

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 623 471**

51 Int. Cl.:

**C07C 17/25** (2006.01)

**C07C 21/18** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.05.2010 PCT/FR2010/050990**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.01.2011 WO11010024**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.05.2010 E 10734502 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.03.2017 EP 2456741**

54 Título: **Procedimiento para la preparación de compuestos fluorados**

30 Prioridad:

**23.07.2009 FR 0955138**

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

**11.07.2017**

73 Titular/es:

**ARKEMA FRANCE (100.0%)  
420, rue d'Estienne d'Orves  
92700 Colombes, FR**

72 Inventor/es:

**DEVIC, MICHEL;  
DOUCET, NICOLAS;  
WENDLINGER, LAURENT;  
CAVALLINI, GÉRALDINE;  
SEDAT, PIERRE-MARIE y  
AVRIL, KARINE**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

ES 2 623 471 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 la preparación de compuestos fluorados

La invención tiene por objeto un procedimiento para la preparación de compuestos olefínicos fluorados.

Los hidrofluorocarbonos (HFC), y en particular las hidrofluoroolefinas tales como el 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (HFO 1234yf), son compuestos conocidos por sus propiedades refrigerantes y como fluidos portadores de calor, extintores, propulsores, agentes humectantes, agentes de expansión, dieléctricos gaseosos, medio de polimerización o monómeros, fluidos soporte, agentes para abrasivos, agentes de secado y fluidos para una unidad de producción de energía. A diferencia de los CFC (clorofluorocarbonos) y los HCFC (hidroclorofluorocarbonos), que son potencialmente peligrosos para la capa de ozono, los HFO no contienen cloro y por lo tanto no plantean problemas para la capa de ozono.

El 1,2,3,3,3-pentafluoropropeno (HFO-1225ye) es un intermediario de síntesis en la fabricación del 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (HFO-1234yf).

Se conocen diversos procedimientos para la fabricación de compuestos olefínicos fluorados.

El documento Knunyants et al., Journal of the USSR Academy of Science, Chemistry Department, "reactions of fluoro-olefins", report 13., "catalytic hydrogenation of perfluoro-olefins", 1960, describe de forma distinta diversas reacciones químicas sobre compuestos fluorados. Este documento describe la hidrogenación sensiblemente cuantitativa del hexafluoropropeno (HFP) sobre un catalizador a base de paladio soportado sobre alúmina, pasando la temperatura de 20°C a 50°C, manteniéndose después en este valor. Este documento describe la deshidrofluoración del 1,1,1,2,3,3-hexafluoropropano (HFC-236ea) al pasar a través de una suspensión de KOH en éter de dibutilo, para producir el 1,2,3,3,3-pentafluoro-1-propeno (HFO-1225ye) con un rendimiento de tan solo 60%. Este documento describe la hidrogenación del 1,2,3,3,3-pentafluoro-1-propeno (HFO-1225ye) a 1,1,1,2,3-pentafluoropropano (HFC-245eb) con un catalizador de paladio soportado sobre alúmina. En el curso de esta hidrogenación se produce también una reacción de hidrogenólisis, en la que se produce una cantidad significativa de 1,1,1,2-tetrafluoropropano. Este documento describe la deshidrofluoración de 1,1,1,2,3-pentafluoropropano (HFC-245eb) a 2,3,3,3,-tetrafluoro-1-propeno (HFO-1234yf) al pasar por una suspensión de KOH en polvo en éter de dibutilo con un rendimiento de tan solo 70%. Estas reacciones se describen independientemente las unas de las otras, incluso si se indica que es posible combinarlas para sintetizar una gama de derivados del etileno, propileno e isobutileno, que contienen cantidades variables de flúor.

El documento US-P-5396000 describe la preparación de 1,1,1,2,3-pentafluoropropano por deshidrofluoración catalítica de 1,1,1,2,3,3-hexafluoropropano (HFC-236ea) a 1,2,3,3,3-pentafluoro-1-propeno (HFO-1225ye), seguida de una hidrogenación para producir el compuesto buscado. La deshidrohalogenación del HFC-236ea a HFO-1225ye se efectúa en fase gaseosa, enviándose el producto de la reacción, en un ejemplo, directamente al reactor siguiente en el cual tiene lugar la hidrogenación del compuesto HFO-1225ye para dar el compuesto HFC-245eb. En este documento también se indica que el compuesto HFC-236ea se puede obtener por hidrogenación de hexafluoropropileno (HFP).

El documento US-P-5679875 describe la preparación de 1,1,1,2,3-pentafluoropropano por deshidrofluoración catalítica de 1,1,1,2,3,3-hexafluoropropano (HFC-236ea) a 1,2,3,3,3-pentafluoro-1-propeno (HFO-1225ye), seguida de una hidrogenación para producir el compuesto buscado. Las reacciones se efectúan en fase gas. En este documento se indica también que el compuesto HFC-236ea se puede obtener por hidrogenación de hexafluoropropileno (HFP).

El documento WO 2008/030440 describe la preparación del HFO-1234yf a partir del HFO-1225ye haciendo reaccionar el HFO-1225ye con hidrógeno en presencia de un catalizador para dar el HFC-245eb, haciendo reaccionar después el HFC-245eb bien sea con una solución acuosa de carácter básico en presencia de un catalizador de transferencia de fase y de un disolvente no acuoso, no alcohólico, o bien en fase gaseosa en presencia de un catalizador. La reacción de hidrogenación se puede realizar a una temperatura comprendida entre 50 y 300°C o entre 50 y 200°C.

El documento WO 2008/030440 sugiere el empleo de un reactor tubular para la etapa de hidrogenación del HFO-1225ye. En este documento se silencia completamente la hexotermicidad de la reacción de hidrogenación o la vida útil del catalizador.

El documento WO 2008/057794 describe un procedimiento de fabricación de compuestos olefínicos fluorados que tienen de tres a seis átomos de carbono y un grado de sustitución de halógeno N que comprende (i) la conversión en al menos dos etapas de reacción de una materia prima olefínica fluorada que tiene el mismo número de carbonos que el compuesto olefínico fluorado buscado, pero un grado de sustitución de halógeno N+1 para dar un alcano fluorado que tiene un grado de sustitución de halógeno N+1, y (ii) la conversión del alcano fluorado producido en (i) en los compuestos olefínicos fluorados buscados.

Según el documento WO 2008 / 057794, la utilización de varias etapas de la conversión (i) para dar el alcano fluorado tiene por objeto aumentar la conversión y la selectividad.

La Tabla 1 de este documento ilustra la conversión (i) en al menos cuatro etapas con diferentes temperaturas y diferentes cantidades de catalizador para cada etapa.

5 La conversión (i) en varias etapas del documento WO 2008 /057794 no es fácil de realizar a escala industrial.

Existe la necesidad de un procedimiento integrado para la preparación de compuestos olefínicos fluorados, cuya realización a escala industrial sea más fácil y/o fiable al mismo tiempo que permita obtener compuestos olefínicos fluorados de alta pureza con buen rendimiento.

10 La invención proporciona, por lo tanto, un procedimiento para la preparación de fluoropropenos de fórmula (I):  $CF_3CF=CHR$ , en la cual R representa un átomo de hidrógeno o de flúor, a partir de al menos un compuesto de fórmula (Ia)  $CF_3CF=CFR$  en la cual R tiene el mismo significado que en la fórmula (I), el cual comprende las etapas siguientes:

15 (i) hidrogenación en un reactor adiabático, en presencia de un catalizador, de al menos un compuesto de fórmula (Ia) con hidrógeno en cantidad superior a la estequiométrica para dar al menos un hidrofluoropropano;

(ii) condensación parcial del flujo procedente del reactor adiabático de la etapa (i) para dar una fracción en fase gas que comprende el hidrógeno que no ha reaccionado y una parte del hidrofluoropropano formado en la etapa (i), la cual se recicla a la etapa de hidrogenación, y una fracción en fase líquida que comprende el resto de hidrofluoropropano formado en (i);

20 (iii) deshidrofluoración del hidrofluoropropano procedente de la fracción líquida de la etapa (ii) con ayuda de hidróxido de potasio (KOH) en un medio de reacción acuoso contenido en un reactor con agitación, para dar el fluoropropeno de fórmula (I); y

(iv) purificación del fluoropropeno de fórmula (I),

25 caracterizado por que el medio de reacción de la etapa de deshidrofluoración (iii) se realiza a una temperatura comprendida entre 125 y 180°C; y porque en la etapa de condensación (ii) se condensa entre 1 a 30% del hidrofluoroalcano a la salida del reactor de la etapa (i).

El procedimiento según la presente invención puede comprender, además:

- una etapa de tratamiento de la sal de potasio coproducida en la etapa de deshidrofluoración (iii) para regenerar el hidróxido de potasio;
- 30 - una etapa de calentamiento del flujo gaseoso reciclado en el reactor adiabático.

Según un modo de realización de la presente invención, el 1,2,3,3,3-pentafluoropropeno se obtiene a partir del hexafluoropropeno.

Según otro modo de realización de la presente invención, el 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno se obtiene a partir del 1,2,3,3,3-pentafluoropropeno.

35 El procedimiento según la presente invención se puede realizar en forma discontinua, semicontinua o continua. Ventajosamente, el procedimiento se realiza en continuo.

40 La firma solicitante ha constatado que el reciclado de una parte del hidrofluoropropano formado en (i) permite controlar la fuerte exotermicidad de la reacción de hidrogenación de la etapa (i) y mejorar así la vida útil del catalizador. Además, la condensación parcial de la etapa (ii) permite evitar el arrastre del hidrógeno en las etapas posteriores facilitando así la recuperación del fluoropropeno de alta pureza con un buen rendimiento.

#### Etapas de hidrogenación (i)

La etapa de hidrogenación se puede realizar en presencia de una relación molar  $H_2$ /compuesto de fórmula (Ia) comprendida entre 1,1 y 40, comprendida preferentemente entre 2 y 15.

45 La etapa de hidrogenación se puede realizar a una presión absoluta comprendida entre 0,5 y 20 bar y, preferentemente, a una presión absoluta entre 1 y 5 bar.

Como catalizadores susceptibles de ser utilizados en la etapa de hidrogenación, se pueden citar especialmente los catalizadores a base de un metal del grupo VIII o de renio, eventualmente soportado, por ejemplo, sobre carbono, carburo de silicio, alúmina, fluoruro de aluminio.

Como metal, se puede utilizar platino o paladio, en particular paladio, ventajosamente soportado sobre carbono o alúmina. También se puede asociar este metal con otro metal tal como plata, cobre, oro, telurio, cinc, cromo, molibdeno y talio.

El catalizador se puede presentar en cualquier forma apropiada, como extruidos, comprimidos o bolas.

- 5 Preferentemente, se utiliza un catalizador que comprende entre 0,05 y 10% en peso y ventajosamente entre 0,1 y 5% en peso de paladio soportado sobre alúmina o carbono.

La etapa de hidrogenación se puede realizar en condiciones tales que la temperatura a la entrada del reactor adiabático esté comprendida entre 30 y 200°C, preferentemente entre 40 y 140°C, y la de salida del reactor adiabático esté comprendida entre 50 y 250°C, preferentemente entre 80 y 160°C.

- 10 El tiempo de contacto (relación entre el volumen de catalizador y el flujo gaseoso total en condiciones normales de temperatura y de presión) está comprendido preferentemente entre 0,2 y 10 segundos y, ventajosamente, entre 1 y 5 segundos.

Esta etapa de hidrogenación se puede realizar en un reactor adiabático de varias etapas.

La etapa de hidrogenación del compuesto de fórmula (Ia) es sensiblemente cuantitativa.

- 15 Etapa de condensación (ii)

El flujo procedente de la etapa de hidrogenación (i) se somete a una etapa de condensación en condiciones tales que el hidrógeno que no ha reaccionado no se condensa y una parte del hidrofluoroalcano formado en la etapa (i) se condensa.

- 20 Preferentemente, la etapa de condensación se realiza a una temperatura comprendida entre 0 y 50°C y a una presión absoluta comprendida entre 0,5 y 20 bar, ventajosamente a una presión absoluta entre 1 y 5 bar.

Preferentemente, la etapa de condensación se realiza en condiciones tales que entre el 1 y 30% del hidrofluoroalcano se condensa a la salida del reactor de la etapa (i) y, ventajosamente, se condensa entre 2 y 10%.

La fracción no condensada se recicla a continuación de la etapa de hidrogenación (i) después de un eventual calentamiento.

- 25 Etapa de deshidrofluoración (iii)

La fracción condensada que comprende el hidrofluoropropano, después de la vaporización, se somete a continuación a una etapa deshidrofluoración con ayuda del hidróxido de potasio presente en una cantidad comprendida preferentemente entre 20 y 75% en peso y comprendida ventajosamente entre 55 y 70% en peso, en relación al peso de la mezcla de agua y KOH del medio de reacción acuoso contenido en el reactor con agitación.

- 30 El medio de reacción acuoso de la etapa de deshidrofluoración se mantiene preferentemente a una temperatura comprendida entre 80 y 180°C, comprendida ventajosamente entre 125 y 180°C. Una temperatura del medio de reacción particularmente preferida está comprendida entre 145 y 165°C.

La etapa de deshidrofluoración se puede realizar a una presión de 0,5 a 20 bar, pero se prefiere trabajar a una presión absoluta comprendida entre 0,5 y 5 bar y más ventajosamente a una presión absoluta entre 1,1 y 2,5 bar.

- 35 Cuando el compuesto a hidrogenar es el hexafluoropreno, la etapa de deshidrofluoración consiste en hacer reaccionar el 1,1,1,2,3,3-hexafluoropropano (HFC-236ea) con hidróxido de potasio para dar el 1,2,3,3,3-pentafluoropropeno.

- 40 Cuando el compuesto a hidrogenar es el 1,2,3,3,3-pentafluoropropeno, la etapa de deshidrofluoración consiste en hacer reaccionar el 1,1,1,2,3-pentafluoropropano (HFC-245eb) con hidróxido de potasio para dar el 2,3,3,3-tetrafluoropropeno.

Etapa de tratamiento para regenerar el hidróxido de potasio

En el curso de la etapa de deshidrofluoración se forma fluoruro de potasio.

- 45 El procedimiento según la presente invención puede comprender una etapa de tratamiento en el curso de la cual el fluoruro de potasio coproducido en la etapa de deshidrofluoración se pone en contacto con el hidróxido de calcio en un medio de reacción acuoso a una temperatura preferentemente comprendida entre 50 y 150°C, y comprendida ventajosamente entre 70 y 120°C y, más ventajosamente, entre 70 y 100°C.

Esta etapa de tratamiento se realiza preferentemente introduciendo hidróxido de calcio en un reactor que contiene una parte del medio de reacción procedente de la etapa de deshidrofluoración, y que después de la dilución eventual comprende fluoruro de potasio, hidróxido de potasio y agua.

El fluoruro de potasio se presenta preferentemente entre 4 y 45% en peso en relación al medio de reacción procedente de la etapa de deshidrofluoración (iii).

5 El medio de reacción del tratamiento comprende preferentemente entre 4 y 50% en peso de hidróxido de potasio y, ventajosamente, entre 10 y 35% en peso de hidróxido de potasio en relación al peso total de hidróxido de potasio y agua en el medio.

La etapa de tratamiento con el hidróxido de calcio permite regenerar el hidróxido de potasio que se puede reciclar a la etapa de deshidrofluoración y obtener fluoruro de calcio de calidad comercial valorable después de su separación, por ejemplo, por filtración y decantación.

10 El fluoruro de calcio de tamaño medio comprendido entre 20 y 35  $\mu\text{m}$  (tamaño medio al 50% en peso de la distribución granulométrica) se obtiene en las condiciones preferidas de esta etapa de tratamiento.

La etapa de tratamiento con el hidróxido de calcio se puede realizar en cualquier tipo de reactor conocido por el experto en la materia, por ejemplo, en un reactor con agitación.

#### Etapa de purificación del fluoropropeno de fórmula (I)

15 El flujo gaseoso procedente de la etapa de deshidrofluoración (iii), que comprende el fluoropropeno de fórmula (I), el compuesto de fórmula (Ia) que no ha reaccionado y los subproductos, se somete a una etapa de purificación para obtener fluoropropenos de alta pureza.

La purificación comprende preferentemente una primera etapa de destilación para separar las impurezas ligeras, y una segunda etapa de destilación para separar el fluoropropeno de fórmula (I) de las impurezas pesadas.

20 En ausencia de la etapa de condensación (ii), en las impurezas ligeras de la primera etapa de destilación se vuelve a encontrar hidrógeno.

Cuando el producto buscado es el 1,2,3,3,3-pentafluoropropeno, las impurezas ligeras a eliminar comprenden trifluoruro de vinilo.

Cuando el producto buscado es el 2,3,3,3-tetrafluoropropeno, las impurezas ligeras a eliminar comprenden

25 Cuando el producto buscado es el 1,2,3,3,3-pentafluoropropeno, las impurezas pesadas a eliminar comprenden el 1,1,1,2,3,3-hexafluoropropano (HFC-236ea) que se puede reciclar a la etapa (III).

Cuando el producto buscado es el 2,3,3,3-tetrafluoropropeno, las impurezas pesadas a eliminar comprenden el 1,1,1,2,3-pentafluoropropano (HFC-245eb) que se pueden reciclar a la etapa (iii).

Se recordará que:

30 - la tasa de conversión es el % del producto de partida que ha reaccionado (número de moles del producto de partida que ha reaccionado / número de moles del producto de partida introducido);

- la selectividad del producto buscado es la relación del número de moles del producto buscado, formado / número de moles del producto de partida que han reaccionado.

#### **Ejemplo**

El ejemplo siguiente ilustra la invención, sin limitarla.

35 Síntesis del HFO-1225ye por hidrogenación del HFP a HFC-236ea, después la deshidrofluoración del HFC-236ea a HFO-1225ye.

#### Hidrogenación del HFP a HFC-236ea

40 Se utiliza un reactor tubular de inoxidable con diámetro interno de 2,1 cm y longitud 120 cm, que contiene 479 g, o bien 330  $\text{cm}^3$  de catalizador en forma de un lecho fijo. El catalizador contiene 0,2% en peso de paladio soportado sobre alúmina  $\alpha$ .

Durante el tiempo que dura la reacción se inyecta de forma continua aproximadamente 0,71 mol/h de hidrógeno y 0,7 mol/h de hexafluoropropeno. La presión absoluta es de 2 bar. La relación molar hidrógeno/HFP a la entrada del reactor es 6. La temperatura a la entrada del reactor es de 43,2°C y la temperatura máxima alcanzada en el curso de la reacción es de 122,3°C. El tiempo de contacto según la definición dada anteriormente es de 2,8 s.

45 Se obtiene una conversión de 100% de HFP con una selectividad de HFC-236ea superior a 99%.

El flujo a la salida del reactor se refrigera a 17,6°C y se condensa parcialmente. La fase gas se recicla al reactor después de haber sido precalentada previamente. La fase líquida que representa el 5% del HFC-236ea presente a la

salida del reactor, se compone en más del 99% de HFC-236ea. Es vaporizada antes de alimentar el reactor de deshidrofluoración.

Deshidrofluoración del HFC-236ea a HFO-1225ye

5 Se utiliza un reactor agitado de 3 litros de inoxidable, con diámetro interno 1,5 cm y que contiene 2,6 litros de una solución de potasa aproximadamente al 60% en peso.

Durante el tiempo que dura la reacción se inyecta de forma continua aproximadamente 0,7 mol/h de gas HFC-236ea y aproximadamente 6,4 mol/h de una solución líquida de potasa aproximadamente al 70% en peso de KOH (o bien 2,7 mol / h de KOH puro). La presión absoluta es de 1,1 bar.

La temperatura a la entrada del reactor es de 160°C.

10 Se obtiene una conversión de 98% de HFC-236ea con una selectividad de HFO-1225ye (E+Z) superior a 99%. La pureza del HFO-1225ye (E+Z) es superior a 97%.

## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la preparación de fluoropropenos de fórmula (I):  $\text{CF}_3\text{CF}=\text{CHR}$ , en la cual R representa un átomo de hidrógeno o de flúor, a partir de al menos un compuesto de fórmula (Ia)  $\text{CF}_3\text{CF}=\text{CFR}$  en la cual R tiene el mismo significado que en la fórmula (I), el cual comprende las etapas siguientes:
  - 5 (i) hidrogenación en un reactor adiabático, en presencia de un catalizador, de al menos un compuesto de fórmula (Ia) con hidrógeno en cantidad superior a la estequiométrica, para dar al menos un hidrofluoropropano;
  - (ii) condensación parcial del flujo procedente del reactor adiabático de la etapa (i) para dar una fracción en fase gas que comprende el hidrógeno que no ha reaccionado y una parte del hidrofluoropropano formado en la etapa (i), el cual se recicla a la etapa de hidrogenación, y una fracción en fase líquida que comprende el resto de hidrofluoropropano formado en (i);
  - 10 (iii) deshidrofluoración del hidrofluoropropano procedente de la fracción líquida de la etapa (ii) con ayuda de hidróxido de potasio (KOH) en un medio de reacción acuoso contenido en un reactor con agitación, para dar el fluoropropeno de fórmula (I); y
  - 15 (iv) purificación del fluoropropeno de fórmula (I),

caracterizado por que el medio de reacción de la etapa de deshidrofluoración (iii) se realiza a una temperatura comprendida entre 125 y 180°C; y porque en la etapa de condensación (ii) se condensa entre 1 a 30% del hidrofluoroalcano a la salida del reactor de la etapa (i).
- 20 2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el cual la relación molar hidrógeno / compuesto de fórmula (Ia) está comprendida entre 1,1 y 40, comprendida preferentemente entre 2 y 15.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, en el cual la temperatura a la entrada del reactor adiabático de la etapa (i) está comprendida entre 30 y 200°C, preferentemente entre 40 y 140°C, y la de salida está comprendida entre 50 y 250°C, preferentemente entre 80 y 160°C.
- 25 4. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que la presión absoluta está comprendida entre 0,5 y 20 bar, preferentemente a una presión absoluta entre 1 y 5 bar.
5. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que la etapa de condensación (ii) se realiza a una temperatura comprendida entre 0 y 50°C y una presión absoluta comprendida entre 0,5 y 20 bar, preferentemente a una presión absoluta entre 1 y 5 bar.
- 30 6. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que el hidróxido de potasio representa entre 20 y 75%, preferentemente entre 55 y 70% en peso de la mezcla agua-hidróxido de potasio de la etapa (iii).
7. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que el medio de reacción de la etapa de deshidrofluoración (iii) se realiza a una temperatura comprendida entre 145 y 165°C.
- 35 8. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que comprende una etapa de tratamiento en el curso de la cual el fluoruro de potasio coproducido en la etapa de deshidrofluoración reacciona con hidróxido de calcio para regenerar el hidróxido de potasio.
9. Procedimiento según la reivindicación 8, caracterizado por que el hidróxido de potasio representa entre 4 y 50% en peso en relación al peso total de hidróxido de potasio y agua del medio de reacción acuoso de la etapa de tratamiento.
- 40 10. Procedimiento según la reivindicación 8 o 9, caracterizado por que la temperatura de tratamiento está comprendida entre 50 y 150°C, preferentemente entre 70 y 120°C.
11. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que la purificación de la etapa (iv) comprende una primera destilación para eliminar las impurezas ligeras y una segunda destilación para eliminar las impurezas pesadas.
- 45 12. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que comprende la hidrogenación del hexafluoropropeno para dar 1,1,1,2,3,3-hexafluoropropano que es deshidrofluorado a continuación para dar el 1,2,3,3,3-pentafluoropropeno.
- 50 13. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizado por que comprende la hidrogenación del 1,2,3,3,3-pentafluoropropeno para dar el 1,2,3,3,3-pentafluoropropano que es deshidrofluorado a continuación para dar el 2,3,3,3-tetrafluoropropeno.