquier sub-combinación. Además, la referencia a valores establecidos en intervalos incluye todos y cada uno de los valores dentro de ese intervalo.

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Un procedimiento para separar fluoroolefina de una composición que comprende HF y fluoroolefina, caracterizado por extraer dicha composición con un disolvente extractor que es al menos un compuesto seleccionado del grupo consistente en hidrocarburos, clorocarbonos, clorofluorocarbonos, hidroclofluorocarbonos, hidrofluorocarbonos, perfluorocarbonos, y éteres perfluorados.
- 10 2. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende:
- a. alimentar una composición que comprende HF y fluoroolefina y una composición que comprende disolvente extractor a un extractor; y
  - b. separar de dicho extractor una fase rica en disolvente extractor que comprende disolvente extractor y fluoroolefina.
- 15 3. El procedimiento de la reivindicación 2 que comprende además:
- a. alimentar la fase rica en disolvente extractor que comprende disolvente extractor y fluoroolefina a una columna de recuperación de disolvente extractor; y
  - b. recuperar producto fluoroolefínico, esencialmente libre de disolvente extractor, de la columna de recuperación de disolvente extractor.
- 20 4. El procedimiento de la reivindicación 1 que comprende:
- a. alimentar una composición que comprende HF y fluoroolefina y una composición que comprende disolvente extractor a un extractor; y
  - b. separar de dicho extractor una fase rica en HF.
- 25 5. El procedimiento de la reivindicación 4 que comprende además:
- a. alimentar dicha fase rica en HF a una columna de separación de refinado; y
  - b. recuperar de dicha columna de separación de refinado HF producto, esencialmente libre de fluoroolefina y disolvente extractor.
- 30 6. Uso de una composición que comprende:
- a. HF,
  - b. al menos una fluoroolefina, y
  - c. al menos un compuesto disolvente extractor seleccionado del grupo consistente en hidrocarburos, clorocarbonos, clorofluorocarbonos, hidroclofluorocarbonos, hidrofluorocarbonos, perfluorocarbonos, y éteres perfluorados
- 35 en el procedimiento de la reivindicación 1.
7. Uso de acuerdo con la reivindicación 7, donde la composición comprende
- a. de 5 por ciento en peso a 15 por ciento en peso de HF;
  - b. de 30 por ciento en peso a 80 por ciento en peso de fluoroolefina; y
  - c. de 5 por ciento en peso a 70 por ciento en peso de disolvente extractor.
- 40 8. El procedimiento de la reivindicación 1 que comprende:
- a. alimentar una composición que comprende HF y fluoroolefina y una composición que comprende disolvente extractor a un extractor;
  - b. separar de dicho extractor una fase rica en disolvente extractor que comprende disolvente extractor y fluoroolefina;
  - c. separar de dicho extractor una fase rica en HF;
  - d. alimentar dicha fase rica en disolvente extractor que comprende disolvente extractor y fluoroolefina a una columna de recuperación de disolvente extractor;

e. recuperar producto fluoroolefínico, esencialmente libre de disolvente extractor, de la columna de recuperación de disolvente extractor;

f. alimentar dicha fase rica en HF a una columna de separación de refinado; y

5 g. recuperar de dicha columna de separación de refinado HF producto, esencialmente libre de fluoroolefina y disolvente extractor.

9. El procedimiento de la reivindicación 5, donde dicha columna de separación de refinado funciona a una presión de 14,7 psia a 100 psia (101 kPa a 690 kPa) y una temperatura en la parte superior de -50°C a 90°C y una temperatura en la parte inferior de 20°C a 100°C.

10 El procedimiento de la reivindicación 8, donde dicha columna de separación de refinado funciona a una presión de 14,7 psia a 100 psia (101 kPa a 690 kPa) y una temperatura en la parte superior de -50°C a 90°C y una temperatura en la parte inferior de 20°C a 100°C.

11. El procedimiento de la reivindicación 1 o el uso de la reivindicación 6 donde dicha fluoroolefina se selecciona del grupo consistente en:

15 (i) fluoroolefinas de la fórmula  $E$ - o  $Z$ - $R^1CH=CHR^2$ , donde  $R^1$  y  $R^2$  son, independientemente, grupos perfluoroalquilo  $C_1$  a  $C_6$ ;

(ii) fluoroolefinas cíclicas de la fórmula ciclo-[ $CX=CY(CZW)_n$ ], donde X, Y, Z, y W, independientemente, son H o F, y n es un número entero de 2 a 5; y

(iii) fluoroolefinas seleccionadas del grupo consistente en: tetrafluoroetileno ( $CF_2=CF_2$ ); hexafluoropropeno ( $CF_3CF=CF_2$ ); 1,2,3,3,3-pentafluoro-1-propeno ( $CHF=CFCF_3$ ), 1,1,3,3,3-pentafluoro-1-propeno ( $CF_2=CHCF_3$ ), 1,1,2,3,3-pentafluoro-1-propeno ( $CF_2=CFCHF_2$ ), 1,2,3,3-tetrafluoro-1-propeno ( $CHF=CFCHF_2$ ), 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno ( $CH_2=CFCF_3$ ), 1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno ( $CHF=CHCF_3$ ), 1,1,2,3-tetrafluoro-1-propeno ( $CF_2=CFCH_2F$ ), 1,1,3,3-tetrafluoro-1-propeno ( $CF_2=CHCHF_2$ ), 1,2,3,3-tetrafluoro-1-propeno ( $CHF=CFCHF_2$ ), 3,3,3-trifluoro-1-propeno ( $CH_2=CHCF_3$ ), 2,3,3-trifluoro-1-propeno ( $CHF_2CF=CH_2$ ), 1,1,2-trifluoro-1-propeno ( $CH_3CF=CF_2$ ); 1,2,3-trifluoro-1-propeno ( $CH_2FCF=CF_2$ ); 1,1,3-trifluoro-1-propeno ( $CH_2FCH=CF_2$ ); 1,3,3-trifluoro-1-buteno ( $CF_3CF_2CF=CF_2$ ); 1,1,1,2,4,4,4-heptafluoro-2-buteno ( $CF_3CF=CHCF_3$ ); 1,2,3,3,4,4,4-heptafluoro-1-buteno ( $CHF=CFCF_2CF_3$ ); 1,1,1,2,3,4,4-heptafluoro-2-buteno ( $CHF_2CF=CFCF_3$ ); 1,3,3,3-tetrafluoro-2-(trifluorometil)-1-propeno ( $(CF_3)_2C=CHF$ ); 1,1,3,3,4,4,4-heptafluoro-1-buteno ( $CF_2=CHCF_2CF_3$ ); 1,1,2,3,4,4,4-heptafluoro-1-buteno ( $CF_2=CFCHF_2CF_3$ ); 1,1,2,3,3,4,4-heptafluoro-1-buteno ( $CF_2=CFCF_2CHF_2$ ); 2,3,3,4,4,4-hexafluoro-1-buteno ( $CF_3CF_2CF=CH_2$ ); 1,3,3,4,4,4-hexafluoro-1-buteno ( $CHF=CHCF_2CF_3$ ); 1,2,3,4,4,4-hexafluoro-1-buteno ( $CHF=CFCHF_2CF_3$ ); 1,2,3,3,4,4-hexafluoro-1-buteno ( $CHF=CFCF_2CHF_2$ ); 1,1,2,3,4,4-hexafluoro-2-buteno ( $CHF_2CF=CFCHF_2$ ); 1,1,1,2,3,4-hexafluoro-2-buteno ( $CH_2FCF=CFCF_3$ ); 1,1,1,2,3,4-hexafluoro-2-buteno ( $CHF_2CH=CFCF_3$ ); 1,1,1,3,4,4-hexafluoro-2-buteno ( $CF_3CH=CFCHF_2$ ); 1,1,2,3,4-hexafluoro-1-buteno ( $CF_2=CFCHF_2CF_3$ ); 3,3,3-trifluoro-2-(trifluorometil)-1-propeno ( $CH_2=C(CF_3)_2$ ); 1,1,1,2,4-pentafluoro-2-buteno ( $CH_2FCH=CFCF_3$ ); 1,1,1,3,4-pentafluoro-2-buteno ( $CF_3CH=CFCH_2F$ ); 3,3,4,4,4-pentafluoro-1-buteno ( $CF_3CF_2CH=CH_2$ ); 1,1,1,4,4-pentafluoro-2-buteno ( $CHF_2CH=CHCF_3$ ); 1,1,1,2,3-pentafluoro-2-buteno ( $CH_3CF=CFCF_3$ ); 2,3,3,4,4-pentafluoro-1-buteno ( $CH_2=CFCF_2CHF_2$ ); 1,1,2,4,4-pentafluoro-2-buteno ( $CHF_2CF=CHCHF_2$ ); 1,1,2,3,3-pentafluoro-1-buteno ( $CH_3CF_2CF=CF_2$ ); 1,1,2,3,4-pentafluoro-2-buteno ( $CH_2FCF=CFCHF_2$ ); 1,1,3,3,3-pentafluoro-2-metil-1-propeno ( $CF_2=C(CF_3)(CH_3)$ ); 2-(difluorometil)-3-3-trifluoro-1-propeno ( $CH_2=C(CHF_2)(CF_3)$ ); 2,3,4,4,4-pentafluoro-1-buteno ( $CH_2=CFCHF_2CF_3$ ); 1,2,4,4,4-pentafluoro-1-buteno ( $CHF=CFCH_2CF_3$ ); 1,3,4,4,4-pentafluoro-1-buteno ( $CHF=CHCHF_2CF_3$ ); 1,3,3,4,4-pentafluoro-1-buteno ( $CHF=CHCF_2CHF_2$ ); 1,2,3,4,4-pentafluoro-1-buteno ( $CHF=CFCHF_2CHF_2$ ); 3,3,4,4-tetrafluoro-1-buteno ( $CH_2=CHCF_2CHF_2$ ); 1,1,-difluoro-2-(difluorometil)-1-propeno ( $CF_2=C(CHF_2)(CH_3)$ ); 1,3,3,3-tetrafluoro-2-metil-1-propeno ( $CHF=C(CF_3)(CH_3)$ ); 3,3-difluoro-2-(difluorometil)-1-propeno ( $CH_2=C(CHF_2)_2$ ); 1,1,1,2-tetrafluoro-2-buteno ( $CF_3CF=CHCH_3$ ); 1,1,1,3-tetrafluoro-2-buteno ( $CH_3CF=CHCF_3$ ); 1,1,1,2,3,4,4,5,5,5-decafluoro-2-penteno ( $CF_3CF=CFCF_2CF_3$ ); 1,1,2,3,3,4,4,5,5,5-decafluoro-1-penteno ( $CF_2=CFCF_2CF_2CF_3$ ); 1,1,1,4,4,4-hexafluoro-2-(trifluorometil)-2-buteno ( $(CF_3)_2C=CHCF_3$ ); 1,1,1,2,4,4,5,5,5-nonafluoro-2-penteno ( $CF_3CF=CHCF_2CF_3$ ); 1,1,1,3,4,4,5,5,5-nonafluoro-2-penteno ( $CF_3CH=CFCF_2CF_3$ ); 1,2,3,3,4,4,5,5,5-nonafluoro-1-penteno ( $CHF=CFCF_2CF_2CF_3$ ); 1,1,3,3,4,4,5,5,5-nonafluoro-1-penteno ( $CF_2=CHCF_2CF_2CF_3$ ); 1,1,2,3,3,4,4,5,5-nonafluoro-1-penteno ( $CF_2=CFCF_2CF_2CHF_2$ ); 1,1,2,3,4,4,5,5,5-nonafluoro-2-penteno ( $CHF_2CF=CFCF_2CF_3$ ); 1,1,1,2,3,4,4,5,5-nonafluoro-2-penteno ( $CF_3CF=CFCF_2CHF_2$ ); 1,1,1,2,3,4,5,5,5-nonafluoro-2-penteno ( $CF_3CF=CFCHF_2CF_3$ ); 1,2,3,4,4,4-hexafluoro-3-(trifluorometil)-1-buteno ( $CHF=CFCF(CF_3)_2$ ); 1,1,2,4,4,4-hexafluoro-3-(trifluorometil)-1-buteno ( $CF_2=CFCH(CF_3)_2$ ); 1,1,1,4,4,4-hexafluoro-2-(trifluorometil)-2-buteno ( $CF_3CH=C(CF_3)_2$ ); 1,1,3,4,4,4-hexafluoro-3-(trifluorometil)-1-buteno ( $CF_2=CHCF(CF_3)_2$ ); 2,3,3,4,4,5,5,5-octafluoro-1-penteno ( $CH_2=CFCF_2CF_2CF_3$ ); 1,2,3,3,4,4,5,5-octafluoro-1-penteno ( $CHF=CFCF_2CF_2CHF_2$ ); 3,3,4,4,4-pentafluoro-2-(trifluorometil)-1-buteno ( $CH_2=C(CF_3)CF_2CF_3$ ); 1,1,4,4,4-pentafluoro-3-(trifluorometil)-1-buteno ( $CF_2=CHCH(CF_3)_2$ ); 1,3,4,4,4-pentafluoro-3-(trifluorometil)-1-buteno ( $CHF=CHCF(CF_3)_2$ ); 1,1,4,4,4-pentafluoro-2-(trifluorometil)-1-buteno ( $CF_2=C(CF_3)CH_2CF_3$ ); 3,4,4,4-tetrafluoro-3-(trifluorometil)-1-buteno



$((CF_3)_2CFCH=CH_2)$ ; 3,3,4,4,5,5,5-heptafluoro-1-penteno  $(CF_3CF_2CF_2CH=CH_2)$ ; 2,3,3,4,4,5,5-heptafluoro-1-penteno  $(CH_2=CFCH_2CF_2CF_2CH_2)$ ; 1,1,3,3,5,5,5-heptafluoro-1-penteno  $(CF_2=CHCF_2CH_2CF_3)$ ; 1,1,1,2,4,4,4-heptafluoro-3-metil-2-buteno  $(CF_3CF=C(CF_3)(CH_3))$ ; 2,4,4,4-tetrafluoro-3-(trifluorometil)-1-buteno  $(CH_2=CFCH(CF_3)_2)$ ; 1,4,4,4-tetrafluoro-3-(trifluorometil)-1-buteno  $(CHF=CHCH(CF_3)_2)$ ; 1,1,1,4-tetrafluoro-2-(trifluorometil)-2-buteno  $(CH_2FCH=C(CF_3)_2)$ ; 1,1,1,3-tetrafluoro-2-(trifluorometil)-2-buteno  $(CH_3CF=C(CF_3)_2)$ ; 1,1,1-trifluoro-2-(trifluorometil)-2-buteno  $((CF_3)_2C=CHCH_3)$ ; 3,4,4,5,5,5-hexafluoro-2-penteno  $(CF_3CF_2CF=CHCH_3)$ ; 1,1,1,4,4,4-hexafluoro-2-metil-2-buteno  $(CF_3C(CH_3)=CHCF_3)$ ; 3,3,4,5,5,5-hexafluoro-1-penteno  $(CH_2=CHCF_2CH_2CF_3)$ ; 4,4,4-trifluoro-2-(trifluorometil)-1-buteno  $(CH_2=C(CF_3)CH_2CF_3)$ ; 1,1,2,3,3,4,4,5,5,6,6,6-dodecafluoro-1-hexeno  $(CF_3)(CF_2)_3CF=CF_2$ ; 1,1,1,2,3,4,5,5,6,6,6-dedecafluoro-3-hexeno  $(CF_3CF_2CF=CFCF_2CF_3)$ ; 1,1,1,4,4,4-hexafluoro-2,3-bis(trifluorometil)-2-buteno  $((CF_3)_2C=C(CF_3)_2)$ ; 1,1,1,2,3,4,5,5,5-nonfluoro-4-(trifluorometil)-2-penteno  $((CF_3)_2CFCF=CFCF_3)$ ; 1,1,1,4,4,5,5,5-octafluoro-2-(trifluorometil)-2-penteno  $((CF_3)_2C=CHC_2F_5)$ ; 1,1,1,3,4,5,5,5-octafluoro-4-(trifluorometil)-2-penteno  $((CF_3)_2CFCF=CHCF_3)$ ; 3,3,4,4,5,5,6,6,6-nonfluoro-1-hexeno  $(CF_3CF_2CF_2CF_2CH=CH_2)$ ; 4,4,4-trifluoro-3,3-bis(trifluorometil)-1-buteno  $(CH_2=CHC(CF_3)_3)$ ; 1,1,1,4,4,4-hexafluoro-3-metil-2-(trifluorometil)-2-buteno  $((CF_3)_2C=C(CH_3)(CF_3))$ ; 2,3,3,5,5,5-hexafluoro-4-(trifluorometil)-1-penteno  $(CH_2=CFCH_2CF_2CF_3)$ ; 1,1,1,2,4,4,5,5,5-nonfluoro-3-metil-2-penteno  $(CF_3CF=C(CH_3)CF_2CF_3)$ ; 1,1,1,5,5,5-hexafluoro-4-(trifluorometil)-2-penteno  $(CF_3CH=CHCH(CF_3)_2)$ ; 3,4,4,5,5,6,6,6-octafluoro-2-hexeno  $(CF_3CF_2CF_2CF=CHCH_3)$ ; 3,3,4,4,5,5,6,6-octafluoro-1-hexeno  $(CH_2=CHCF_2CF_2CF_2CH_2)$ ; 1,1,1,4,4-pentafluoro-2-(trifluorometil)-2-penteno  $((CF_3)_2C=CHCF_2CH_3)$ ; 4,4,5,5,5-pentafluoro-2-(trifluorometil)-1-penteno  $(CH_2=C(CF_3)CH_2C_2F_5)$ ; 3,3,4,4,5,5,5-heptafluoro-2-metil-1-penteno  $(CF_3CF_2CF_2C(CH_3)=CH_2)$ ; 4,4,5,5,6,6,6-heptafluoro-2-hexeno  $(CF_3CF_2CF_2CH=CHCH_3)$ ; 4,4,5,5,6,6,6-heptafluoro-1-hexeno  $(CH_2=CHCH_2CF_2C_2F_5)$ ; 1,1,1,2,2,3,4-heptafluoro-3-hexeno  $(CF_3CF_2CF=CFC_2H_5)$ ; 4,5,5,5-tetrafluoro-4-(trifluorometil)-1-penteno  $(CH_2=CHCH_2CF(CF_3)_2)$ ; 1,1,1,2,5,5,5-heptafluoro-4-metil-2-penteno  $(CF_3CF=CHCH(CF_3)(CH_3))$ ; 1,1,1,3-tetrafluoro-2-(trifluorometil)-2-penteno  $((CF_3)_2C=CFC_2H_5)$ ; 1,1,1,2,3,4,4,5,5,6,6,7,7,7-tetradecafluoro-2-hepteno  $(CF_3CF=CFCF_2CF_2C_2F_5)$ ; 1,1,1,2,2,3,4,5,5,6,6,7,7,7-tetradecafluoro-3-hepteno  $(CF_3CF_2CF=CFCF_2C_2F_5)$ ; 1,1,1,3,4,4,5,5,6,6,7,7,7-tridecafluoro-2-hepteno  $(CF_3CH=CFCF_2CF_2C_2F_5)$ ; 1,1,1,2,4,4,5,5,6,6,7,7,7-tridecafluoro-2-hepteno  $(CF_3CF=CHCF_2CF_2C_2F_5)$ ; 1,1,1,2,2,4,5,5,6,6,7,7,7-tridecafluoro-3-hepteno  $(CF_3CF_2CH=CFCF_2C_2F_5)$ ; y 1,1,1,2,2,3,5,5,6,6,7,7,7-tridecafluoro-3-hepteno  $(CF_3CF_2CF=CHCF_2C_2F_5)$ .

12. El procedimiento de la reivindicación 1 o el uso de la reivindicación 6, donde dicho disolvente extractor se selecciona del grupo consistente en:

etano, etileno, n-propano, propileno, n-butano, isobutano, ciclobutano, 1-buteno, 2-buteno (cis o trans), n-pentano, isopentano (2-metilbutano), neopentano (2,2-dimetilpropano), ciclopentano, 1-penteno, 2-penteno, (cis o trans), ciclopenteno, n-hexano, ciclohexano, 2-metilpentano, 3-metilpentano, 1-hexeno, 2-hexeno (cis o trans), 3-hexeno (cis o trans), neohexano (2,2-dimetilbutano), neohexeno (3,3-dimetil-1-buteno), 2,2-dimetilbutano, 2,3-dimetilbutano, 2,3-dimetil-2-buteno, 2,3-dimetil-1-buteno, 3,3-dimetil-1-buteno, n-heptano, 1-hepteno, 2-hepteno (cis o trans), 3-hepteno (cis o trans), ciclohepteno, octano (todos los isómeros), nonano (todos los isómeros), decano (todos los isómeros), undecano (todos los isómeros), dodecano (todos los isómeros), benceno, tolueno, tetracloroetileno, tricloroetileno, 1,1-dicloroetileno, 1,2-dicloroetileno, tetracloruro de carbono (tetraclorometano), cloroformo (triclorometano), cloruro de metileno (diclorometano), 1,1,2,2-tetracloroetano, 1,1,1,2-tetracloroetano, 1,1,2-tricloroetano, 1,1,1-tricloroetano, 1,1,1,3,3,3-hexacloropropano, diclorodifluorometano (CFC-12), fluorotriclorometano (CFC-11), fluoropentacloroetano (CFC-111), 1,2-difluoro-1,1,2,2-tetracloroetano (CFC-112), 1,1-difluoro-1,2,2,2-tetracloroetano (CFC-112a), 1,1,2-tricloro-1,2,2-trifluoroetano (CFC-113), 1,1,1-tricloro-2,2,2-trifluoroetano (CFC-113a), 1,2-dicloro-1,1,2,2-tetrafluoroetano (CFC-114), 1,1-dicloro-1,2,2,2-tetrafluoroetano (CFC-114a), y cloropentafluoroetano (CFC-115), diclorofluorometano (HCFC-21), 1,1,2-tricloro-2,2-difluoroetano (HCFC-122), 2,2-dicloro-1,1,1-trifluoroetano (HCFC-123), 1,2-dicloro-1,1,1-trifluoroetano (HCFC-123a), 2-cloro-1,1,1,2-tetrafluoroetano (HCFC-124), 1-cloro-1,1,2,2-tetrafluoroetano (HCFC-124a), 1-cloro-1,2,2-trifluoroetano (HCFC-133), 2-cloro-1,1,1-trifluoroetano (HCFC-133a), 1,1-dicloro-2-fluoroetano (HCFC-141a), 1,1-dicloro-1-fluoroetano (HCFC-141b), 1-cloro-1,2-difluoroetano (HCFC-142a), 1-cloro-1,1-difluoroetano (HCFC-142b), 1,1,1,2,2,3,4,5,5,6,6,7,7,7-tetradecafluoroheptano (HCF-63-14mcee), 3,3,4,4,5,5,6,6,6-nonfluoro-1-hexeno, HCF-162-13mcyz, 1,2,3,3,3-pentafluoro-1-propeno (HCF-1225ye), 1,1,3,3,3-pentafluoro-1-propeno (HCF-1225zc), 1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (HCF-1234ze), 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (HCF-1234yf), 3,3,3-trifluoro-1-propeno (HCF-1243zf), 1,1,1,2,4,4,5,5,5-nonfluoro-2-penteno (HCF-1429mzy), 1,1,1,3,4,4,5,5,5-nonfluoro-2-penteno (HCF-1429mzy), 1,1,1,4,4,4-hexafluoro-2-buteno (F11E), 1,1,1,4,4,5,5,5-octafluoro-2-penteno (F12E), 1,1,1,2,2,5,5,6,6,7,7,8,8,8-tetradecafluoro-3-octeno (F24E), 1,1,1,2,2,3,3,6,6,7,7,8,8,8-tetradecafluoro-4-octeno (F33E), fluorobenceno, octafluoropropano (PFC-218), octafluorociclobutano (PFC-C318), todos los isómeros de  $C_4F_{10}$  (PFC-31-10), hexafluoropropileno (HFP, PFC-1216), todos los isómeros de  $C_5F_{12}$  (PFC-41-12), todos los isómeros de  $C_6F_{14}$  (PFC-51-14), PMVE (perfluorometil-vinil-éter), PEVE (perfluoroetil-vinil-éter), y sus mezclas.

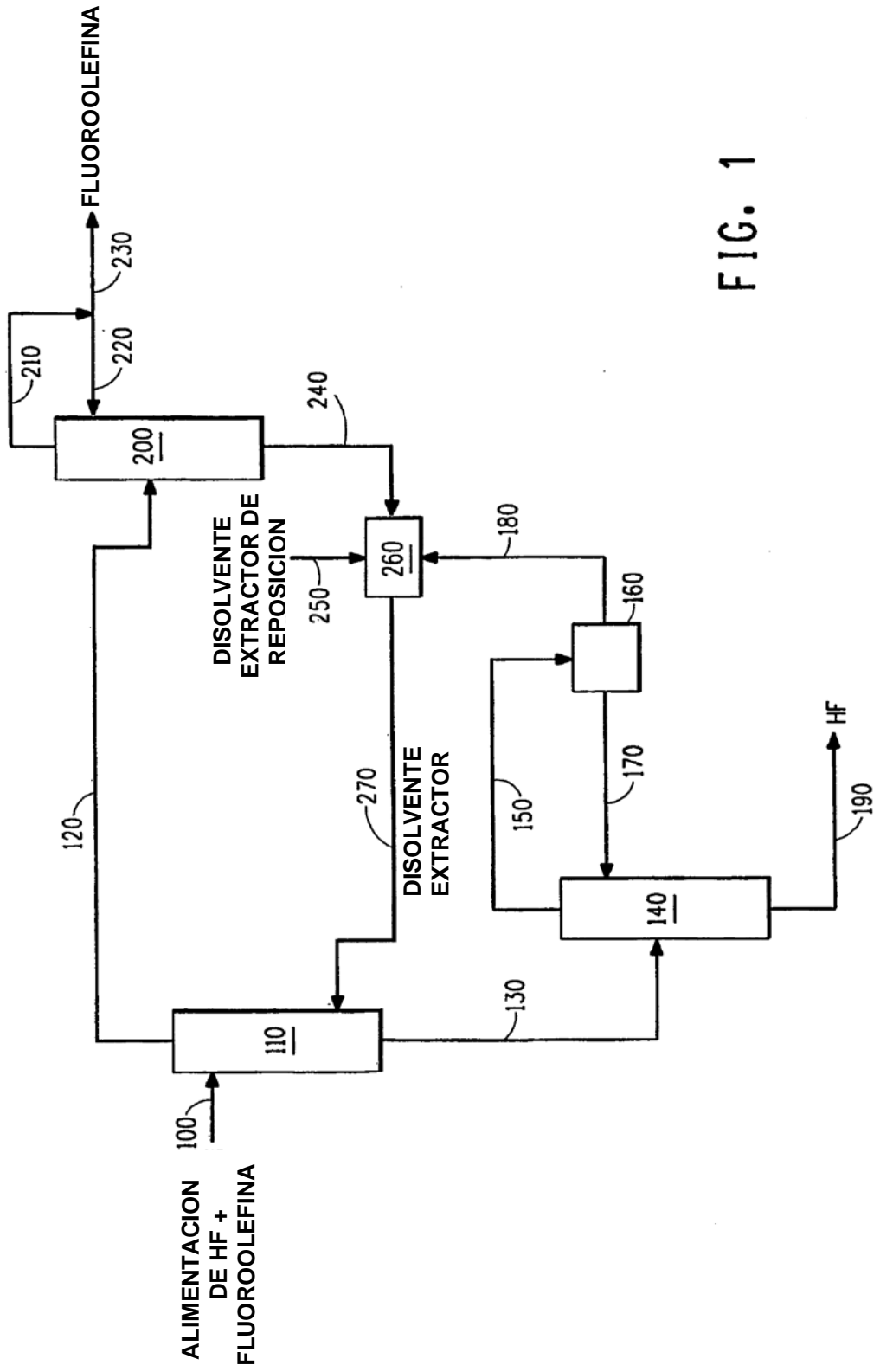


FIG. 1

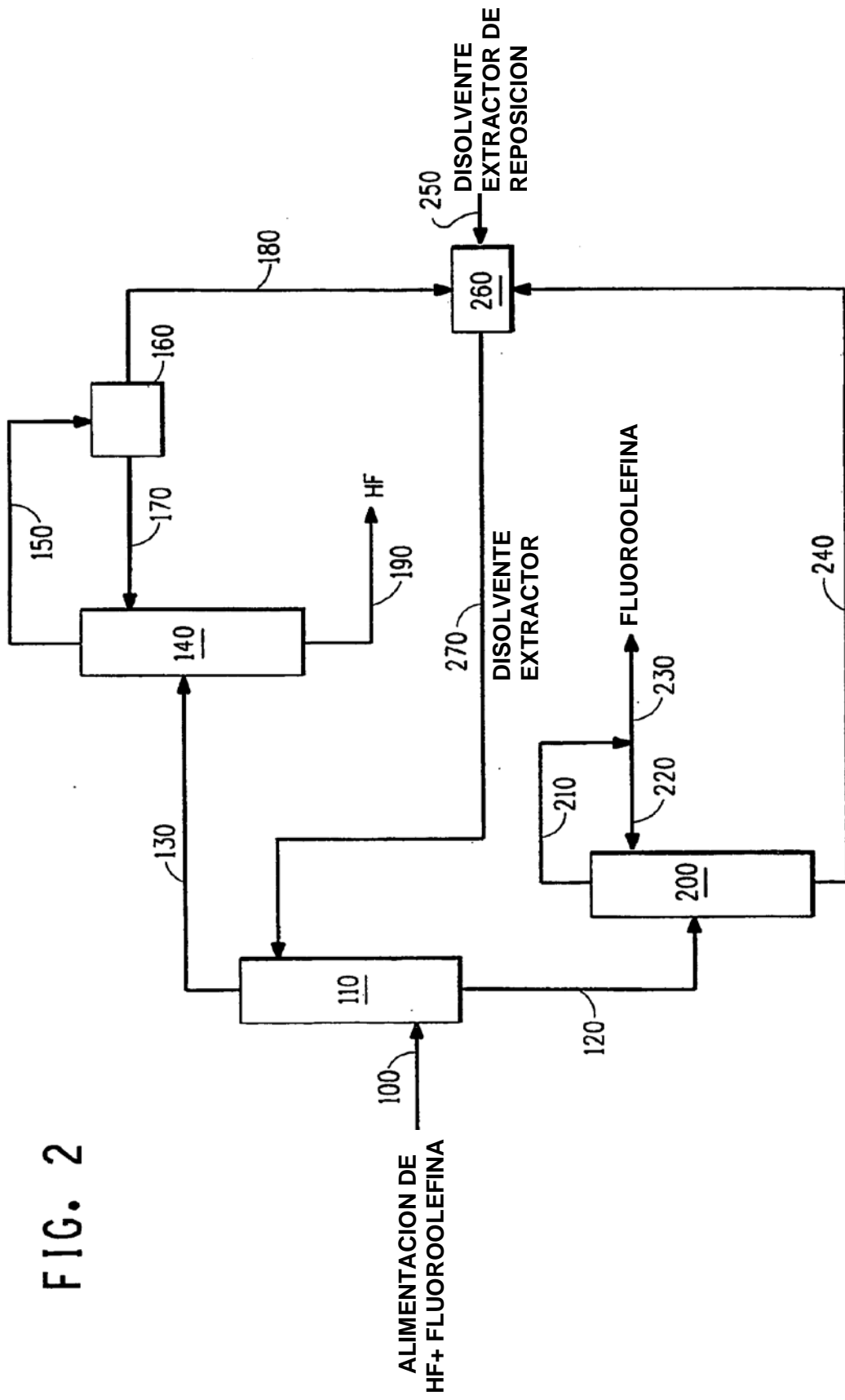


FIG. 2