

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 777 607**

51 Int. Cl.:

C07C 17/383 (2006.01)

C07C 21/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.12.2016 PCT/EP2016/080949**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.06.2017 WO17108523**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.12.2016 E 16809821 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.01.2020 EP 3394019**

54 Título: **Procedimiento de producción y de purificación del 2,3,3,3-tetrafluoropropeno**

30 Prioridad:

23.12.2015 FR 1563168

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

05.08.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**COLLIER, BERTRAND;
DEUR-BERT, DOMINIQUE;
LACAMBRA, JOAQUIN y
WENDLINGER, LAURENT**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 777 607 T3

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

DESCRIPCIÓN

Procedimiento de producción y de purificación del 2,3,3,3-tetrafluoropropeno

Campo técnico de la invención

5 La invención se refiere a un procedimiento de purificación del 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno. Además, la invención se refiere también a un procedimiento de producción y de purificación del 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno.

Antecedentes tecnológicos de la invención

10 Los hidrofluorocarburos (HFC) y, en particular, las hidrofluoroolefinas (HFO), tales como el 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (HFO-1234yf) son compuestos conocidos por sus propiedades como productos refrigerantes y fluidos transportadores de calor, extintores, propulsores, agentes espumantes, agentes de inflado, dieléctricos gaseosos, como medio de polimerización o monómero, fluidos soportes, agentes para abrasivos, agentes de secado y fluidos para unidades de producción de energía. Los HFO se han identificado como alternativas deseables a los HCFC debido a sus bajos valores de ODP (potencial de destrucción de la capa de ozono, por sus siglas en inglés) y GWP (potencial de calentamiento global, por sus siglas en inglés).

15 La mayor parte de los procedimientos de fabricación de hidrofluoroolefinas recurre a una reacción de fluoración y/o de deshidrohalogenación. Este tipo de reacción se realiza en fase gaseosa y genera impurezas que, en consecuencia, es necesario eliminar para obtener el compuesto deseado con un grado de pureza suficiente para las aplicaciones pretendidas como objetivo.

20 Por ejemplo, en el marco de la producción de 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (HFO-1234yf), se observa la presencia de impurezas como el 1-cloro-3,3,3-trifluoro-1-propeno (1233zd), 1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (1234ze) y el 1,1,1,3,3-pentafluoropropano (245fa). Estas impurezas son isómeros de los compuestos principales que se desean obtener mediante el procedimiento de producción del 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno, además de este último, es decir, 2-cloro-3,3,3-trifluoro-1-propeno (1233xf) y 1,1,1,2,2-pentafluoropropano (245cb). Teniendo en cuenta los respectivos puntos de ebullición del 1-cloro-3,3,3-trifluoro-1-propeno (1233zd), 1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (1234ze) y 1,1,1,3,3-pentafluoropropano (245fa), éstos se pueden acumular en el circuito de reacción e impedir así la formación de los productos de interés.

La purificación de este tipo de mezcla de reacción se puede realizar mediante diferentes técnicas conocidas en la técnica anterior, como por ejemplo la destilación. Sin embargo, cuando los compuestos a purificar tienen puntos de ebullición muy cercanos o cuando forman composiciones azeotrópicas o cuasi-azeotrópicas, la destilación no es un procedimiento eficaz. De este modo, se han descrito procedimientos de destilación extractiva.

30 A partir del documento de la patente EP 0 864 554 se conoce un procedimiento de purificación de una mezcla que comprende 1,1,1,3,3-pentafluoropropano (245fa) y 1-cloro-3,3,3-trifluoro-trans-1-propeno (1233zd) por destilación en presencia de un disolvente que tiene un punto de ebullición superior al del 1-cloro-3,3,3-trifluoro-trans-1-propeno.

35 A partir del documento de la patente WO 03/068716 se conoce un procedimiento de recuperación de pentafluoroetano a partir de una mezcla que comprende pentafluoroetano y cloropentafluoroetano por destilación en presencia de hexafluoropropano.

40 Asimismo, se conoce, a partir del documento de la patente WO 98/19982 un procedimiento de purificación del 1,1-difluoroetano por destilación extractiva. El procedimiento consiste en poner en contacto un agente de extracción con una mezcla de 1,1-difluoroetano y de cloruro de vinilo. El agente de extracción se escoge entre hidrocarburos, alcoholes, clorocarburos, que tienen un punto de ebullición comprendido entre 10 °C y 120 °C. Como se menciona en el documento de la patente WO 98/19982, la selección del agente de extracción puede resultar compleja, en función de los productos a separar. Se conoce a partir del documento de la patente WO 2013/088195 un procedimiento de preparación de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno a partir de 1,1,1,2,3-pentacloropropano y/o 1,1,2,2,3-pentacloropropano. Por lo tanto, sigue existiendo la necesidad de poner en práctica un procedimiento particular de purificación del 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno.

Resumen de la invención

45 En un procedimiento de producción del 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno, la elección de condiciones operacionales particulares puede favorecer la presencia de ciertas impurezas o de isómeros de las mismas. Se puede observar la presencia de impurezas como 1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (1234ze), así como 1-cloro-3,3,3-trifluoro-1-propeno (1233zd) y 1,1,1,3,3-pentafluoropropano (245fa). Estas impurezas pueden provenir de reacciones secundarias inducidas por compuestos producidos de forma intermedia durante la producción del 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno, y pueden presentar propiedades físicas tales que su eliminación puede resultar compleja. La presente invención permite, en especial, la producción de 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno con una pureza mejorada.

Según un primer aspecto, la invención proporciona un procedimiento de producción y de purificación del 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (1234yf) desarrollado a partir de una composición de partida que comprende al menos un

compuesto de fórmula $CX(Y)_2-CX(Y)_m-CH_mXY$ (I), en la cual X e Y representan, de manera independiente, H, F o Cl y $m = 0$ o 1 ; y/o fluoración en presencia de un catalizador de un compuesto de fórmula $(CX_nY_{3-n})CH_pX_{1-p}CH_mX_{2-m}$ (II) en la cual X es, independientemente unos de otros, Cl, F, I o Br; Y es, independientemente unos de otros, H, Cl, F, I o Br; n es $1, 2$ o 3 ; y m es $0, 1$ o 2 ; y p es 0 o 1 ;

5 comprendiendo dicho procedimiento las etapas de:

- a) puesta en contacto, en presencia de un catalizador, de la composición de partida con HF para producir una composición A que comprende HCl, una parte de HF que no ha reaccionado, 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (1234yf), productos intermedios B que consisten en 2-cloro-3,3,3-trifluoropropeno (1233xf), 1,1,1,2-pentafluoropropano (245cb), y productos secundarios C que consisten en E-1-cloro-3,3,3-trifluoro-1-propeno (1233zdE), trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (1234zeE) y 1,1,1,3,3-pentafluoropropano (245fa);
- 10 b) recuperación de dicha composición A y purificación, preferiblemente, destilación, de la misma, para formar y recuperar una primera corriente, preferiblemente gaseosa, que comprende HCl, 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (1234yf), una parte de los productos intermedios B y una parte de los productos secundarios C; y una corriente, preferiblemente líquida, L1 que comprende una parte del HF que no ha reaccionado, una parte de los productos intermedios B y una parte de los productos secundarios C;
- 15 c) purificación de dicha primera corriente para formar una corriente que comprende una porción de dicha parte de los productos intermedios B y una parte de los productos secundarios C y y reciclado de ésta a la etapa a).

Según un modo de realización preferido, dicha primera corriente es una corriente gaseosa G1 purificada mediante las etapas siguientes:

- b1) destilación de la corriente gaseosa G1 para recuperar una corriente G1a que comprende HCl, ventajosamente en cabeza de la columna de destilación, y una corriente G1b que comprende 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (1234yf), dicha una parte de los productos intermedios B y dicha una parte de productos secundarios C, de manera ventajosa en la parte baja de la columna de destilación;
- 25 b2) destilación de dicha corriente G1b obtenida en la etapa b1) para formar una corriente G1c que comprende 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (1234yf), una porción de dicha parte de los productos intermedios B y una porción de dicha parte de los productos secundarios C, de manera ventajosa en cabeza de la columna de destilación, y una corriente G1d que comprende una porción de dicha parte de los productos intermedios B y una porción de dicha parte de los productos secundarios C, ventajosamente en la parte baja de la columna de destilación; preferiblemente, la corriente G1d se recicla a la etapa a).
- 30

Preferiblemente, la corriente G1c formada en la etapa b2) puede comprender 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (1234yf), 1,1,1,2,2-pentafluoropropano (245cb) y trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (1234zeE). Preferiblemente, la corriente G1d formada en la etapa b2) puede comprender 1,1,1,2,2-pentafluoropropano (245cb), trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (1234zeE), 2-cloro-3,3,3-trifluoropropeno (1233xf). En particular, el contenido de 1,1,1,2,2-pentafluoropropano (245cb) es más importante en la corriente G1d que en la corriente G1c.

35

Según un modo de realización preferido, el procedimiento comprende una etapa b3), posterior a la etapa b2), en la cual la corriente G1c obtenida en la etapa b2) comprende 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (1234yf), 1,1,1,2,2-pentafluoropropano (245cb) y trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (1234zeE); y dicha corriente G1c se destila para formar una corriente G1e que comprende 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (1234yf) y una corriente G1f que comprende 1,1,1,2,2-pentafluoropropano (245cb) y trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (1234zeE). Preferiblemente, la corriente G1e que comprende 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (1234yf) se puede someter a etapas de purificación posteriores con el fin de obtener un grado de pureza suficiente para su comercialización.

40

Según un modo de realización preferido, la corriente G1f obtenida en la etapa b3) se separa por destilación extractiva.

45 Según un modo de realización particular, la corriente G1f obtenida en la etapa b3) se separa por destilación extractiva según las etapas:

- b4) puesta en contacto de dicha corriente G1f obtenida en la etapa b3) con un agente de extracción orgánico para formar una corriente G1g, y
- b5) destilación extractiva de la corriente G1g para formar un flujo G1h que comprende 1,1,1,2,2-pentafluoropropano (245cb), de manera ventajosa en cabeza de la columna de destilación, una corriente G1i que comprende trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (1234zeE) y dicho agente de extracción orgánica, de manera ventajosa en la parte baja de la columna de destilación.
- 50

Preferiblemente, la corriente G1i que comprende trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (1234zeE) y dicho agente de extracción orgánica se separa por destilación para formar una corriente G1j que comprende dicho agente de extracción

orgánica y una corriente G1k que comprende trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (1234zeE). La corriente G1j que comprende dicho agente de extracción orgánica se puede reciclar a la etapa b4). La corriente G1k que comprende trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (1234zeE) se puede, o bien purificar, o bien destruir por incineración.

5 Preferiblemente, el flujo G1h que comprende 1,1,1,2,2-pentafluoropropano (245cb), preferiblemente sin trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (1234zeE), se recicla a la etapa a).

De manera alternativa, el procedimiento comprende una etapa b3'), posterior a la etapa b2), en la cual la corriente G1c obtenida en la etapa b2) comprende 2,3,3,3-tetrafluoropropano (1234yf), 1,1,1,2,2-pentafluoropropano (245cb) y trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (1234zeE); y dicha corriente G1c se destila para formar una corriente G1e' que comprende 2,3,3,3-tetrafluoropropano (1234yf) y 1,1,1,2,2-pentafluoropropano (245cb) y una corriente G1f' que comprende trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (1234zeE). Dicha corriente G1c se destila mediante destilación extractiva para formar dicha corriente G1e' que comprende 2,3,3,3-tetrafluoropropano (1234yf) y 1,1,1,2,2-pentafluoropropano (245cb); y dicha corriente G1f' que comprende trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (1234zeE). Así, la corriente G1c se destila mediante destilación extractiva según las etapas:

15 b4') puesta en contacto de dicha corriente G1c obtenida en la etapa b2) con un agente de extracción orgánico para formar una corriente G1g', y

b5') destilación extractiva de la corriente G1g' para formar un flujo G1e' que comprende 2,3,3,3-tetrafluoropropano (1234yf) y 1,1,1,2,2-pentafluoropropano (245cb), de manera ventajosa en cabeza de la columna de destilación, y una corriente G1h' que comprende trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (1234zeE) y dicho agente de extracción orgánico, de manera ventajosa en la parte baja de la columna de destilación.

20 Preferiblemente, la corriente G1e' que comprende 2,3,3,3-tetrafluoropropano (1234yf) y 1,1,1,2,2-pentafluoropropano (245cb) se puede someter a etapas de purificación posteriores. De este modo, se puede separar el 2,3,3,3-tetrafluoropropano (1234yf), preferiblemente por destilación del 1,1,1,2,2-pentafluoropropano (245cb) para formar una corriente que comprende 2,3,3,3-tetrafluoropropano (1234yf) y una corriente G1i' que comprende 1,1,1,2,2-pentafluoropropano (245cb), siendo reciclada dicha corriente G1i' en la etapa a). El 2,3,3,3-tetrafluoropropano (1234yf) se puede someter todavía a etapas de purificación posteriores con el fin de obtener un grado de pureza suficiente para su comercialización.

30 Preferiblemente, la corriente G1h' que comprende trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (1234zeE) y dicho agente de extracción orgánico, se separa por destilación para formar una corriente G1j' que comprende dicho agente de extracción orgánico y una corriente G1k' que comprende trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (1234zeE). La corriente G1j' que comprende dicho agente de extracción orgánico se puede reciclar a la etapa b4'). La corriente G1k' que comprende trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (1234zeE) se puede o bien purificar o bien destruir por incineración.

35 Según otro modo de realización preferido, dicha corriente líquida L1 comprende, además del HF que no ha reaccionado, todos o parte de los productos intermedios B y todos o parte de los productos secundarios C; y toda esta corriente L1 o parte de ella se lleva a baja temperatura, ventajosamente comprendida entre -50 °C y 15 °C, preferiblemente entre -30 °C y 0 °C, para formar una primera fase L1a que comprende una parte del HF que no ha reaccionado y una segunda fase L1b que comprende dichos productos intermedios B y dichos productos secundarios C; opcionalmente o no, dicha corriente G1d formada en la etapa b2) se mezcla con la corriente líquida L1 antes de que esta última se lleve a baja temperatura.

40 Preferiblemente, dicha corriente líquida L1 comprende una parte de los productos intermedios B y todos o parte de los productos secundarios C, y una parte de la corriente líquida L1 se lleva a baja temperatura, ventajosamente comprendida entre -50 °C y 20 °C, para formar una primera fase L1a que comprende una parte del HF que no ha reaccionado y una segunda fase L1b que comprende dichos productos intermedios B y dichos productos secundarios C; opcionalmente o no, dicha corriente G1d formada en la etapa b2) se mezcla con la corriente líquida L1 antes de que esta última se lleve a baja temperatura.

45 Preferiblemente, dicha primera fase L1a se recicla a la etapa a).

50 Según un modo de realización preferido, dicha segunda fase L1b se destila para recuperar una corriente L1c que comprende 1,1,1,2,2-pentafluoropropano (245cb) y trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (1234zeE), de manera ventajosa en cabeza de la columna de destilación y una corriente L1d que comprende 2-cloro-3,3,3-trifluoro-1-propeno (1233xf), E-1-cloro-3,3,3-trifluoro-1-propeno (1233zdE) y 1,1,1,3,3-pentafluoropropano (245fa), ventajosamente en la parte baja de la columna de destilación; de manera ventajosa, dicha corriente L1c se recicla a la etapa a).

Según un modo de realización preferido, dicha corriente L1d se separa para formar un flujo que comprende 2-cloro-3,3,3-trifluoro-1-propeno (1233xf) y una corriente que comprende E-1-cloro-3,3,3-trifluoro-1-propeno (1233zdE) y 1,1,1,3,3-pentafluoropropano (245fa).

55 Según un modo de realización preferido, la separación de dicha corriente L1d se efectúa mediante destilación extractiva.

Según un modo de realización particular, la destilación extractiva de dicha corriente L1d comprende las etapas de:

- puesta en contacto de dicha corriente L1d con un agente de extracción orgánico para formar una composición L1e, y
- destilación extractiva de la composición L1e para formar un flujo L1f que comprende 2-cloro-3,3,3-trifluoro-1-propeno (1233xf), ventajosamente en cabeza de la columna de destilación y una corriente L1g que comprende E-1-cloro-3,3,3-trifluoro-1-propeno (1233zdE) y 1,1,1,3,3-pentafluoropropano (245fa) y dicho agente de extracción orgánico, ventajosamente en la parte baja de la columna de destilación.

Preferiblemente, la corriente L1g se separa a continuación por destilación para formar una corriente L1h que comprende dicho agente de extracción orgánico y una corriente L1i que comprende E-1-cloro-3,3,3-trifluoro-1-propeno (1233zdE) y 1,1,1,3,3-pentafluoropropano (245fa). La corriente L1h se puede reciclar para ponerla en contacto con una corriente L1d para formar una composición L1e. La corriente L1i que comprende E-1-cloro-3,3,3-trifluoro-1-propeno (1233zdE) y 1,1,1,3,3-pentafluoropropano (245fa) se puede o bien purificar o bien destruir por incineración.

Preferiblemente, el flujo L1f que comprende 2-cloro-3,3,3-trifluoro-1-propeno (1233xf), preferiblemente sin 1,1,1,3,3-pentafluoropropano (245fa) y sin E-1-cloro-3,3,3-trifluoro-1-propeno (1233zdE) se recicla a la etapa a).

Según un modo de realización preferido, la presente invención permite así el reciclado a la etapa a) de uno o varios flujos desprovistos de uno o varios productos secundarios C.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 representa de manera esquemática un dispositivo que pone en práctica un procedimiento de producción de 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno según un modo de realización particular de la presente invención.

Las figuras 2 y 3 representan de manera esquemática un dispositivo que pone en práctica la purificación de 2-3,3,3-tetrafluoro-1-propeno según un modo de realización particular de la presente invención.

Descripción detallada de la invención

La presente invención permite la producción y la purificación del 2,3,3,3-tetrafluoropropano (1234yf). Según un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un procedimiento de producción y de purificación del 2,3,3,3-tetrafluoropropano (1234yf). Dicho procedimiento se pone en práctica a partir de una composición inicial o de partida que comprende al menos un compuesto de fórmula $CX(Y)_2-CX(Y)_m-CH_mXY$ (I), en la cual X e Y representan, de manera independiente, H, F o Cl y m = 0 o 1; y/o fluoración en presencia de un catalizador de un compuesto de fórmula $(CX_nY_{3-n})CH_pX_{1-p}CH_mX_{2-m}$ (II) en la cual X es, independientemente unos de otros, Cl, F, I o Br; Y es, independientemente unos de otros, H, Cl, F, I o Br; n es 1, 2 o 3; y m es 0, 1 o 2; y p es 0 o 1.

Preferiblemente, dicho procedimiento comprende las etapas de:

a) puesta en contacto, en presencia de un catalizador, de la composición de partida con HF para producir una composición A que comprende 2,3,3,3-tetrafluoropropano (1234yf), productos intermedios B que consisten en 2-cloro-3,3,3-trifluoropropano (1233xf), 1,1,1,2,2-pentafluoropropano (245cb), y productos secundarios C que consisten en 1-cloro-3,3,3-trifluoro-1-propeno (1233zd), 1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (1234ze) y 1,1,1,3,3-pentafluoropropano (245fa);

b) recuperación de dicha composición A y purificación, de la misma, para formar y recuperar una primera corriente, que comprende 2,3,3,3-tetrafluoropropano (1234yf) y uno o varios flujos que comprenden 2-cloro-3,3,3-trifluoropropano (1233xf) y/o 1,1,1,2,2-pentafluoropropano (245cb);

c) reciclado a la etapa a) de dichos uno o varios flujos que comprenden 2-cloro-3,3,3-trifluoropropano (1233xf) y/o 1,1,1,2,2-pentafluoropropano (245cb).

Preferiblemente, el contenido de al menos uno de los productos secundarios C en dichos uno o varios flujos reciclados a la etapa a) puede ser inferior al de dicha composición A.

El contenido en uno cualquiera de los productos secundarios C se puede disminuir en uno o en varios o en todo de los dichos uno o varios flujos reciclados a la etapa a). Preferiblemente, dicho contenido en al menos uno de los productos secundarios C en dichos uno o varios flujos reciclados a la etapa a) se puede disminuir un 20 %, 30 %, 40 %, 50 %, 60 %, 70 %, 80 %, 90 %, 95 % o 98 % respecto del contenido del mismo al menos uno de los productos secundarios C en dicha composición A. De este modo, el contenido de E-1-cloro-3,3,3-trifluoro-1-propeno (1233zdE) en dichos uno o varios flujos reciclados a la etapa a) se puede disminuir un 20 %, 30 %, 40 %, 50 %, 60 %, 70 %, 80 %, 90 %, 95 % o 98 % respecto del contenido de E-1-cloro-3,3,3-trifluoro-1-propeno (1233zdE) en dicha composición A. Según otro modo de realización, el contenido de trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (1234zeE) en dichos uno o varios flujos reciclados a la etapa a) se puede disminuir un 20 %, 30 %, 40 %, 50 %, 60 %, 70 %, 80 %, 90 %, 95 % o 98 % respecto del contenido de trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno

(1234zeE) en dicha composición A. Según otro modo de realización, el contenido de 1,1,1,3,3-pentafluoropropano (245fa) en dichos uno o varios flujos reciclados a la etapa a) se puede disminuir un 20 %, 30 %, 40 %, 50 %, 60 %, 70 %, 80 %, 90 %, 95 % o 98 % respecto del contenido de 1,1,1,3,3-pentafluoropropano (245fa) en dicha composición A. Los contenidos se expresan en peso.

5 Dichos uno o varios flujos reciclados a la etapa a) pueden estar desprovistos de uno o varios de los productos secundarios C. El término “desprovisto” significa que la corriente considerada contiene menos de 50 ppm, ventajosamente menos de 20 ppm, preferiblemente menos de 10 ppm, del compuesto considerado tomando como base el peso total de dicha corriente.

10 Según un modo de realización preferido, la composición A comprende también HCl y una parte del HF. Preferiblemente, la purificación de dicha composición A efectuada en la etapa b) comprende la destilación de dicha composición A para recuperar en cabeza de la columna de destilación una corriente gaseosa G1 que comprende HCl y 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (1234yf); y, en la parte baja de la columna de destilación, una corriente líquida L1 que comprende dicha parte de HF. Todos o parte de los productos intermedios B y todos o parte de los productos secundarios C pueden estar contenidos en dicha corriente gaseosa G1 y/o en dicha corriente líquida L1.

15 Preferiblemente, todo o parte del 1,1,1,2,2-pentafluoropropano (245cb) puede estar contenido en dicha corriente gaseosa G1. Todo o parte del 1,1,1,2,2-pentafluoropropano (245cb) puede también estar contenido en dicha corriente líquida L1.

20 Preferiblemente, todo o parte del trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (1234zeE) puede estar contenido en dicha corriente gaseosa G1. Todo o parte del trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (1234zeE) puede también estar contenido en dicha corriente líquida L1.

25 Preferiblemente, todo o parte del 2-cloro-3,3,3-trifluoropropeno (1233xf) puede estar contenido en dicha corriente gaseosa G1. Todo o parte del 2-cloro-3,3,3-trifluoropropeno (1233xf) puede también estar contenido en dicha corriente líquida L1. De manera privilegiada, el 2-cloro-3,3,3-trifluoropropeno (1233xf) está contenido en dicha corriente líquida L1; ventajosamente, el 70 %, 75 %, 80 %, 85 % o 90 % del 2-cloro-3,3,3-trifluoropropeno (1233xf) está contenido en dicha corriente líquida L1 respecto de dicha corriente gaseosa G1.

30 Preferiblemente, todo o parte del E-1-cloro-3,3,3-trifluoro-1-propeno (1233zdE) puede estar contenido en dicha corriente gaseosa G1. Todo o parte del E-1-cloro-3,3,3-trifluoro-1-propeno (1233zdE) puede también estar contenido en dicha corriente líquida L1. De manera privilegiada, el E-1-cloro-3,3,3-trifluoro-1-propeno (1233zdE) está contenido en dicha corriente líquida L1; ventajosamente, el 70 %, 75 %, 80 %, 85 %, 90 % o 95 % del 1-cloro-3,3,3-trifluoro-1-propeno (1233zd) está contenido en dicha corriente líquida L1 respecto de dicha corriente gaseosa G1.

35 Preferiblemente, todo o parte del 1,1,1,3,3-pentafluoropropano (245fa) puede estar contenido en dicha corriente gaseosa G1. Todo o parte del 1,1,1,3,3-pentafluoropropano (245fa) puede también estar contenido en dicha corriente líquida L1. De manera privilegiada, el 1,1,1,3,3-pentafluoropropano (245fa) está contenido en dicha corriente líquida L1; ventajosamente, el 70 %, 75 %, 80 %, 85 % 90 % o 95 % del 1,1,1,3,3-pentafluoropropano (245fa) está contenido en dicha corriente líquida L1 respecto de dicha corriente gaseosa G1.

40 Según un modo de realización preferido, dicha corriente gaseosa G1 comprende una parte de los productos intermedios B y una parte de los productos secundarios C, y dicha corriente gaseosa G1 se purifica mediante las etapas siguientes:

b1) destilación de la corriente gaseosa G1 para recuperar una corriente G1a que comprende HCl, ventajosamente en cabeza de la columna de destilación, y una corriente G1b que comprende 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (1234yf), dicha una parte de los productos intermedios B y dicha una parte de productos secundarios C, de manera ventajosa en la parte baja de la columna de destilación;

45 b2) destilación de dicha corriente G1b obtenida en la etapa b1) para formar una corriente G1c que comprende 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (1234yf), una porción de dicha parte de los productos intermedios B y una porción de dicha parte de los productos secundarios C, de manera ventajosa en cabeza de la columna de destilación, y una corriente G1d que comprende una porción de dicha parte de los productos intermedios B y una porción de dicha parte de los productos secundarios C, ventajosamente en la parte baja de la columna de destilación.

50 Preferiblemente, la corriente G1c formada en la etapa b2) puede comprender 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (1234yf), 1,1,1,2,2-pentafluoropropano (245cb) y 1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (1234ze). Preferiblemente, la corriente G1d formada en la etapa b2) puede comprender 1,1,1,2,2-pentafluoropropano (245cb), trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (1234zeE), 2-cloro-3,3,3-trifluoropropeno (1233xf) y opcionalmente o no E-1-cloro-3,3,3-trifluoro-1-propeno (1233zdE) y 1,1,1,3,3-pentafluoropropano (245fa). En particular, el contenido de 1,1,1,2,2-pentafluoropropano (245cb) es más importante en la corriente G1d que en la corriente G1c. La corriente G1d puede contener 55 %, 60 %, 65 %, 70 %, 75

%, 78 % u 80 % del 1,1,1,2,2-pentafluoropropano (245cb) respecto del contenido total de 1,1,1,2,2-pentafluoropropano (245cb) en las corrientes G1d y G1c.

La corriente G1d se puede reciclar a la etapa a) del presente procedimiento. La corriente G1d puede ser uno de los dichos uno o varios flujos que se reciclan a la etapa a) (etapa c) del presente procedimiento.

5 De este modo, el presente procedimiento, puede ser un procedimiento de producción y de purificación del 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (1234yf) puesto en práctica a partir de una composición inicial o de partida que comprende al menos un compuesto de fórmula (I) $CX(Y)_2-CX(Y)_m-CH_mXY$ en la cual X e Y representan, de manera independiente un átomo de hidrógeno, de flúor o de cloro y $m = 0$ o 1 ; y/o fluoración en presencia de un catalizador de un compuesto de fórmula (II) $(CX_nY_{3-n})CH_pX_{1-p}CH_mX_{2-m}$ (II) en la cual X es, independientemente unos de otros, Cl, F, I o Br; Y es, independientemente unos de otros, H, Cl, F, I o Br; n es 1, 2 o 3; y m es 0, 1 o 2; y p es 0 o 1; dicho procedimiento comprende las etapas de :

15 a) puesta en contacto, en presencia de un catalizador, de la composición de partida con HF para producir una composición A que comprende HCl, una parte del HF que no ha reaccionado, 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (1234yf), productos intermedios B que consisten en 2-cloro-3,3,3-trifluoropropeno (1233xf), 1,1,1,2,2-pentafluoropropano (245cb), y productos secundarios C que consisten en E-1-cloro-3,3,3-trifluoro-1-propeno (1233zdE), trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (1234zeE) y 1,1,1,3,3-pentafluoropropano (245fa);

20 b) recuperación de dicha composición A y destilación de la misma, para formar y recuperar en cabeza de la columna de destilación una corriente gaseosa G1, que comprende HCl y 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (1234yf), una parte de los productos intermedios B y una parte de los productos secundarios C; y en la parte baja de la columna de destilación, una corriente líquida L1 que comprende dicha parte del HF que no ha reaccionado, una parte de los productos intermedios B y una parte de los productos secundarios C; siendo purificada dicha corriente gaseosa G1 mediante las etapas siguientes:

25 b1) destilación de la corriente gaseosa G1 para recuperar una corriente G1a que comprende HCl y una corriente G1b que comprende 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (1234yf), dicha una parte de los productos intermedios B y dicha una parte de productos secundarios C;

30 b2) destilación de dicha corriente G1b obtenida en la etapa b1) para formar una corriente G1c que comprende 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (1234yf), una porción de dicha parte de los productos intermedios B y una porción de dicha parte de los productos secundarios C y una corriente G1d que comprende una porción de dicha parte de los productos intermedios B y una porción de dicha parte de los productos secundarios C;

c) reciclado a la etapa a) de la corriente G1d,

preferiblemente, siendo inferior el contenido de al menos uno de los productos secundarios C en la corriente G1d al de la dicha composición A.

35 Según un modo de realización preferido, el procedimiento comprende una etapa b3), posterior a la etapa b2), en la cual la corriente G1c obtenida en la etapa b2) comprende 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (1234yf), 1,1,1,2,2-pentafluoropropano (245cb) y trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (1234zeE); y dicha corriente G1c se destila para formar una corriente G1e que comprende 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (1234yf) y una corriente G1f que comprende 1,1,1,2,2-pentafluoropropano (245cb) y trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (1234zeE).

40 La corriente G1f obtenida en la etapa b3) se puede separar mediante destilación extractiva.

Según modo de realización particular, la corriente G1f obtenida en la etapa b3) se separa mediante destilación extractiva según las etapas:

b4) puesta en contacto de dicha corriente G1f obtenida en la etapa b3) con un agente de extracción orgánico para formar una corriente G1g, y

45 b5) destilación extractiva de la corriente G1g para formar un flujo G1h que comprende 1,1,1,2,2-pentafluoropropano (245cb), de manera ventajosa en cabeza de la columna de destilación, y una composición G1i que comprende trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (1234zeE) y dicho agente de extracción orgánico, de manera ventajosa en la parte baja de la columna de destilación.

50 Preferiblemente, la corriente G1i que comprende trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (1234zeE) y dicho agente de extracción orgánico se separa por destilación para formar una corriente G1j que comprende dicho agente de extracción orgánico y una corriente G1k que comprende trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (1234zeE). La corriente G1j que comprende dicho agente de extracción orgánico se puede reciclar a la etapa b4). La corriente G1k que comprende trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (1234zeE) se puede o bien purificar o bien destruir por incineración.

- Según un modo de realización preferido, dicho agente de extracción orgánico es un disolvente que se escoge en el grupo que consiste en hidrohlocarburos, alcoholes, cetonas, aminas, ésteres, éteres, aldehídos, nitrilos, carbonatos, tioalquilos, amidas, heterociclos. De manera ventajosa, dicho agente de extracción orgánico es un disolvente seleccionado en el grupo que consiste en alcoholes, cetonas, aminas, ésteres y heterociclos. Según un modo de realización preferido, dicho agente de extracción orgánico tiene un punto de ebullición comprendido entre 10 y 150 °C.
- 5 Preferiblemente, dicho agente de extracción puede tener un factor de separación $S_{1,2}$ superior o igual a 1,1, siendo calculado dicho factor de separación mediante la fórmula $S_{1,2} = (\gamma_{1,s} * P1) / (\gamma_{2,s} * P2)$, en la cual:
- $\gamma_{1,s}$ representa el coeficiente de actividad del 1,1,1,2,2-pentafluoropropano en dicho agente de extracción orgánico a dilución infinita;
- 10 $P1$ representa la presión de vapor de saturación del 1,1,1,2,2-pentafluoropropano;
- $\gamma_{2,s}$ representa el coeficiente de actividad del dicho trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (1234zeE) en dicho agente de extracción orgánico a dilución infinita;
- $P2$ representa la presión de vapor de saturación del dicho trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (1234zeE);
- 15 ventajosamente, el factor de separación es igual o mayor de 1,2, preferiblemente igual o mayor de 1,4, más preferiblemente igual a superior a 1,6, en particular igual a o mayor de 1,8, más particularmente igual a o mayor de 2,0.
- La presión de vapor de saturación se considera para una temperatura de 25 °C.
- Preferiblemente, dicho agente de extracción orgánico puede tener una capacidad de separación $C_{2,s}$ superior o igual a 0,20, siendo calculada dicha capacidad de separación mediante la fórmula $C_{2,s} = 1 / (\gamma_{2,s})$, en la cual $\gamma_{2,s}$ representa el coeficiente de actividad de dicho trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (1234zeE) en dicho agente de extracción orgánico a dilución infinita;
- 20 de manera ventajosa, la capacidad de separación $C_{2,s}$ es igual o superior a 0,40, preferiblemente igual o superior a 0,60, más preferiblemente igual o superior a 0,80, en particular igual o superior a 1,0.
- Preferiblemente, dicho agente de extracción orgánico puede tener un factor de separación $S_{1,2}$ igual o superior a 1,5 y una capacidad de absorción $C_{2,s}$ igual o superior a 0,6 y puede seleccionarse en el grupo que consiste en los compuestos siguientes: etilamina, acetaldehído, isopropilamina, formiato de metilo, dietiléter, 1,2-epoxipropano, etilmetilamina, dimetoximetano, 2-amino-2-metilpropano, metilciclopropiléter, n-propilamina, isopropilmetilamina, 2-etoxipropano, metil-t-butiléter, dietilamina, propanona, acetato de metilo, 4-metoxi-2-metil-2-butanotiol, 2-butanamina, n-metilpropilamina, isobutanol, tetrahidrofurano, formiato de isopropilo, diisopropiléter, 2-etoxi-2-metil-propano, 1-butilamina, acetato de etilo, butanona, formiato de n-propilo, 2-etoxi-butano, 1-metoxi-2-metil-butano, 2,2-dimetoxipropano, 1-etoxi-2-metilpropano, diisopropilamina, 1,2-dimetoxietano, 3-metil-2-butanamina, dietoximetano, acetato de isopropilo, di-n-propiléter, 3-pentilamina, n-metilbutilamina, 1-etoxibutano, 1-metoxi-2-propanamina, 2-metilbutanal, 2-metoxietanamina, acetato de terbutilo, propionitrilo, 2-alilioxietanol, 1-metoxipentano, propionato de etilo, 1,2-dimetoxipropano, dioxano, 3-pentanona, 1,1-dietoxietano, 2-pentanona, 2-metoxi-1-propanamina, trimetoximetano, n-pentilamina, 3,3-dimetil-2-butanona, 1,3-dioxano, piperidina, dipropilamina, 2-etoxietanamina, acetato de sec-butilo, n-metil-1,2-etanodiamina, 2,2-dietoxipropano, piridina, 4-metil-2-pentanona, 1,2-diaminoetano, butironitrilo, sec-butil-ter-butiléter, 1-metoxi-2-propanol, 1,2-propanodiamina, 2,6-dimetil-5-heptenal, 1-(dimetilamino)-2-propanol, 3-metil-3-pentanol, 1,1-dietoxipropano, 2-etilbutilamina, carbonato de dietilo, acetato de n-butilo, 2-hexanona, n-etil-etilendiamina, 5-hexen-2-ona, 2-metilpiridina, 2-metoxi-1-propanol, hexanal, 1-etoxi-2-propanol, 4-metil-2-hexanamina, hexilamina, metoxiciclohexano, 2-(dimetilamino)-etanol, ciclohexilamina, n-etil-2-dimetilaminoetilamina, etoxietanol, 2-metilpirazina, 2-etoxi-1-propanol, 1-metilpiperazina, 1,3-propanodiamina, di-n-butiléter, valeronitrilo, 2-heptanamina, 1-etoxi-hexano, n,n-dietil-etilendiamina, 2,6-dimetilpiridina, 4-metil-2-hexanona, 1,1,1-trietoxihexano, 1-metoxi-2-acetoxipropano, 4-metilpiridina, n,n'-dietil-1,2-etanodiamina, 2,6-dimetilmorfolina, hexanoato de metilo, 2-propoxietanol, 1-propoxi-2-propanol. De manera ventajosa, dicho agente de extracción orgánico puede tener un factor de separación $S_{1,2}$ igual o superior a 1,8 y/o una capacidad de absorción $C_{2,s}$ igual o superior a 0,8; y escogerse en el grupo que consiste en los compuestos siguientes: etilamina, isopropilamina, etilmetilamina, 2-amino-2-metilpropano, n-propilamina, isopropilmetilamina, dietilamina, propanona, 2-butanamina, n-metilpropilamina, tetrahidrofurano, 1-butilamina, acetato de etilo, butanona, 1,2-dimetoxietano, 3-metil-2-butanamina, 3-pentilamina, n-metilbutilamina, 1-metoxi-2-propanamina, 2-metoxietanamina, propionato de etilo, dioxano, 3-pentanona, 2-pentanona, 2-metoxi-1-propanol, 1-etoxi-2-propanol, 4-metil-2-hexanamina, hexilamina, metoxiciclohexano, 2-(dimetilamino)-etanol, ciclohexilamina, n-etil-2-dimetilaminoetilamina, 2-etoxi-1-propanol, 1-metilpiperazina, 1,3-propanodiamina, valeronitrilo, 2-heptanamina, n,n-dietil-etilendiamina, 4-metil-2-hexanona, 1-metoxi-2-acetoxipropano, 4-metilpiridina, n,n'-dietil-1,2-etanodiamina, 2,6-dimetilmorfolina, hexanoato de metilo, 2-propoxietanol, 1-propoxi-2-propanol. Preferiblemente, dicho agente de extracción orgánica, puede tener un factor de
- 55

separación $S_{1,2}$ igual o superior a 1,9 y o una capacidad de absorción $C_{2,s}$ igual o superior a 0,9 y escogerse en el grupo que consiste en los compuestos siguientes: etilamina, isopropilamina, etilmetilamina, 2-amino-2-metilpropano, n-propilamina, isopropilmetilamina, dietilamina, propanona, 2-butanamina, n-metilpropilamina, tetrahidrofurano, 1-butilamina, acetato de etilo, butanona, 1,2-dimetoxietano, 3-metil-2-butanamina, 3-pentilamina, n-metilbutilamina, 1-metoxi-2-propanamina, 2-metoxietanamina, propionato de etilo, dioxano, 3-pentanona, 2-pentanona, 2-metoxi-1-propanamina, n-pentilamina, 3,3-dimetil-2-butanona, 1,3-dioxano, piperidina, 2-etoxietanamina, n-metil-1,2-etanodiamina, 1,2-diaminoetano, 1,2-propanodiamina, 1-(dimetilamino)-2-propanol, 2-etilbutilamina, acetato de n-butilo, 2-hexanona, n-etiletilendiamina, 1-etoxi-2-propanol, 4-metil-2-hexanamina, hexilamina, 2-(dimetilamino)-etanol, ciclohexilamina, n-etil-2-dimetilaminoetilamino, 2-etoxi-1-propanol, 1-metilpiperazina, 1,3-propanodiamina, 2-heptanamina, n,n-dietiletilendiamina, 1-metoxi-2-acetoxipropano, 4-metilpiridina, n,n'-dietil-1,2-etanodiamina, 2,6-dimetilmorfolina, hexanoato de metilo, 1-propoxi-2-propanol. Más particularmente, dicho agente de extracción orgánico se escoge en el grupo de compuestos que consiste en: etilamina, isopropilamina, n-propilamina, dietilamina, propanona, tetrahidrofurano, acetato de etilo, butanona, 3-pentilamina, 2-metoxietanamina, dioxano, 3-pentanona, 2-pentanona, n-pentilamina, 1,3-dioxano, 1,2-diaminoetano, 1,2-propanodiamina, 2-metoxietanol, acetato de n-butilo, 1-etoxi-2-propanol.

Dicho flujo G1h que comprende 1,1,1,2,2-pentafluoropropano (245cb) se puede reciclar a la etapa a) del presente procedimiento. Dicho flujo G1h que comprende 1,1,1,2,2-pentafluoropropano (245cb) puede ser uno o varios de dichos flujos reciclados a la etapa a) del presente procedimiento (etapa c)).

Tal como se ha explicado previamente, la corriente G1i que comprende trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (1234zeE) y dicho agente de extracción orgánico se destila para separar el agente de extracción orgánico del trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (1234zeE); de manera ventajosa, dicho agente de extracción orgánico así separado se recicla a la etapa b4). El trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (1234zeE) se puede incinerar o purificar para utilizarlo posteriormente o para venderlo.

La corriente G1e se puede purificar, por ejemplo, por destilación extractiva, para eliminar el trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (1234ze-E) que esté eventualmente presente. En ese caso, dicho agente de extracción orgánico es un disolvente escogido en el grupo que consiste en hidrocarburos, hidrohalocarburos, alcoholes, cetonas, aminas, ésteres, éteres, aldehídos, nitrilos, carbonatos, tioalquilos, amidas y heterociclos; o dicho agente de extracción orgánico es difluorodietilsilano, trietilfluorosilano o ácido perfluorobutanoico; preferiblemente, se escoge en el grupo de compuestos que consiste en aminas, éteres, cetonas, ésteres, alcoholes, aldehídos o heterociclos. El punto de ebullición de dicho agente de extracción orgánico puede estar comprendido entre 10 y 150 °C. Dicho agente de extracción orgánico puede tener un factor de separación $S_{1,2}$ superior o igual a 1,1, siendo calculado dicho factor de separación mediante la fórmula $S_{1,2} = (y_{1,s} * P1) / (y_{2,s} * P2)$, en la cual $y_{1,s}$ representa el coeficiente de actividad del 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno en dicho agente de extracción orgánico a dilución infinita, P1 representa la presión de vapor de saturación del 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno, $y_{2,s}$ representa el coeficiente de actividad del trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (1234ze-E) en dicho agente de extracción orgánico a dilución infinita, P2 representa la presión de vapor de saturación de dicho al menos uno de los compuestos que consisten en trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (1234ze-E); de manera ventajosa, el factor de separación es igual o superior a 1,2, preferiblemente igual o superior a 1,4, más preferiblemente igual o superior a 1,6, en particular igual o superior a 1,8 y más particularmente igual o superior a 2,0. Dicho agente de extracción orgánico puede tener una capacidad de separación $C_{2,s}$ superior o igual a 0,20, siendo calculada dicha capacidad de separación mediante la fórmula $C_{2,s} = 1 / (y_{2,s})$, en la cual $y_{2,s}$ representa el coeficiente de actividad del trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (1234ze-E) en dicho agente de extracción orgánico a dilución infinita; de manera ventajosa, la capacidad de absorción $C_{2,s}$ es igual o superior a 0,40, preferiblemente igual o superior a 0,60, más preferiblemente igual o superior a 0,80, en particular igual o superior a 1,0. De manera ventajosa, dicho agente de extracción orgánico puede ser etilamina, isopropilamina, dietiléter, dimetiléter, etoxi-eteno, dimetoximetano, n-propilamina, metil-t-butiléter, dietilamina, propanona, acetato de metilo, isobutanol, tetrahidrofurano, formiato de isopropilo, diisopropiléter, 2-etoxi-2-metilpropano, acetato de etilo, butanona, dietoximetano, acetato de isopropilo, 3-pentilamina, 2-metoxietanamina, acetato de ter-butilo, dioxano, 3-pentanona, 1,1-dietoxietano, 2-pentanona, trimetoximetano, n-pentilamina, 1,3-dioxano, 3,3-dimetil-2-butanona, acetato de sec-butilo, 4-metil-2-pentanona, 1,2-diaminoetano, 1-metoxi-2-propanol, carbonato de dietilo, acetato de n-butilo, 1-etoxi-2-propanol, hexanal; de manera ventajosa, dicho agente de extracción orgánico se escoge en entre los compuestos del grupo que consiste en: etilamina, isopropilamina, dietiléter, dimetoximetano, n-propilamina, dietilamina, diisopropiléter, 2-etoxi-2-metilpropano, butanona, dietoximetano, acetato de isopropilo, 3-pentilamina, 2-metoxietanamina, acetato de ter-butilo, dioxano, trimetoximetano, n-pentilamina, 1,3-dioxano, acetato de sec-butilo, 1,2-diaminoetano, 1-metoxi-2-propanol, acetato de n-butilo, 1-etoxi-2-propanol, hexanal; preferiblemente, dicho agente de extracción orgánico se escoge entre los compuestos del grupo que consiste en: etilamina, isopropilamina, dietiléter, dimetoximetano, n-propilamina, dietilamina, diisopropiléter, 2-etoxi-2-metilpropano, dietoximetano, acetato de isopropilo, 3-pentilamina, 2-metoxietanamina, acetato de ter-butilo, dioxano, trimetoximetano, n-pentilamina, 1,3-dioxano, acetato de sec-butilo, 1,2-diaminoetano, 1-metoxi-2-propanol, acetato de n-butilo, 1-etoxi-2-propanol y hexanal.

De manera alternativa, tal como se ha mencionado previamente, el procedimiento comprende una etapa b3'), posterior a la etapa b2), en la cual la corriente G1c obtenida en la etapa b2) comprende 2,3,3,3-tetrafluoropropano (1234yf), 1,1,1,2,2-pentafluoropropano (245cb) y trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (1234zeE); y dicha corriente G1c se destila

para formar una corriente G1e' que comprende 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (1234yf) y 1,1,1,2,2-pentafluoropropano (245cb) y una corriente G1f' que comprende trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (1234zeE). De este modo, la corriente G1c se puede destilar mediante destilación extractiva, según las etapas:

5 b4') puesta en contacto de dicha corriente G1c obtenida en la etapa b2) con un agente de extracción orgánico para formar una corriente G1g', y

b5') destilación extractiva de la corriente G1g' para formar un flujo G1e' que comprende 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (1234yf) y 1,1,1,2,2-pentafluoropropano (245cb), de manera ventajosa en cabeza de la columna de destilación, y la corriente G1h' que comprende trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (1234zeE) y dicho agente de extracción orgánico, de manera ventajosa en la parte baja de la columna de destilación.

10 Según un modo de realización preferido, dicho agente de extracción orgánico puede tener un factor de separación $S_{1,2}$ superior o igual a 1,1, siendo calculado dicho factor de separación mediante la fórmula $S_{1,2} = (\gamma_{1,s} * P1) / (\gamma_{2,s} * P2)$, en la cual $\gamma_{1,s}$ representa el coeficiente de actividad del 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno en dicho agente de extracción orgánico a dilución infinita, P1 representa la presión de vapor de saturación del 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno, $\gamma_{2,s}$ representa el coeficiente de actividad del trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (1234ze-E) en dicho agente de extracción orgánico a dilución infinita, P2 representa la presión de vapor de saturación del trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (1234ze-E); de manera ventajosa, el factor de separación es igual o superior a 1,2, preferiblemente igual o superior a 1,4, más preferiblemente igual o superior a 1,6, en particular igual o superior a 1,8. En este modo de realización, dicho agente de extracción orgánico puede tener también un factor de separación $S_{1,2}$ superior o igual a 1,1, siendo calculado dicho factor de separación mediante la fórmula $S_{1,2} = (\gamma_{1,s} * P1) / (\gamma_{2,s} * P2)$, en la cual $\gamma_{1,s}$ representa el coeficiente de actividad del 1,1,1,2,2-pentafluoropropano (245cb) en dicho agente de extracción orgánico a dilución infinita; P1 representa la presión de vapor de saturación del 1,1,1,2,2-pentafluoropropano (245cb); $\gamma_{2,s}$ representa el coeficiente de actividad del trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (1234ze-E) en dicho agente de extracción orgánico a dilución infinita; P2 representa la presión de vapor de saturación del trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (1234ze-E); de manera ventajosa, el factor de separación es igual o mayor de 1,2, preferiblemente igual o mayor de 1,4, más preferiblemente igual a superior a 1,6, en particular igual a o mayor de 1,8, más particularmente igual a o mayor de 2,0. En este modo de realización preferido, dicho agente de extracción orgánico puede tener una capacidad de absorción $C_{2,s}$ superior o igual a 0,20, siendo calculada dicha capacidad de separación mediante la fórmula $C_{2,s} = 1 / (\gamma_{2,s})$, en la cual $\gamma_{2,s}$ representa el coeficiente de actividad de dicho al menos uno de los compuestos que consiste en el trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (1234ze-E) en dicho agente de extracción orgánico a dilución infinita; preferiblemente $\gamma_{2,s}$ representa el coeficiente de actividad de dicho al menos uno de los compuestos que consisten en trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (1234ze-E) en dicho agente de extracción orgánico a dilución infinita; de manera ventajosa, la capacidad de absorción $C_{2,s}$ es igual o superior a 0,40, preferiblemente igual o superior a 0,60, más preferiblemente igual o superior a 0,80, en particular igual o superior a 1,0. Así, en este modo de realización preferido, dicho agente de extracción orgánica puede ser etilamina, isopropilamina, dietiléter, etilmetilamina, 2-amino-2-metilpropano, n-propilamina, isopropilmetilamina, 2-etoxipropano, metil-t-butiléter, dietilamina, propanona, acetato de metilo, 2-butanamina, n-metilpropilamina, isobutanol, tetrahidrofurano, 1-butilamina, acetato de etilo, butanona, formiato de n-propilo, 2,2-dimetoxipropano, 1-etoxi-2-metilpropano, 1,2-dimetoxietano, 3-metil-2-butanamina, dietoximetano, acetato de isopropilo, 3-pentilamina, n-metilbutilamina, 1-etoxibutano, 1-metoxi-2-propanamina, 2-metilbutanol, 2-metoxietanamina, acetato de terbutilo, 1-metoxipentano, propionato de etilo, 1,2-dimetoxipropano, dioxano, 3-pentanona, 1,1-dietoxietano, 2-pentanona, 2-metoxi-1-propanamina, trimetoximetano, n-pentilamina, 3,3-dimetil-2-butanona, 1,3-dioxano, piperidina, 2-etoxietanamina, acetato de sec-butilo, n-metil-1,2-etanodiamina, 2,2-dietoxipropano, 4-metil-2-pentanona, 1,2-diaminoetano, butironitrilo, 1-metoxi-2-propanol, 1,2-propanodiamina, 2,6-dimetil-5-heptenal, 1-(dimetilamino)-2-propanol, 1,1-dietoxipropano, 2-etilbutilamina, carbonato de dietilo, acetato de n-butilo, 2-hexanona, n-etilendiamina, 5-hexen-2-ona, 2-metilpiridina, 2-metoxi-1-propanol, hexanal; de manera ventajosa, etilamina, isopropilamina, propanona, acetato de metilo, butanona, dietoximetano, acetato de isopropilo, 3-pentilamina, 2-metoxietanamina, acetato de terbutilo, dioxano, 1,1-dietoxietano, trimetoximetano, n-pentilamina, 1,3-dioxano, acetato de sec-butilo, 1,2-diaminoetano, 1-metoxi-2-propanol, 1,2-propanodiamina, acetato de n-butilo, 2-metoxi-1-propanol, hexanal; preferiblemente, etilamina, isopropilamina, dietiléter, n-propilamina, dietilamina, dietoximetano, acetato de isopropilo, 3-pentilamina, 2-metoxietanamina, acetato de ter-butilo, dioxano, 1,1-dietoxietano, trimetoximetano, n-pentilamina, 1,3-dioxano, acetato de sec-butilo, 1,2-diaminoetano, 1-metoxi-2-propanol, 1,2-propanodiamina, acetato de n-butilo, 2-metoxi-1-propanol, hexanal.

Preferiblemente, la corriente G1e' que comprende 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (1234yf) y 1,1,1,2,2-pentafluoropropano (245cb) se puede someter a etapas de purificación posteriores. Así, el 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (1234yf) se puede separar, preferiblemente por destilación, del 1,1,1,2,2-pentafluoropropano (245cb) para formar una corriente que comprende 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (1234yf) y una corriente G1i' que comprende 1,1,1,2,2-pentafluoropropano (245cb), siendo reciclada dicha corriente G1i' a la etapa a). El 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (1234yf) puede someterse todavía a etapas de purificación posteriores con el fin de obtener un grado de pureza suficiente para su comercialización. Por ejemplo, se puede purificar, por ejemplo por destilación extractiva, para eliminar el trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (1234ze-E) eventualmente presente.

60 Preferiblemente, la corriente G1h' que comprende trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (1234zeE) y dicho agente de extracción orgánico se separa por destilación para formar una corriente G1j' que comprende dicho agente de

extracción orgánico y una corriente G1k' que comprende trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (1234zeE). La corriente G1j' que comprende dicho agente de extracción orgánico se puede reciclar a la etapa b4'). La corriente G1k' que comprende trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (1234zeE) se puede o bien purificar o bien destruir por incineración.

5 Si la corriente gaseosa G1 comprende eventualmente HF después de la destilación, el mismo puede estar contenido en dicha corriente G1b, luego G1c. Así, previamente a la etapa b3), el HF que no ha reaccionado contenido en la corriente G1c se puede eliminar de dicha corriente G1c. La eliminación del HF se puede efectuar por una serie de etapas de absorción del mismo en medio acuoso. La corriente G1c puede luego neutralizarse en presencia de una base, por ejemplo, un hidróxido alcalino o alcalinotérreo y luego secarse en un tamiz molecular para retirar las eventuales trazas de agua. Opcionalmente o no, si la corriente G1c comprende impurezas que tienen un punto de ebullición inferior al del 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno, éstas se pueden eliminar por destilación. Dichas impurezas que tienen un punto de ebullición inferior al del 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno pueden ser trifluorometano (F23), monofluorometano (F41), difluorometano (F32), pentafluoroetano (F125), 1,1,1-trifluoroetano (F143a), trifluoropropino o 1-cloro-pentafluoroetano (F115); y las mismas se pueden recuperar en cabeza de la columna de destilación. La corriente recuperada en la parte baja de la columna de destilación puede luego utilizarse como se describe más arriba para la corriente G1c en la etapa b) y en las etapas posteriores.

20 Según otro modo de realización preferido, dicha corriente líquida L1 comprende todos o parte de los productos intermedios B y todos o parte de los productos secundarios C; y toda o parte de esta corriente L1 se lleva a baja temperatura, de manera ventajosa entre -50 °C y 20 °C, para formar una primera fase L1a que comprende una parte del HF que no ha reaccionado y una segunda fase L1b que comprende dichos productos intermedios B y dichos productos secundarios C. De este modo, dicha corriente líquida L1 puede comprender una parte de los productos intermedios B y una parte de los productos secundarios C; y toda o parte de esta corriente L1 se lleva a baja temperatura, de manera ventajosa entre -50 °C y 20 °C, para formar una primera fase L1a que comprende una parte del HF que no ha reaccionado y una segunda fase L1b que comprende dichos productos intermedios B y dichos productos secundarios C. De manera ventajosa, dicha baja temperatura está comprendida entre -50 °C y 15 °C, preferiblemente entre -40 °C y 10 °C, en particular entre -30 °C y 0 °C. Esta etapa se puede efectuar de forma continua o discontinua.

Dicha primera fase L1a se puede reciclar a la etapa a).

Opcionalmente o no, dicha corriente G1d formada en la etapa b2) se puede mezclar con la corriente líquida L1 antes de que toda o parte de esta última se lleve a baja temperatura.

30 Todo o parte del 1,1,1,2,2-pentafluoropropano (245cb) puede estar contenido también en dicha corriente líquida L1 y luego en dicha segunda fase L1b.

Todo o parte del 1,3,3,3- tetrafluoro-1-propeno (1234ze) puede estar contenido también en dicha corriente líquida L1 y luego en dicha segunda fase L1b.

35 Todo o parte del 2-cloro-3,3,3-trifluoropropano (1233xf) puede estar contenido también en dicha corriente líquida L1 y luego en dicha segunda fase L1b.

Todo o parte del E-1-cloro-3,3,3-trifluoro-1-propeno (1233zdE) puede estar contenido también en dicha corriente líquida L1 y luego en dicha segunda fase L1b.

Todo o parte del 1,1,1,3,3-pentafluoropropano (245fa) puede estar contenido también en dicha corriente líquida L1 y luego en dicha segunda fase L1b.

40 Preferiblemente, dicha segunda fase L1b puede comprender 1,1,1,3,3-pentafluoropropano (245fa), E-1-cloro-3,3,3-trifluoro-1-propeno (1233zdE), 2-cloro-3,3,3-trifluoropropano (1233xf), 1,3,3,3- tetrafluoro-1-propeno (1234ze) y 1,1,1,2,2-pentafluoropropano (245cb).

45 Según un modo de realización preferido, dicha segunda fase L1b se destila para recuperar una corriente L1c que comprende 1,1,1,2,2-pentafluoropropano (245cb) y 1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (1234ze), de manera ventajosa en cabeza de la columna de destilación y una corriente L1d que comprende 2-cloro-3,3,3-trifluoro-1-propeno (1233xf), E-1-cloro-3,3,3-trifluoro-1-propeno (1233zdE) y 1,1,1,3,3-pentafluoropropano (245fa), ventajosamente en la parte baja de la columna de destilación. Dicha corriente L1c se puede reciclar a la etapa a). Dicha corriente L1c puede, por tanto, ser una de dichos uno o varios flujos reciclados a la etapa a) en la etapa c) del presente procedimiento. De manera opcional, dicha corriente L1c se puede purificar para separar 1,1,1,2,2-pentafluoropropano (245cb) y 1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (1234ze). Esto se puede llevar a cabo por destilación extractiva tal como se ha descrito explícitamente antes en el texto en relación con la separación de la corriente G1f.

55 Según un modo de realización preferido, dicha corriente L1d se puede separar para formar un flujo que comprende 2-cloro-3,3,3-trifluoro-1-propeno (1233xf) y una corriente que comprende E-1-cloro-3,3,3-trifluoro-1-propeno (1233zdE) y 1,1,1,3,3-pentafluoropropano (245fa). La separación de dicha corriente L1d se puede efectuar por destilación extractiva.

Preferiblemente, dicha corriente L1d puede ser una composición azeotrópica o cuasi-azeotrópica que comprende 2-cloro-3,3,3-trifluoro-1-propeno (1233xf), E-1-cloro-3,3,3-trifluoro-1-propeno (1233zdE) y 1,1,1,3,3-pentafluoropropano (245fa).

5 Preferiblemente, dicha separación se puede efectuar por destilación extractiva. Dicha destilación extractiva de dicha corriente L1d comprende las etapas de:

- puesta en contacto de dicha corriente L1d con un agente de extracción orgánico para formar una composición L1e y
- destilación extractiva de la composición L1e para formar un flujo L1f que comprende 2-cloro-3,3,3-trifluoro-1-propeno (1233xf), de forma ventajosa en cabeza de columna de destilación, y una corriente L1g que

10 comprende E-1-cloro-3,3,3-trifluoro-1-propeno (1233zdE) y 1,1,1,3,3-pentafluoropropano (245fa) y dicho agente de extracción orgánico, de manera ventajosa en la parte baja de la columna de destilación.

15 Preferiblemente, la corriente L1g se separa a continuación por destilación para formar una corriente L1h que comprende dicho agente de extracción orgánico y una corriente L1i que comprende E-1-cloro-3,3,3-trifluoro-1-propeno (1233zdE) y 1,1,1,3,3-pentafluoropropano (245fa). La corriente L1h se puede reciclar para ponerla en contacto con una corriente L1d para formar una composición L1e. La corriente L1i que comprende E-1-cloro-3,3,3-trifluoro-1-propeno (1233zdE) y 1,1,1,3,3-pentafluoropropano (245fa) se puede o bien purificar o bien destruir por incineración.

20 Según un modo de realización preferido, dicho agente de extracción orgánico puesto en contacto con la corriente L1d es un disolvente escogido en el grupo que consiste en hidrocarburos, hidrohalocarburos, alcoholes, cetonas, aminas, ésteres, éteres, aldehídos, nitrilos, carbonatos, sulfóxidos, sulfatos, tioalquilos, amidas, heterociclos y fosfatos o el agente de extracción orgánico es el ácido perfluorobutanoico. Según un modo de realización preferido, dicho agente de extracción orgánico tiene un punto de ebullición comprendido entre 50 y 200 °C. Según un modo de realización preferido, dicho agente de extracción orgánico tiene un factor de separación $S_{1,2}$ superior o igual a 1,1, siendo calculado dicho factor de separación mediante la fórmula $S_{1,2} = (\gamma_{1,s} * P1) / (\gamma_{2,s} * P2)$, en la cual $\gamma_{1,s}$ representa el coeficiente de actividad del 2-cloro-3,3,3-trifluoropropeno en dicho agente de extracción orgánico a dilución infinita;

25 P1 representa la presión de vapor de saturación del 2-cloro-3,3,3-trifluoropropeno;

$\gamma_{2,s}$ representa el coeficiente de actividad del 1,1,1,3,3-pentafluoropropano (245fa) en dicho agente de extracción orgánico a dilución infinita;

P2 representa la presión de vapor de saturación del 1,1,1,3,3-pentafluoropropano (245fa);

30 de manera ventajosa, el factor de separación $S_{1,2}$ es igual o mayor de 1,2, preferiblemente igual o mayor de 1,4, más preferiblemente igual a superior a 1,6, en particular igual a o mayor de 1,8, más particularmente igual a o mayor de 2,0;

y

35 dicho agente de extracción orgánico tiene una capacidad de absorción $C_{2,s}$ superior o igual a 0,20, siendo calculada dicha capacidad de separación mediante la fórmula $C_{2,s} = 1 / (\gamma_{2,s})$, en la cual $\gamma_{2,s}$ representa el coeficiente de actividad del 1,1,1,3,3-pentafluoropropano (245fa) en dicho agente de extracción orgánico a dilución infinita; de manera ventajosa, la capacidad de absorción $C_{2,s}$ es igual o superior a 0,40, preferiblemente igual o superior a 0,60, más preferiblemente igual o superior a 0,80, en particular igual o superior a 1,0.

40 Así, según un modo de realización particular, dicho agente de extracción orgánica puede escogerse en el grupo de compuestos que consisten en: etanodiol, propanona, acetato de metilo, metilglioxal, acetato de etilobutanona, propionitrilo, dioxano, trimetoximetano, 1,3-dioxano, 1,3,5-trioxano, 1,2-diaminoetano, 1-metoxi-2-propanol, carbonato de dietilo, 2-metoxi-1-propanol, 1-metoxi-2-acetoxipropano, dimetilformamida, 3-metoxi-1-butanol, alcohol de diacetona, acetoacetato de metilo, n,n-dimetilpropanamida, malonato de dimetilo, dietilsulfóxido, 2-(2-metoxietoxi)etanol, fosfato de trimetilo, malonato de dietilo; preferiblemente, dicho agente de extracción orgánico se puede escoger entre los compuestos del grupo que consiste en: propanona, acetato de metilo, acetato de etilo,

45 butanona, dioxano, trimetoximetano, 1,3-dioxano, 1,3,5-trioxano, 1,2-diaminometano, 1-metoxi-2-propanol. Preferiblemente, este modo de realización particular puede permitir separar eficazmente 2-cloro-3,3,3-trifluoropropeno y 1,1,1,3,3-pentafluoropropano (245fa).

50 Según un modo de realización particular, dicho agente de extracción orgánico puesto en contacto con la corriente L1d puede tener un factor de separación $S_{1,2}$ superior o igual a 1,1, siendo calculado dicho factor de separación mediante la fórmula $S_{1,2} = (\gamma_{1,s} * P1) / (\gamma_{2,s} * P2)$, en la cual $\gamma_{1,s}$ representa el coeficiente de actividad del 2-cloro-3,3,3-trifluoropropeno en dicho agente de extracción orgánico a dilución infinita;

P1 representa la presión de vapor de saturación del 2-cloro-3,3,3-trifluoropropeno;

$\gamma_{2,s}$ representa el coeficiente de actividad del E-1-cloro-3,3,3-trifluoro-1-propeno (1233zdE) en dicho agente de extracción orgánico a dilución infinita;

P2 representa la presión de vapor de saturación del E-1-cloro-3,3,3-trifluoro-1-propeno (1233zdE);

5 de manera ventajosa, el factor de separación $S_{1,2}$ es igual o mayor de 1,2, preferiblemente igual o mayor de 1,4, más preferiblemente igual a superior a 1,6, en particular igual a o mayor de 1,8, más particularmente igual a o mayor de 2,0;

y

10 dicho agente de extracción orgánico puede tener una capacidad de absorción $C_{2,s}$ superior o igual a 0,20, siendo calculada dicha capacidad de separación mediante la fórmula $C_{2,s} = 1 / (\gamma_{2,s})$, en la cual $\gamma_{2,s}$ representa el coeficiente de actividad del E-1-cloro-3,3,3-trifluoro-1-propeno (1233zdE) en dicho agente de extracción orgánico a dilución infinita; de manera ventajosa, la capacidad de absorción $C_{2,s}$ es igual o superior a 0,40, preferiblemente igual o superior a 0,60, más preferiblemente igual o superior a 0,8, en particular igual o superior a 1,0.

15 Así, en un modo de realización particular, dicho agente de extracción orgánica puede escogerse en el grupo de compuestos que consisten en: isopropilmetilamina, metil-t-butiléter, dietilamina, propanona, acetato de metilo, 2-butanamina, n-metilpropilamina, tetrahidrofurano, 1-butilamina, acetato de etilo, butanona, formiato de n-propilo, -dimetoxipropano, diisopropilamina, 1,2-dimetoxietano, 3-metil-2-butanamina, dietoximetano, acetato de isopropilo, 3-pentilamina, n-metilbutilamina, 1-metoxi-2-propanamina, 2-metoxietanamina, acetato de terbutilo, propionato de etilo, 1,2-dimetoxipropano, dioxano, 3-pentanona, 1,1-dietoxietano, 2-pentanona, 2-metoxi-1-propanamina, trimetoximetano, n-pentilamina, 3,3-dimetil-2-butanona, 1,3-dioxano, piperidina, 2-etoxietanamina, acetato de sec-butilo, n-metil-1,2-etanodiamina, 2,2-dietoxipropano, 1,2-diaminoetano, 1-metoxi-2-propanol, 1,2-propanodiamina, 2,6-dimetil-5-heptenal, 1-(dimetilamino)-2-propanol, 3-metil-3-pentanol, 2-etilbutilamina, carbonato de dietilo, acetato de n-butilo, 2-hexanona, n-etiletilendiamina, 2-metoxi-1-propanol, 1-etoxi-2-propanol, 4-metil-2-hexanamina, hexilamina, metoxiciclohexano, 2-(dimetilamino)-etanol, ciclohexilamina, n-etil-2-dimetilaminoetilamina, etoxietanol, 2-etoxi-1-propanol, 1-metil-piperazina, 1,3-propanodiamina, 2-heptanamina, n,n-dietiletilendiamina, 4-metil-2-hexanona, 1,1,1-trietoxietano, 1-metoxi-2-acetoxipropano, 4-metilpiridina, n,n'-dietil-1,2-etanodiamina, 2,6-dimetilmorfolina, hexanoato de metilo, 2-propoxietanol, 1-propoxi-2-propanol, 2-heptanona, dimetilformamida, 2-isopropoxietanol, 2-metilpiperazina, ciclohexanona, 1-heptanamina, 2-etoxietanolacetato, 1,4-butanodiamina, 2,4-dimetilpiridina, 2-metoxi-3-metilpirazina, 4-metoxi-4-metil-pentan-2-ona, 3-etoxi-1-propanol, 3-metoxi-1-butanol, diglima, 2-(dietilamino)-etanol, 2,2-dietoxietanamina, 2-metoxi-n-(2-metoxietil)-etanamina, 2-(etilamino)etanol, 3-octanona, alcohol de diacetona, dietilaminopropilamina, 2-etilhexilamina, 1-butoxi-2-propanol, 2-butoxietanol, 2-octanona, heptanoato de metilo, trietilendiamina, n,n-dimetilpropanamida, 2-propanol-1-metoxi-propanoato, 1,5-pentanodiamina, cicloheptanona, 3,4-dimetilpiridina, 1-octanamina, bencilmetilamina, 1,1,3,3-tetrametoxipropano, ftalato de dihexilo, dietilpropanolamina, 2-butoxietanolacetato, dietilsulfóxido, 2-(2-metoxietoxi)etanol, 4-metilbencenometanamina, dietilenglicolmonoetiléter, 2-propilciclohexanona, fosfato de trimetilo, 2-metil-2,4-pentanodiol, benzoato de metilo, malonato de dietilo, 2-metoxipirimidina; preferiblemente, dicho agente de extracción orgánico se escoge en el grupo

35 de compuestos que consiste en: dietilamina, propanona, acetato de metilo, tetrahidrofurano, acetato de etilo, butanona, dietoximetano, acetato de isopropilo, acetato de ter-butilo, dioxano, 3-pentanona, 1,1-dietoxietano, 2-pentanona, n-pentilamina, 1,3-dioxano, acetato de sec-butilo, 1,2-diaminoetano, 1-metoxi-2-propanol, acetato de n-butilo, 1-etoxi-2-propanol. Preferiblemente, este modo de realización particular puede permitir separar eficazmente 2-cloro-3,3,3-trifluoropropano y E-1-cloro-3,3,3-trifluoro-1-propeno (1233zdE).

40

Según un modo de realización preferido, para favorecer la eliminación simultánea de E-1-cloro-3,3,3-trifluoro-1-propeno (1233zdE) y 1,1,1,3,3-pentafluoropropano (245fa), dicho agente de extracción orgánico puesto en contacto con la corriente L1d se puede seleccionar entre los compuestos del grupo que consiste en: propanona, acetato de metilo, acetato de etilo, butanona, dioxano, trimetoximetano, 1,3-dioxano, 1,2-diaminoetano, 1-metoxi-2-propanol, carbonato de dietilo, 2-metoxi-1-propanol, 1-metoxi-2-acetoxipropano, dimetilformamida, 3-metoxi-1-butanol, alcohol de diacetona, n,n-dimetilpropanamida, dietilsulfóxido, 2-(2-metoxietoxi)etanol, fosfato de trimetilo, malonato de dietilo. En particular, dicho agente de extracción orgánico se puede seleccionar entre los compuestos del grupo que consiste en: propanona, acetato de metilo, acetato de etilo, butanona, dioxano, trimetoximetano, 1,3-dioxano, 1,2-diaminoetano, 1-metoxi-2-propanol, 3-metoxi-1-butanol, alcohol de diacetona.

45

50 Según un modo de realización preferido, dicha corriente L1g que comprende E-1-cloro-3,3,3-trifluoro-1-propeno (1233zdE), 1,1,1,3,3-pentafluoropropano (245fa) y dicho agente de extracción orgánico se puede destilar para separar, por una parte, dicho agente de extracción orgánico y, por otra parte, el E-1-cloro-3,3,3-trifluoro-1-propeno (1233zdE) y el 1,1,1,3,3-pentafluoropropano (245fa). Preferiblemente, dicho agente de extracción orgánico se puede reciclar.

55 Según un modo de realización preferido, el flujo L1f que comprende 2-cloro-3,3,3-trifluoro-1-propeno (1233xf) se recicla a la etapa a).

Si están presentes impurezas pesadas en dicha corriente L1d, ésta se puede destilar previamente a su separación, para eliminarlas. La corriente L1d tal como se describe previamente se puede recuperar en cabeza de la columna de destilación, siendo recuperadas las impurezas pesadas en la parte baja de la columna de destilación. Las impurezas

pesadas pueden contener, por ejemplo, 1,2-dicloro-3,3,3-trifluoropropeno (1223xd), dímeros o trímeros procedentes de uno de los compuestos presentes en la composición o en la corriente considerada.

Más particularmente, la composición de partida puede comprender 1,1,2,3-tetracloropropeno, 2,3,3,3-tetracloropropeno, 1,1,3,3-tetracloropropeno, 1,3,3,3-tetracloropropeno, 1,1,1,2,3-pentacloropropeno, 1,1,1,3,3-pentacloropropeno, 1,1,2,2,3-pentacloropropeno, 1,2-dicloro-3,3,3-trifluoropropeno, 2-cloro-2,3,3,3-tetrafluoropropeno, 1,1,1,2,2-pentafluoropropeno, 1-cloro-1,3,3,3-tetrafluoropropeno y 1,1,1,3,3-pentafluoropropeno, preferiblemente, 1,1,1,2,3-pentacloropropeno, 1,1,2,3-tetracloropropeno, 1,1,1,2,2-pentafluoropropeno y/o 2-cloro-3,3,3-trifluoro-1-propeno; en particular, 1,1,1,2,3-pentacloropropeno (240db).

El catalizador utilizado en el presente procedimiento de producción de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno puede ser por ejemplo a base de un metal que comprende un óxido de metal de transición o un derivado o un halogenuro o un oxihalogenuro de un metal tal. Por ejemplo, se pueden citar el FeCl_3 , el oxifluoruro de cromo, los óxidos de cromo (sometidos eventualmente a tratamientos de fluoración), los fluoruros de cromo y sus mezclas. Otros catalizadores posibles son los catalizadores soportados sobre carbono, los catalizadores a base de antimonio, los catalizadores a base de aluminio (por ejemplo, AlF_3 y Al_2O_3 , el oxifluoruro de alúmina y el fluoruro de alúmina).

En general, se puede utilizar un oxifluoruro de cromo, un fluoruro o un oxifluoruro de aluminio, o un catalizador soportado o no que contiene un metal como Cr, Ni, Fe, Zn, Ti, V, Zr, Mo, Ge, Sn, Pb, Mg, Sb.

A este respecto, se puede hacer referencia al documento de la patente WO 2007/079431 (en p. 7, l.1-5 y 28-32), al documento de la patente EP 939071 (parágrafo [0022]), al documento de la patente WO 2008/054781 (en p. 9 l.22 – p.10l.34) y al documento de la patente WO 2008/040969 (reivindicación 1), a los cuales se hace referencia expresamente.

De manera más particularmente preferida, el catalizador es a base de cromo y se trata más particularmente de un catalizador mixto que comprende cromo.

Según un modo de realización, se utiliza un catalizador mixto que comprende cromo y níquel. La proporción molar Cr / Ni (sobre la base del elemento metálico) es generalmente de 0,5 a 5, por ejemplo, de 0,7 a 2, por ejemplo, de aproximadamente 1. El catalizador puede contener de 0,5 a 20 % en peso de níquel.

El metal puede estar presente en forma metálica o en forma de derivado, por ejemplo, un óxido, halogenuro u oxihalogenuro. Estos derivados se obtienen, preferiblemente, por activación del metal catalítico.

Preferiblemente, el soporte está constituido por aluminio, por ejemplo, alúmina, alúmina activada o derivados de aluminio, tales como halogenuros de aluminio y oxihalogenuros de aluminio, por ejemplo, descritos en el documento de la patente US 4.902.838, u obtenidos mediante el proceso de activación descrito previamente.

El catalizador puede comprender cromo y níquel en forma activada o no activada, sobre un soporte que se ha sometido a activación o no.

Al respecto, véase el documento de la patente WO 2009/118628 (en especial en p.4 l.30 – p.7 l.16), al cual se hace referencia expresa aquí.

Otro modo de realización preferido se basa en un catalizador mixto que contiene cromo y al menos un elemento escogido entre Mg y Zn. La proporción atómica de Mg o Zn / Cr es preferiblemente de 0,01 a 5.

Antes de su utilización, el catalizador se somete preferiblemente a una activación con aire, oxígeno o cloro y/o con HF.

Por ejemplo, el catalizador se somete preferiblemente a una activación con aire u oxígeno y HF a una temperatura de 100 a 500 °C, preferiblemente de 250 a 500 °C y más particularmente de 300 a 400 °C. La duración de la activación es preferiblemente de 1 a 200 h y más particularmente de 1 a 50 h.

A esta activación puede seguir una etapa de activación de fluoración final en presencia de un agente de oxidación, de HF y de compuestos orgánicos.

La proporción molar HF / compuestos orgánicos es, preferiblemente, de 2 a 40 y la proporción molar agente de oxidación / compuestos orgánicos es, preferiblemente, de 0,04 a 25. La temperatura de activación final es preferiblemente de 300 a 400 °C y su duración, preferiblemente, de 6 a 100 h.

La reacción de fluoración en fase gaseosa se puede efectuar:

- con una proporción molar HF / compuesto de fórmula (I) y/o (II) de 3:1 a 150:1, preferiblemente de 4:1 a 125:1, y de manera más particularmente preferida, de 5:1 a 100:1;

- con un tiempo de contacto de 3 a 100 s, preferiblemente 4 a 75 s y más particularmente 5 a 50 s (volumen de catalizador dividido por el caudal entrante total, ajustado a la temperatura y a la presión de funcionamiento);
- a una presión que va de la presión atmosférica a 20 bar, preferiblemente de 2 a 18 bar y más particularmente de 3 a 15 bar;
- a una temperatura (temperatura del lecho de catalizador) de 200 a 450 °C, preferiblemente de 250 a 400 °C, y más particularmente, de 280 a 380 °C.

Típicamente, la duración de la etapa de reacción es de 10 a 8000 horas, preferiblemente de 50 a 5000 horas y de manera más particularmente preferida de 70 a 1000 horas.

- 10 Eventualmente se puede añadir un agente oxidante, preferiblemente oxígeno, durante la reacción de fluoración. La proporción molar oxígeno / compuestos orgánicos puede ser de 0,005 a 2, preferiblemente de 0,01 a 1,5. El oxígeno se puede introducir puro o en forma de aire o de mezcla oxígeno / nitrógeno. Asimismo, se puede reemplazar el oxígeno por cloro.

15 La figura 1 ilustra de manera esquemática un dispositivo que pone en práctica un procedimiento de producción del 2,3,3,3-tetrafluoropropeno según un modo de realización particular de la presente invención. El ácido fluorhídrico 1 se pone en contacto con el 1,1,1,2,3-pentacloropropano (240db) 2 en uno o varios reactores 3. La mezcla obtenida y que comprende 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno, 1,1,1,2,2-pentafluoropropano (245cb), trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (1234zeE), 2-cloro-3,3,3-trifluoropropeno (1233xf), E-1-cloro-3,3,3-trifluoro-1-propeno (1233zdE) y 1,1,1,3,3-pentafluoropropano (245fa) se recupera a la salida del reactor y se canaliza hacia una columna de destilación 5 mediante el conducto 4. La mezcla puede comprender también HCl, HF que no ha reaccionado e impurezas pesadas o impurezas que tienen un punto de ebullición inferior al del 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno. Toda o parte de la corriente obtenida en la parte baja de la columna de destilación se canaliza hacia el dispositivo de purificación 13 a través del conducto 7. De este dispositivo de purificación 13 se pueden extraer HF, 2-cloro-3,3,3-trifluoropropeno (1233xf) y 1,1,1,2,2-pentafluoropropano (245cb) y, opcionalmente, trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (1234zeE) que se reciclan al reactor 3 a través del conducto 15. Asimismo, se pueden extraer E-1-cloro-3,3,3-trifluoro-1-propeno (1233zdE) y 1,1,1,3,3-pentafluoropropano (245fa) del dispositivo 13 para ser evacuados en 14 hacia un incinerador o un dispositivo de purificación. Se recupera también una corriente en cabeza de la columna de destilación 5 y se canaliza hacia un dispositivo de purificación 7 a través del conducto 6. Del dispositivo de purificación 7, se recupera una corriente que comprende 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno en 11 a través del conducto 8. Igualmente, se obtiene un flujo que comprende 1,1,1,2,2-pentafluoropropano (245cb) y opcionalmente trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (1234zeE), y se recicla hacia el reactor 3 mediante el conducto 10. Por último, se puede recuperar una corriente que comprende trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (1234zeE) en 12 a través del conducto 9.

35 La figura 2 ilustra esquemáticamente un dispositivo de purificación 13 según un modo de realización particular de la presente invención. Una corriente 21 que comprende en particular HF, trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (1234zeE), 1,1,1,2,2-pentafluoropropano (245cb), 2-cloro-3,3,3-trifluoropropeno (1233xf), E-1-cloro-3,3,3-trifluoro-1-propeno (1233zdE) y 1,1,1,3,3-pentafluoropropano (245fa) se canaliza hacia el decantador 22 que tiene una temperatura de -25 °C. El HF se extrae y recupera en 23 para reciclarlo hacia el reactor 3. Los otros constituyentes se canalizan hacia la columna de destilación 25 a través del conducto 24. El trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (1234zeE) y el 1,1,1,2,2-pentafluoropropano (245cb) se evacúan en cabeza de columna de destilación y se recuperan en 27 a través del conducto 26. Estos se pueden recuperar para reciclarlos hacia el reactor 3. El 2-cloro-3,3,3-trifluoropropeno (1233xf), el E-1-cloro-3,3,3-trifluoro-1-propeno (1233zdE) y el 1,1,1,3,3-pentafluoropropano (245fa) se canalizan hacia la columna de destilación 29 mediante el conducto 28 para extraer en la parte baja de la columna de destilación las impurezas pesadas eventualmente presentes y canalizarlas hacia un incinerador 32 a través del conducto 31. El 2-cloro-3,3,3-trifluoropropeno (1233xf), el E-1-cloro-3,3,3-trifluoro-1-propeno (1233zdE) y el 1,1,1,3,3-pentafluoropropano (245fa) recuperados en cabeza de la columna de destilación 29 se canalizan hacia un dispositivo de purificación 33 mediante el conducto 30. De este dispositivo de purificación 33, se puede extraer el 2-cloro-3,3,3-trifluoropropeno (1233xf) en 36 mediante el conducto 34. El dispositivo de purificación 33 puede ser una destilación extractiva. El E-1-cloro-3,3,3-trifluoro-1-propeno (1233zdE) y el 1,1,1,3,3-pentafluoropropano (245fa) se pueden recuperar en 37 mediante el conducto 35 para ser incinerados o purificados.

50 La figura 3 ilustra de manera esquemática un dispositivo de purificación 7 según un modo de realización particular de la presente invención. Un depósito de almacenamiento 41 comprende 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno, trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (1234zeE), 1,1,1,2,2-pentafluoropropano (245cb) e impurezas que tienen un punto de ebullición inferior al del 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno. Esta mezcla se canaliza hacia la columna de destilación 43 a través del conducto 42. Las impurezas que tienen un punto de ebullición inferior al del 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno se evacúan en 45 mediante el conducto 44. Los otros constituyentes de la mezcla se canalizan hacia la columna de destilación 47 a través del conducto 46. Se recupera una corriente que comprende 2,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno en cabeza de la columna de destilación y se evacúa en 48 hacia depósitos de almacenamiento o un dispositivo adicional de purificación 55, por ejemplo, un dispositivo de destilación extractiva. El trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (1234zeE) y el 1,1,1,2,2-pentafluoropropano (245cb) se recuperan en la parte baja de la columna de destilación para canalizarlos hacia un dispositivo de purificación 50 a través del conducto 49. Se recupera en 53 una corriente que comprende 1,1,1,2,2-

pentafluoropropano (245cb) separado del trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (1234zeE), a través del conducto 52. La corriente que comprende 1,1,1,2,2-pentafluoropropano (245cb) recuperada en 53 se puede reciclar hacia el reactor 3. Una corriente que comprende trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (1234zeE) se recupera en 54 a través del conducto 51 para ser incinerada o purificada. El dispositivo de purificación 50 puede ser una destilación extractiva.

5

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de producción y de purificación de 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (1234yf) puesto en práctica a partir de una composición de partida que comprende al menos un compuesto de fórmula (I) $CX(Y)_2-CX(Y)_m-CH_mXY$, en la cual X e Y representan, de manera independiente, H, F o Cl y $m = 0$ o 1 ; y/o fluoración en presencia de un catalizador de un compuesto de fórmula $(CX_nY_{3-n})CH_pX_{1-p}CH_mX_{2-m}$ (II) en la cual X es, independientemente unos de otros, Cl, F, I o Br; Y es, independientemente unos de otros, H, Cl, F, I o Br; n es $1, 2$ o 3 ; y m es $0, 1$ o 2 ; y p es 0 o 1 ;
- comprendiendo dicho procedimiento las etapas de:
- 10 a) puesta en contacto, en presencia de un catalizador, de la composición de partida con HF para producir una composición A que comprende HCl, una parte de HF que no ha reaccionado, 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (1234yf), productos intermedios B que consisten en 2-cloro-3,3,3-trifluoropropeno (1233xf), 1,1,1,2,2-pentafluoropropano (245cb), y productos secundarios C que consisten en E-1-cloro-3,3,3-trifluoro-1-propeno (1233zdE), trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (1234zeE) y 1,1,1,3,3-pentafluoropropano (245fa);
- 15 b) recuperación de dicha composición A y purificación, preferiblemente, destilación, de la misma, para formar y recuperar una primera corriente, preferiblemente gaseosa, que comprende HCl, 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (1234yf), una parte de los productos intermedios B y una parte de los productos secundarios C; y una corriente, preferiblemente líquida, L1 que comprende una parte del HF que no ha reaccionado, una parte de los productos intermedios B y una parte de los productos secundarios C;
- 20 c) purificación de dicha primera corriente para formar una corriente que comprende una porción de dicha parte de los productos intermedios B y una porción de dicha parte de los productos secundarios C y y reciclado de ésta a la etapa a).
2. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes caracterizado porque dicha primera corriente es una corriente gaseosa G1 purificada mediante las siguientes etapas:
- 25 b1) destilación de la corriente gaseosa G1 para recuperar una corriente G1a que comprende HCl, ventajosamente en cabeza de la columna de destilación, y una corriente G1b que comprende 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (1234yf), dicha una parte de los productos intermedios B y dicha una parte de productos secundarios C, de manera ventajosa en la parte baja de la columna de destilación;
- 30 b2) destilación de dicha corriente G1b obtenida en la etapa b1) para formar una corriente G1c que comprende 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (1234yf), una porción de dicha parte de los productos intermedios B y una porción de dicha parte de los productos secundarios C, de manera ventajosa en cabeza de la columna de destilación, y una corriente G1d que comprende una porción de dicha parte de los productos intermedios B y una porción de dicha parte de los productos secundarios C, ventajosamente en la parte baja de la columna de destilación; preferiblemente, la corriente G1d se recicla a la etapa a).
- 35 3. Procedimiento según la reivindicación 2, caracterizado porque comprende una etapa b3), posterior a la etapa b2), en la cual la corriente G1c obtenida en la etapa b2) comprende 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (1234yf), 1,1,1,2,2-pentafluoropropano (245cb) y trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (1234zeE); y dicha corriente G1c se destila para formar una corriente G1e que comprende 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (1234yf) y una corriente G1f que comprende 1,1,1,2,2-pentafluoropropano (245cb) y trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (1234zeE).
- 40 4. Procedimiento según la reivindicación precedente caracterizado porque la corriente G1f obtenida en la etapa b3) se separa por destilación extractiva.
5. Procedimiento según la reivindicación precedente caracterizado porque la corriente G1f obtenida en la etapa b3) se separa por destilación extractiva según las etapas
- 45 b4) puesta en contacto de dicha corriente G1f obtenida en la etapa b3) con un agente de extracción orgánico para formar una corriente G1g, y
- b5) destilación extractiva de la corriente G1g para formar un flujo G1h que comprende 1,1,1,2,2-pentafluoropropano (245cb), de manera ventajosa en cabeza de la columna de destilación, y una corriente G1i que comprende trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (1234zeE) y dicho agente de extracción orgánica, de manera ventajosa en la parte baja de la columna de destilación.
- 50 6. Procedimiento según la reivindicación precedente, caracterizado porque el flujo G1h que comprende 1,1,1,2,2-pentafluoropropano (245cb), preferiblemente sin trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (1234zeE), se recicla a la etapa a).

7. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2 caracterizado porque comprende una etapa b3') posterior a la etapa b2), en la cual la corriente G1c obtenida en la etapa b2) comprende 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (1234yf), 1,1,1,2,2-pentafluoropropano (245cb) y trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (1234zeE); y dicha corriente G1c se destila para formar una corriente G1e' que comprende 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (1234yf) y 1,1,1,2,2-pentafluoropropano (245cb) y una corriente G1f' que comprende trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (1234zeE).
8. Procedimiento según la reivindicación precedente caracterizado porque la corriente G1c se destila mediante destilación extractiva según las etapas:
- b4') puesta en contacto de dicha corriente G1c obtenida en la etapa b2) con un agente de extracción orgánico para formar una corriente G1g', y
- b5') destilación extractiva de la corriente G1g' para formar un flujo G1e' que comprende 2,3,3,3 tetrafluoropropeno (1234yf) y 1,1,1,2,2-pentafluoropropano (245cb), de manera ventajosa en cabeza de la columna de destilación, y la corriente G1h' que comprende trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (1234zeE) y dicho agente de extracción orgánico, de manera ventajosa en la parte baja de la columna de destilación.
9. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes caracterizado porque dicha corriente líquida L1 comprende una parte de los productos intermedios B y todos o parte de los productos secundarios C, y una parte de la corriente líquida L1 se lleva a baja temperatura, de manera ventajosa entre -50 °C y 20 °C, para formar una primera fase L1a que comprende una parte del HF que no ha reaccionado y una segunda fase L1b que comprende dichos productos intermedios B y dichos productos secundarios C; opcionalmente o no, dicha corriente G1d formada en la etapa b2) se mezcla con la corriente líquida L1 antes de que esta última se lleve a baja temperatura.
10. Procedimiento según la reivindicación precedente caracterizado porque dicha primera fase L1a se recicla a la etapa a).
11. Procedimiento según las reivindicaciones 9 o 10 caracterizado porque dicha segunda fase L1b se destila para recuperar una corriente L1c que comprende 1,1,1,2,2-pentafluoropropano (245cb) y trans-1,3,3,3-tetrafluoro-1-propeno (1234zeE), ventajosamente en cabeza de columna de destilación, y una corriente L1d que comprende 2-cloro-3,3,3-trifluoro-1-propeno (1233xf), E-1-cloro-3,3,3-trifluoro-1-propeno (1233zdE) y 1,1,1,3,3-pentafluoropropano (245fa), ventajosamente en la parte baja de la columna de destilación; de manera ventajosa, dicha corriente L1c se recicla a la etapa a).
12. Procedimiento según la reivindicación precedente, caracterizado porque dicha corriente L1d se separa para formar un flujo que comprende 2-cloro-3,3,3-trifluoro-1-propeno (1233xf) y una corriente que comprende E-1-cloro-3,3,3-trifluoro-1-propeno (1233zdE) y 1,1,1,3,3-pentafluoropropano (245fa).
13. Procedimiento según la reivindicación precedente, caracterizado porque la separación de dicha corriente L1d se efectúa por destilación extractiva.
14. Procedimiento según la reivindicación precedente, caracterizado porque la destilación extractiva de dicha corriente L1d comprende las etapas de:
- puesta en contacto de dicha corriente L1d con un agente de extracción orgánico para formar una composición L1e y
 - destilación extractiva de la composición L1e para formar un flujo L1f que comprende 2-cloro-3,3,3-trifluoro-1-propeno (1233xf), de forma ventajosa en cabeza de columna de destilación, y una corriente L1g que comprende E-1-cloro-3,3,3-trifluoro-1-propeno (1233zdE) y 1,1,1,3,3-pentafluoropropano (245fa) y dicho agente de extracción orgánico, de manera ventajosa en la parte baja de la columna de destilación.
15. Procedimiento según la reivindicación precedente, caracterizado porque el flujo L1f que comprende 2-cloro-3,3,3-trifluoro-1-propeno (1233xf), preferiblemente sin E-1-cloro-3,3,3-trifluoro-1-propeno (1233zdE) y/o 1,1,1,3,3-pentafluoropropano (245fa) se recicla a la etapa a).

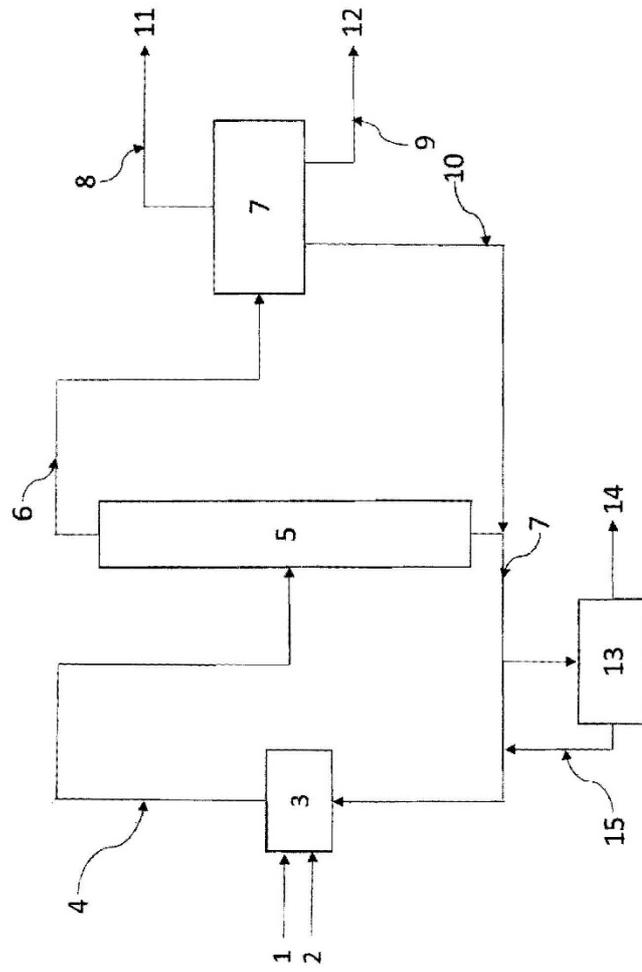


FIG. 1

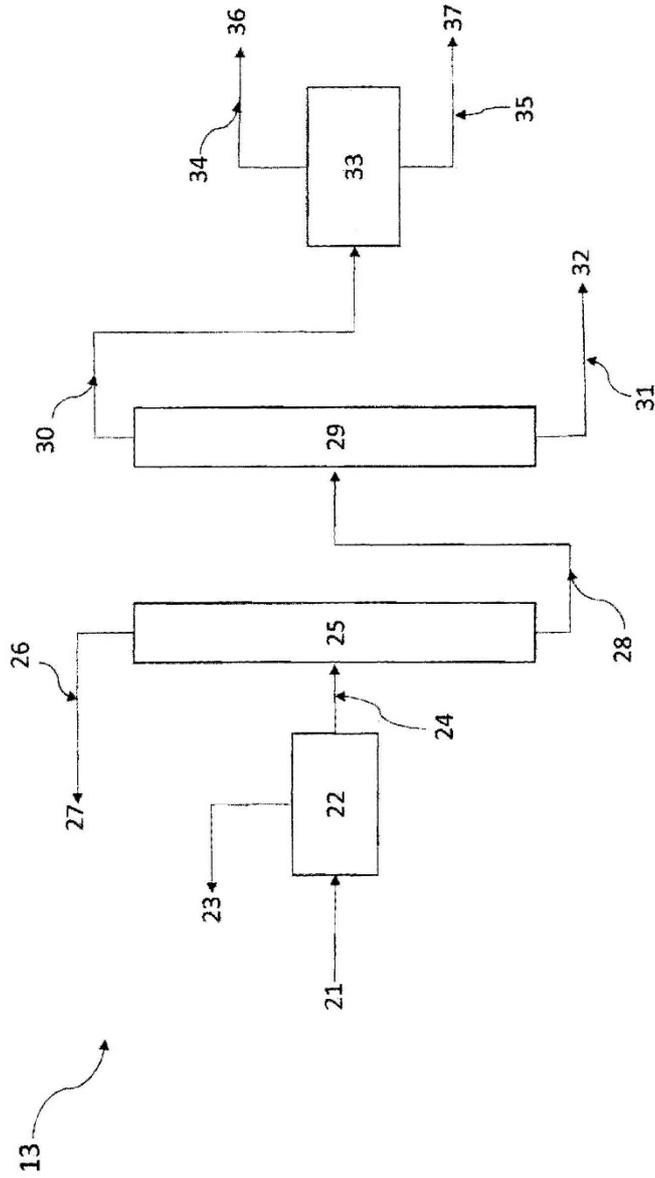


FIG. 2

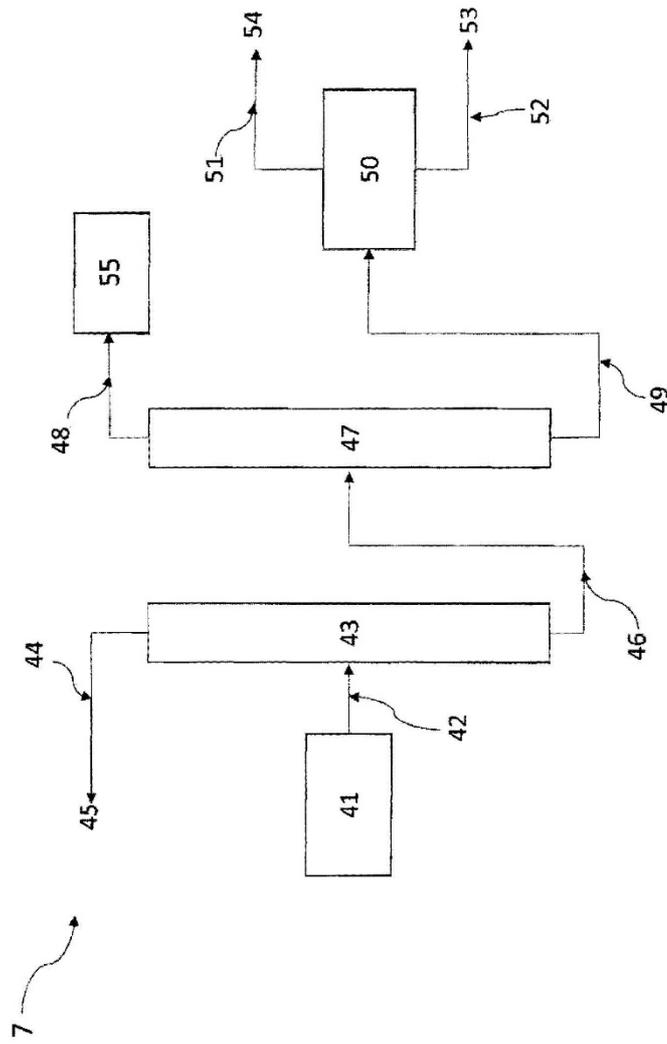


FIG. 3