

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 539 729**

51 Int. Cl.:

G21F 9/02 (2006.01)

G21F 9/30 (2006.01)

G21F 9/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.06.2011 E 11739196 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.03.2015 EP 2586034**

54 Título: **Procedimiento para la destritiación de residuos blandos de mantenimiento e implementación del mismo**

30 Prioridad:

22.06.2010 IT RM20100340

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

03.07.2015

73 Titular/es:

**ENEA - AGENZIA NAZIONALE PER LE NUOVE
TECNOLOGIE, L'ENERGIA E LO SVILUPPO
ECONOMICO SOSTENIBILE (50.0%)
Lungotevere Thaon di Revel 76
00196 Roma, IT y
COMMISSARIAT À L'ÉNERGIE ATOMIQUE ET
AUX ÉNERGIES ALTERNATIVES (50.0%)**

72 Inventor/es:

**GHIRELLI, NICOLAS;
TOSTI, SILVANO;
TRABUC, PIERRE;
BORGOGNONI, FABIO;
LIGER, KARINE;
SANTUCCI, ALESSIA y
LEFEBVRE, XAVIER**

74 Agente/Representante:

MORGADES MANONELLES, Juan Antonio

ES 2 539 729 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 destritiación de residuos blandos de mantenimiento e implementación del mismo.

5 La eliminación del tritio (3H, T) de todos los materiales que se encuentran contaminados por el mismo constituye un procedimiento fundamental en todas las plantas que utilizan tritio. Dicho procedimiento desempeña dos funciones importantes: la primera se refiere a la limitación de la liberación de tritio fuera de las plantas; la segunda se refiere a la posibilidad de almacenar materiales ya completamente descategorizados (con unos niveles de contaminación muy inferiores y, por lo tanto, con unos costes de almacenamiento muy inferiores). Hasta la fecha, los procedimientos utilizados para la recuperación de tritio de dichos materiales prevén la obtención de agua tritiada como subproducto, con una concentración baja de tritio y, a veces, flujos gaseosos radiactivos adicionales.

15 El procedimiento según la presente invención propone una solución a dicho problema. De hecho, en dicho procedimiento innovador se recupera el tritio de los residuos gracias a un tratamiento térmico ($T < 120\text{ °C}$), en una atmósfera ligeramente oxidante. La presente invención prevé la utilización de un reactor en el que se realiza la reacción para eliminar el tritio de los residuos, recuperándose dichos residuos mediante un flujo de gas inerte húmedo en el que se utiliza un porcentaje muy bajo de humedad. Los residuos calentados liberan una corriente de gases de tritiados, eliminándose dicha corriente de gases del reactor mediante el gas inerte húmedo, que la transporta hacia un reactor de membrana para su descontaminación. De hecho, el reactor de membrana es capaz de eliminar selectivamente el tritio presente en la mezcla de gases: se obtiene, por lo tanto, la doble ventaja de purificar la mezcla de gases y de recuperar el tritio contenido en la misma.

25 Se obtendrá una mejor comprensión de la presente invención a partir de la siguiente descripción detallada haciendo referencia a las figuras adjuntas que ilustran, meramente a título de ejemplo no limitativo, una forma de realización preferida.

En los dibujos:

30 la figura 1 representa un esquema completo de un procedimiento de un tipo conocido;
la figura 2 representa un esquema completo de un procedimiento adicional de un tipo conocido;
la figura 3 es un diagrama de bloques de una planta para implementar el procedimiento según la presente invención;
la figura 4 representa con mayor detalle la planta de la figura 3;
la figura 5 es un esquema de un reactor de destritiación utilizado en el procedimiento según la presente invención;
la figura 5bis es un esquema de un reactor de membrana de un tipo conocido; y
35 la figura 6 es un esquema de un reactor de membrana utilizado en el procedimiento según la presente invención.

1. Estado de la técnica

40 La manipulación de los residuos radiactivos constituye un problema crítico tanto para las plantas que utilizan tritio como en las máquinas de fusión que prevén la realización de pruebas con tritio. Los denominados "residuos blandos de mantenimiento" se producen durante todo el ciclo de vida y asimismo durante la eliminación de las plantas y máquinas mencionadas anteriormente (JET, ITER, DEMO); su tratamiento es, por lo tanto, una cuestión de importancia fundamental.

45 Se estima que en una planta nuclear la cantidad de residuos blandos de mantenimiento producido es de aproximadamente 0,2 kg/h por trabajador. Los denominados "residuos blandos de mantenimiento" comprenden guantes, chanclos, trajes de protección, filtros para gases, papel, etc.

50 Para obtener los procedimientos de tratamiento más prometedores, en los últimos años se han estudiado a escala de laboratorio diversas técnicas destinadas a la eliminación de tritio de este tipo de residuos [2]. La principal dificultad consiste en alcanzar un compromiso entre un factor de descontaminación adecuado, lo que tiene como resultado una potencial descategorización de los residuos finales, y un volumen aceptable del producto procedente del procedimiento de destritiación.

55 Entre todas las técnicas ilustradas en las referencias [3], un procedimiento ya estudiado con unas buenas características de efectividad y viabilidad industrial se refiere a la combustión continua con oxígeno puro a presión atmosférica. En dicho procedimiento, se deben tratar los gases producidos durante la combustión antes de almacenarse.

60 La figura 1 representa el esquema completo de dicho procedimiento conocido, en el que existe una unidad de tratamiento del gas que comprende las etapas siguientes: la separación de los sólidos y del flujo de los gases a través de un ciclón; la condensación del agua tritiada (4 °C); la neutralización de los gases no condensables mediante una disolución de KOH (50 % en peso); y, como etapa final, la absorción en el lecho de un tamiz molecular de Q_2O , CO_2 and NO_x (la letra Q indica genéricamente un isótopo de hidrógeno y, por lo tanto, también el tritio).

65

En lo que se refiere al procedimiento descrito en la referencia [4] y representado en la figura 2, se basa en la inyección de vapor en un recipiente (1) en el que se han cargado previamente los residuos (secos). El vapor de agua producido en el generador de vapor (7) entra (1) en contacto estricto con los residuos y facilita la extracción de tritio de los mismos. El vapor del agua contaminada se envía a un condensador de dos etapas a través de la tubería (9). La primera etapa (11) se realiza a 15 °C mientras que la segunda etapa (13) se realiza a la temperatura del nitrógeno líquido: de este modo, se puede recoger todo el tritio en forma de agua tritiada en el depósito (15). La principal desventaja de la que adolece dicho procedimiento conocido consiste en que para separar el tritio del agua tritiada se necesita un procedimiento adicional de destritiación.

10 2. Descripción técnica de la invención

El procedimiento según la presente invención permite ventajosamente la eliminación simultánea del tritio de residuos de laboratorio (descategorización) y su recuperación en la fase gaseosa (valorización).

15 En particular, según la presente invención, se prevé la utilización de dos dispositivos en serie: un reactor RT destinado a eliminar el tritio, que realiza la destritiación de los residuos, y un reactor de membrana RM en el que se recupera tritio en forma gaseosa. La membrana utilizada se realiza preferiblemente, pero no exclusivamente, de una aleación de paladio.

20 En las secciones siguientes, utilizando como guía un diagrama de bloques y un diagrama de flujo, se describen las modalidades de funcionamiento del procedimiento y las funciones principales de los dos reactores RT y RM.

2.1 Diagrama de bloques

25 La descripción siguiente de la planta destinada a implementar el procedimiento según la presente invención hace referencia al diagrama que aparece en la figura 3.

- Gas inerte

30 El gas inerte procede, por ejemplo, de cilindros comerciales: dicho gas puede ser helio o argón, o algún otro gas apto para el propósito, cuyo flujo se controla y registra.

- Agua desmineralizada

35 El agua desmineralizada, sin tritio, se utiliza como agente descontaminante; se controla, se optimiza y se registra la cantidad de agua. Dicha agua se almacena a temperatura ambiente en un recipiente apropiado.

- Zona de evaporación

40 En dicha área tiene lugar la evaporación de agua y la mezcla de la misma con el gas inerte en un dispositivo (mezclador de gas) en el que se mezclan y se calientan ambos flujos (líquido y gas). Se controla y se registra el calor suministrado para el calentamiento y la evaporación. Se debe optimizar el volumen interno de dicho dispositivo de evaporación para evitar volúmenes muertos. Por consiguiente, en la salida de esta zona de mezcla se encuentra un gas húmedo que alimenta el reactor RT en el que tiene lugar la reacción de destritiación. La presencia de agua es importante ya que favorece la transferencia del tritio de los residuos al gas inerte.

- Reactor de destritiación

50 El reactor de destritiación RT es un recipiente cerrado herméticamente en el que se realiza la reacción de eliminación de tritio de los residuos. Se puede considerar la destritiación como la descontaminación del tritio. Dicha operación se ve favorecida a temperaturas superiores a la temperatura atmosférica; por ello, en función del tipo de residuos (principalmente plástico) el reactor se mantiene a una temperatura de 120 °C. Debe hacerse hincapié asimismo en que, además de la temperatura, otro parámetro importante relacionado con las dimensiones del reactor es el tiempo de permanencia del gas húmedo.

55 Este tiempo de permanencia debe ser lo suficientemente largo para garantizar la transferencia del tritio y de los isótopos (de hidrógeno) sin alcanzar, sin embargo, unos valores elevados de la concentración de tritio en el gas inerte húmedo que abandona el reactor RT. Para ello es necesario garantizar un caudal elevado del gas inerte húmedo (aproximadamente 30 o 50 veces el volumen interno del reactor por hora). Otro parámetro que se debe considerar es el tiempo de permanencia de los residuos que se destritian: este debe ser suficiente para garantizar que se alcanzan los valores de descontaminación requeridos.

- Reactor de membrana

65 Un reactor de membrana es un dispositivo que combina en un único dispositivo las propiedades de separación de una membrana con las características de un reactor de lecho catalítico. Permite eliminar uno (o más) productos

desde el propio sitio de la reacción, permitiendo de este modo unas conversiones de reacción superiores a las de un reactor tradicional. Dicho dispositivo se ha desarrollado en los laboratorios ENEA de Frascati.

• Gas amortiguador

5 El gas amortiguador se suministra mediante cilindros comerciales: para obtener el máximo efecto de intercambio de isótopos en las reacciones de destritiación se utiliza preferentemente hidrógeno puro.

10 Se controla y se optimiza el flujo del gas amortiguador en función de las características de los residuos y de los requisitos del procedimiento (cantidad de residuos, nivel de contenido en tritio, factor de descontaminación, etc.).

En la planta (figura 3) se pueden distinguir diversas secciones: instalaciones de suministro (aguas arriba y aguas abajo); el reactor de destritiación RT; y la unidad de tratamiento de gases RM.

15 Las instalaciones de suministro aguas arriba se refieren básicamente al suministro de gas inerte (He o Ar) y gas amortiguador (H₂), que se garantiza mediante cilindros comerciales. Se controla el flujo de los gases mediante controladores de flujo y se registra para controlar los flujos de los gases entrantes. Se conectan un sistema de inyección de agua y un evaporador a la línea de gas inerte para obtener gas húmedo. Se determina el grado de humedad conociendo y controlando la cantidad exacta de agua y gas.

20 Se mantiene la temperatura del evaporador a 120 °C a fin de evitar la condensación en los conectores entre el evaporador y el reactor RT. El material utilizado en los conectores, las conexiones y las válvulas es preferentemente de acero inoxidable a fin de garantizar un sellado óptimo y reducir los fenómenos de corrosión.

25 2.2 Diagrama de flujo

Se disponen los residuos a tratar dentro de un reactor de destritiación RT, cuyo esquema se representa en la figura 5. A fin de homogeneizar mejor los residuos se debe prever una etapa preliminar de trituración. Dentro del reactor RT, se disponen los residuos en una placa perforada inferior P (reactor de lecho fijo) a fin de permitir la circulación del gas inerte húmedo a través de los propios residuos. En el reborde superior del reactor RT se encuentra un tubo de entrada metálico T que atraviesa el área para contener los residuos y finaliza en la parte inferior del propio reactor RT, debajo de dicha placa perforada P, con la función de transportar el gas inerte húmedo debajo de los residuos.

35 Se dispone asimismo en dicha placa superior un conducto F destinado permitir la salida de la corriente de los gases que contienen tritio.

40 Para facilitar la desorción térmica, el reactor RT se introduce en un horno (véase la figura 5), que controla y regula la temperatura del reactor RT alrededor del punto de referencia predefinido (120 °C). Se realiza el control de la temperatura, por ejemplo, mediante un termopar dispuesto en la pared exterior del reactor. El reactor RT funciona a presión atmosférica o a una presión ligeramente superior a la presión atmosférica.

Unidad de tratamiento de gases

45 La unidad destinada al tratamiento de los gases que contienen tritio consiste básicamente en un reactor de membrana RM que utiliza preferentemente membranas realizadas de una aleación de Pd-Ag. Cabe señalar que las aleaciones utilizadas habitualmente en los tubos de permeación son aleaciones basadas en el paladio tales como, por ejemplo, PdCu, pero se utilizan asimismo aleaciones metálicas basadas en Ni, Nb, V, Ta, Ti. Los espesores de interés práctico para dichas membranas tubulares metálicas densa se encuentran comprendidas sustancialmente entre 50 y 200 µm.

50 El reactor de membrana utilizado en el procedimiento descrito en la presente memoria presenta unos tubos de permeación de paredes delgadas (tal como ya se ha descrito, el espesor de la pared se encuentra comprendido entre 50 y 150 µm) realizadas de una aleación de paladio y plata disponible comercialmente (un 23-25 % en peso de Ag).

55 El tubo de permeación (véase la figura 6) se aloja dentro del módulo preferentemente según una configuración de tipo "dactilino". Se realiza el calentamiento del reactor de membrana RM, cuya temperatura de trabajo se encuentra comprendida entre 300 y 400 °C, mediante paso de una corriente eléctrica a través del propio tubo para obtener un calentamiento de tipo óhmico.

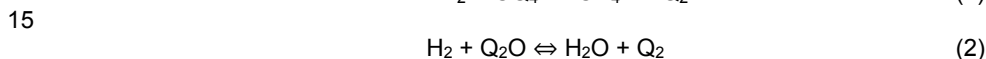
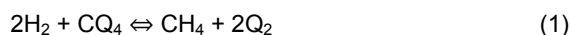
60 Se envía el gas que contiene tritio que se debe tratar hacia la carcasa del reactor RM, mientras que el gas amortiguador, que en el ejemplo descrito en la presente memoria es una corriente de hidrógeno puro, se envía hacia la luz de la membrana (tal como se representa en la figura 6).

65 Alternativamente, pueden retroceder la corriente de gas que se debe tratar y la corriente de hidrógeno puro amortiguador.

El esquema de funcionamiento es sustancialmente el de un reactor de tipo PERMCAT [5, 6, 7], que se representa en la figura 5bis.

5 El gas que se debe tratar (la letra Q indica genéricamente un isótopo de hidrógeno y, por lo tanto, también tritio) se envía hacia un conjunto de lecho catalítico, en este caso, en la carcasa del reactor RM, al mismo tiempo que se envía hidrógeno puro contracorriente hacia la luz de la membrana. El reactor de membrana RM realiza a través de la propia membrana (permeable selectivamente únicamente a los isótopos de hidrógeno) el intercambio de isótopos que lleva a cabo el procedimiento requerido.

10 Se describen a título de ejemplo dos reacciones posibles de intercambio de isótopos correspondientes a destritiación de metano y agua:



20 Se puede comprender fácilmente que en las reacciones (1) y (2) los átomos de tritio contenidos, respectivamente, en el metano y en el agua se intercambian con H₂ (protio, es decir, hidrógeno de masa atómica 1).

El contenido innovador del reactor de membrana RM utilizado en la presente invención viene representado por la utilización de un dispositivo particular aplicado al extremo cerrado del tubo de permeación. Dicho dispositivo comprende un resorte bimetalico, que desempeña dos funciones independientes:

- 25 - aplicar una fuerza de tracción sobre el tubo de permeación para evitar el contacto entre el propio tubo y la pared interna del módulo y, por lo tanto, evitar deformaciones de la membrana relacionadas con los ciclos térmicos y los ciclos de hidrogenación; y
- garantizar una continuidad térmica entre el extremo cerrado del tubo de permeación y el exterior del módulo de membrana y, por lo tanto, permitir el calentamiento del tubo por efecto Joule.

30 Una solución propuesta es proporcionar dicho resorte bimetalico utilizando:

- 35 - un alambre realizado de Inconel[®], que pueda de garantizar, incluso en las temperaturas de funcionamiento, el rendimiento mecánico requerido (es decir, la capacidad de aplicar en el tubo de permeación una fuerza de tracción suficiente para mantener el tubo en una posición lineal, incluso durante su expansión); y
- un alambre realizado de plata con una resistencia baja para garantizar el paso de la corriente eléctrica y evitar un calentamiento del propio resorte.

40 Instalaciones de suministro aguas abajo

La función principal de la sección aguas abajo es:

- 45 - controlar el nivel de contaminación de la corriente de gas retenido que sale del reactor de membrana (tanto si esta es la corriente que sale de la luz en el caso de la figura 3 como si es la corriente procedente de la carcasa del reactor en el caso de la figura 6) de tal modo que se garantice la liberación en unas condiciones de seguridad en el medio ambiente (mediante una tubería) y el suministro del valor de la presión negativa necesaria para la circulación del gas;
- 50 - el almacenamiento de los isótopos extraídos (corriente hidrógeno amortiguador enriquecido con el tritio liberado de los gases contaminados) y el suministro también en este caso del valor de presión negativa necesaria para la circulación del gas. En este punto, se pueden valorizar los isótopos extraídos durante el procedimiento.

La presión negativa para los dos circuitos (la línea de gas descontaminado y la línea de hidrógeno tritiado) se alcanza mediante dos bombas de vacío, que se conectan al circuito mediante unas válvulas reguladoras apropiadas. La presión de hidrógeno en el lado de permeación es de aproximadamente 900 mbar, mientras que la presión de hidrógeno en el lado de retención es de aproximadamente 100 mbar.

Los sensores de presión y los termopares forman parte asimismo de las instalaciones de suministro y se utilizan en la regulación de los parámetros del procedimiento. Toda la información se registra mediante un sistema de captura de datos.

60 Según lo comentado hasta ahora, el procedimiento descrito en la presente memoria comprende básicamente las etapas siguientes:

- 65 A) triturar y mezclar uniformemente los residuos que se deban destritiar;
- B) disponer el material que se debe tratar en un reactor de destritiación RT;
- C) enviar el gas inerte y el agua desmineralizada hacia un dispositivo de evaporación / mezcla;

D) alimentar dicha mezcla gaseosa húmeda, constituida por gas inerte y vapor, hacia dicho reactor RT de tal modo que dicha mezcla atraviese todo el material que se debe destritiar, obteniéndose la formación de una corriente gaseosa que contiene tritio húmedo;

E) enviar dicha corriente gaseosa que contiene tritio hacia un reactor de membrana catalítica RM dispuesto a tal efecto; y

F) alimentar dicho reactor de membrana RM con un gas amortiguador tal como, por ejemplo, hidrógeno puro, consiguiendo de este modo que salga desde el propio reactor, como producto final, una corriente gaseosa de isótopos de hidrógeno que contienen el tritio extraído de los residuos tratados y una corriente gaseosa de gases destritiados.

3. Aplicaciones

El procedimiento que constituye el objetivo de la presente patente se ha diseñado específicamente para descontaminar (destritiar) los residuos del tipo denominado "blandos de mantenimiento" (por ejemplo, guantes, papel, etc.) procedentes de los laboratorios JET.

Dichos residuos se tratan en primer lugar dentro de un reactor de destritiación diseñado y desarrollado por CEA. El procedimiento propuesto, además de la descontaminación de los residuos, permite asimismo la recuperación y la valorización del tritio extraído (1gT ~ 30.000 €). Dichas actividades de investigación y desarrollo se realizaron en el marco de las Tasks JW9-FT-2.34 (Diseño preliminar y pruebas de destritiación de JET Soft House Keeping Waste) y JW10-FT-2.35 (Implementación de un reactor de membrana de Pd en instalaciones de destritiación para tratar JET Soft House Keeping Waste) que se refiere al programa de investigación y desarrollo "EFDA JET Fusion Technology Workprogramme". El propósito de esta actividad es diseñar y montar una planta piloto para probar este nuevo procedimiento de destritiación.

De un modo más en general, este dispositivo se puede aplicar al tratamiento de materiales procedentes de máquinas tokamak (por ejemplo, JET, ITER y DEMO) o a todas las estructuras en las que se utilizan isótopos de hidrógeno tales como H (protio), D (deuterio) y T (tritio).

Según la aplicación, puede resultar necesario cambiar uno de los componentes (tipo de reactor de destritiación, proporción dimensional, materiales utilizados, posición de la entrada y la salida, tipo de válvulas, tipo de bomba) o las dimensiones de los objetos descritos (longitud, diámetro, tipo y volumen del catalizador, etc.).

En función la cantidad de residuos que se deben tratar o del grado de descontaminación que se va a obtener se pueden utilizar asimismo dispositivos de membrana que contengan un cierto número de tubos de permeación o presenten conexiones en serie o en paralelo de los módulos de membrana.

4. Referencias

- [1]. EFDA, European Fusion Development Agreement. ERB 5035 CT 99 0001. ANNEX VI, Information & Intellectual Property.
- [2]. Rist-Lambert, A., Detritiation of soft housekeeping materials. CEA Internal report, DTN/STPA/LPC/2005/024.
- [3]. Liger, K., Detritiation process for JET waste. CEA Internal report, DTN/STPA/LPC/2007/013.
- [4]. P. Giroux, D.O., J.C. Durand, FR2620262A1 , Patent for solid organic waste treatment.
- [5]. M. Glugla, A. Perevezentsev, D. Niyongabo, R.D. Penzhorn, A. Bell, P. Hermann, A PERMCAT Reactor for Impurity Processing in the JET Active Gas Handling System, Fusion Engineering and Design 49-50 (2000) 817-823
- [6]. B. Borschein, M. Glugla, K. Gunther, R. Lasser, T.L. Le, K.H. Simon, S. Welte, Tritium tests with a technical Permcats for final clean-up of ITER exhaust gases, Fusion Engineering and Design 69 (2003) 51-56
- [7]. S. Tosti, L. Bettinali, F. Marini, Dispositivo per la rimozione di trizio da correnti gassose, Italian Patent n. RM2005U000165 (14.12.2005).

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para la destritiación de los residuos blandos de mantenimiento, es decir, de los residuos radiactivos producidos por los laboratorios y plantas que utilizan tritio, **caracterizado porque** prevé realizar una desorción térmica sometiendo dichos residuos, dispuestos apropiadamente en un reactor de destritiación (RT), a un flujo de gas húmedo y posteriormente recuperar el tritio en forma de gas mediante un reactor de membrana (RM) a fin de valorizar y volver a utilizar el mismo; previéndose para ello básicamente las etapas siguientes:
- 10 A) triturar y mezclar uniformemente los residuos que se deban destritiar;
 B) disponer dicho material que se debe tratar en un reactor de destritiación (RT);
 C) enviar gas inerte y agua desmineralizada hacia un dispositivo de evaporación / mezcla;
 D) alimentar dicha mezcla gaseosa húmeda, constituida por gas inerte y vapor, hacia dicho reactor (RT) de tal modo que dicha mezcla atraviese todo el material que se debe destritiar, obteniéndose la formación de una corriente gaseosa que contiene tritio húmedo;
- 15 E) enviar dicha corriente gaseosa que contiene tritio hacia un reactor de membrana (RM) dispuesto a tal efecto; y
 F) alimentar dicho reactor de membrana (RM) con un gas amortiguador, consiguiendo de este modo la salida desde el propio reactor (RM), como producto final, una corriente gaseosa de isótopos que contienen el tritio extraído de los residuos tratados y una corriente gaseosa de gases destritiados.
- 20 2. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el gas amortiguador de la etapa F) es hidrógeno puro.
- 25 3. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** se prevé el funcionamiento del reactor de destritiación (RT) a una presión igual o superior a la presión atmosférica y en el reactor de membrana (RM) a una presión inferior a la presión atmosférica.
- 30 4. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** para facilitar la desorción térmica, se prevé que el reactor de destritiación (RT) se introduzca en un horno que controla y regula la temperatura del reactor (RT) alrededor del valor del punto de referencia predefinido, que es preferentemente de 120 °C.
- 35 5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado porque** para mantener muy baja la concentración de tritio en el reactor de destritiación (RT), se prevé un caudal elevado del gas inerte húmedo (mezcla gaseosa húmeda) igual a aproximadamente 30 o 50 veces el volumen interno del reactor (RT) por hora.
- 40 6. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el gas inerte húmedo se mantiene dentro del reactor (RT) a una presión ligeramente superior a la presión atmosférica y **porque** el reactor (RM) se hace funcionar a una presión de 100 mbar en el lado del gas amortiguador y a una presión de 900 mbar en el lado de alimentación de los gases procedentes del reactor (RT).
- 45 7. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** se prevé que el tiempo de permanencia del gas húmedo en el reactor de destritiación (RT) sea lo suficientemente largo para garantizar la transferencia del tritio y de los isótopos de hidrógeno sin alcanzar, sin embargo, unos valores elevados de la concentración de tritio en el gas inerte húmedo que abandona el reactor (RT).
- 50 8. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** prevé que el tiempo de permanencia de los residuos que se deben destritiar en el reactor (RT) es lo suficientemente largo para garantizar que se alcancen los valores requeridos de descontaminación.
- 55 9. Planta destinada a la destritiación de los residuos blandos de mantenimiento, es decir, de los residuos radiactivos producidos por los laboratorios y plantas que utilizan tritio, con el procedimiento según las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** comprende:
- unos medios para producir un gas inerte húmedo, constituido sustancialmente por un gas inerte mezclado con vapor de agua, destinado al tratamiento posterior de los residuos tritiados;
 - un reactor (RT) destinado a la destritiación de los residuos tritiados mediante la desorción con dicho gas inerte húmedo;
 - un reactor de membrana (RM) diseñado para recuperar tritio en forma gaseosa de la corriente gaseosa húmeda tritiada procedente del reactor de destritiación (RT) mediante unas reacciones de intercambio de isótopos con una corriente de hidrógeno puro; siendo posible enviar preferentemente dicha corriente contracorriente con respecto a la alimentación de la corriente gaseosa húmeda tritiada; y
 - unos medios de bombeo que presentan válvulas reguladoras dispuestas a tal efecto.
- 60

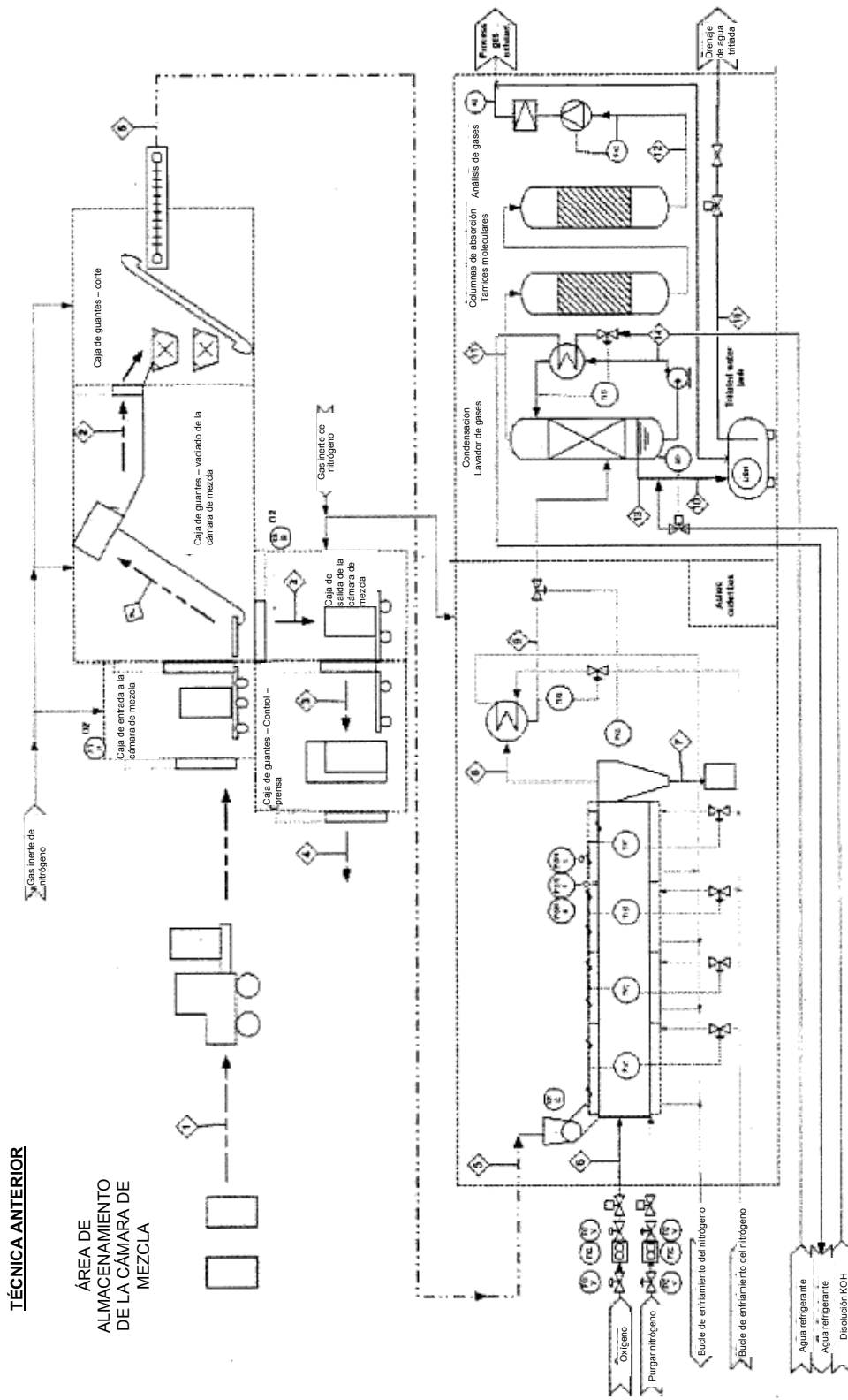


Figura 1

TÉCNICA ANTERIOR

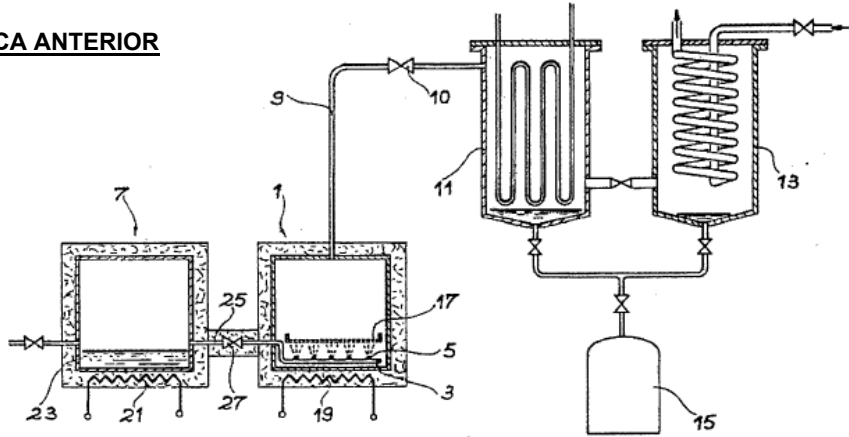


Figura 2

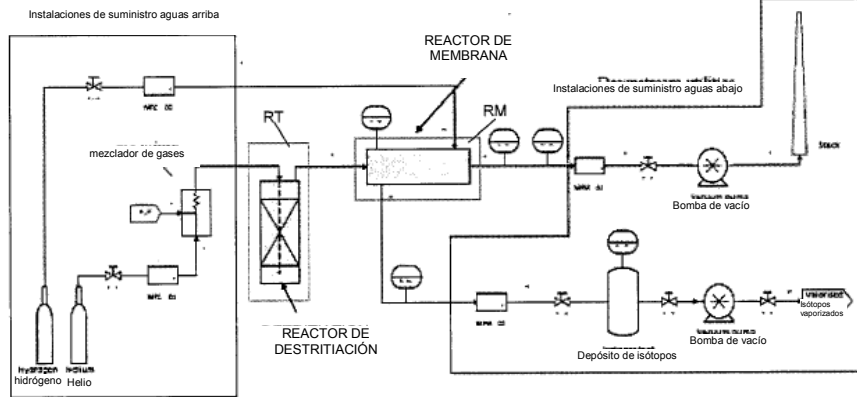


Figura 3

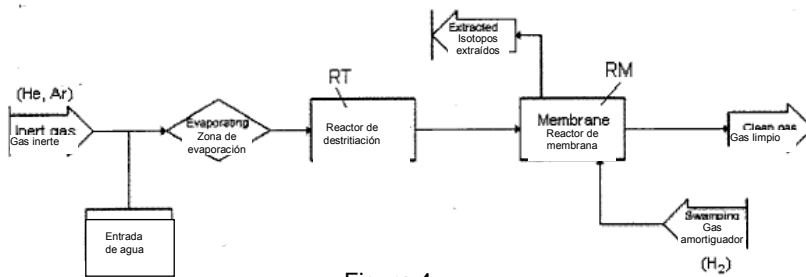


Figura 4

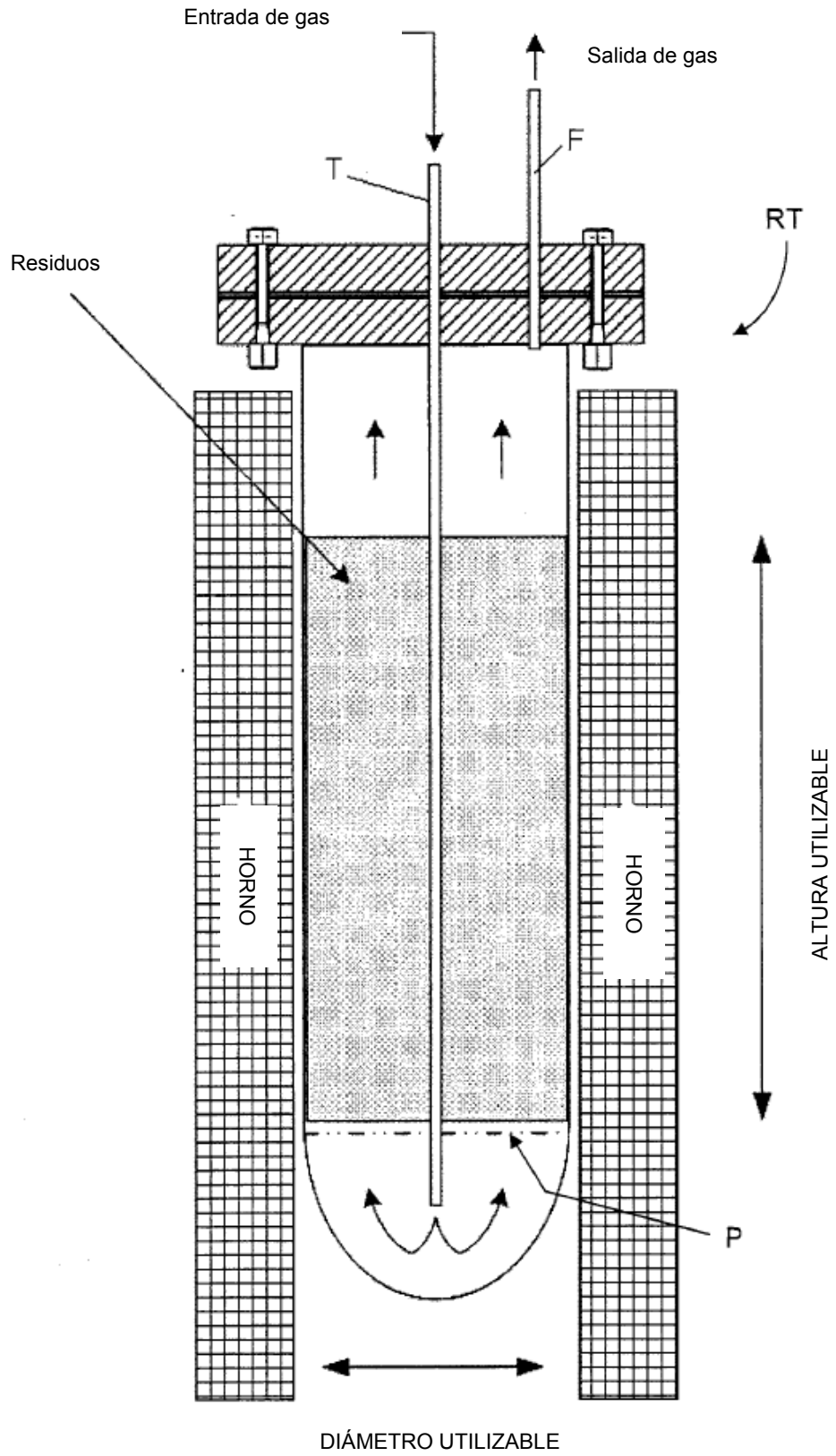


Figura 5

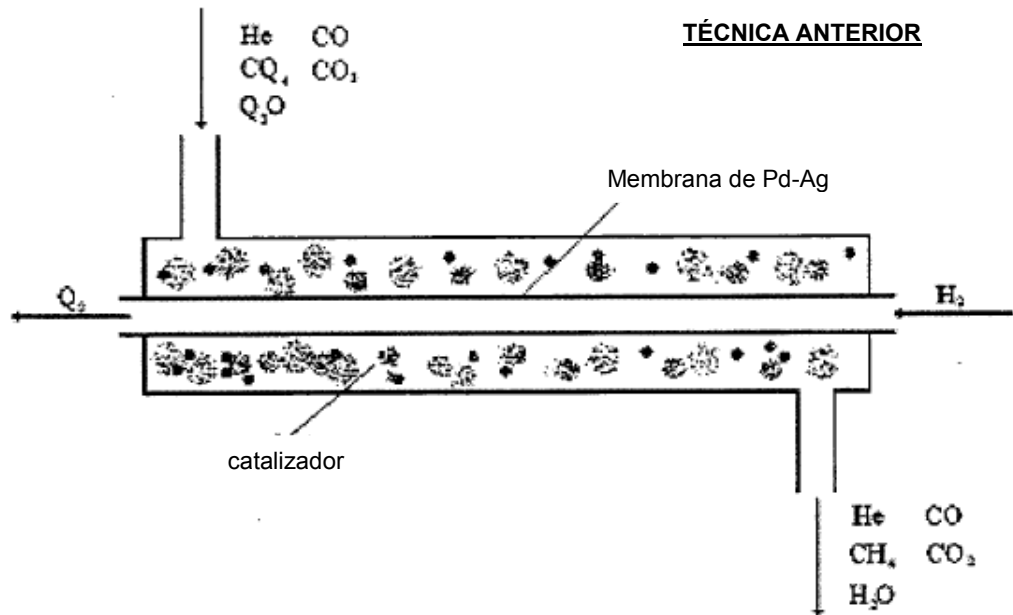


Figura 5bis

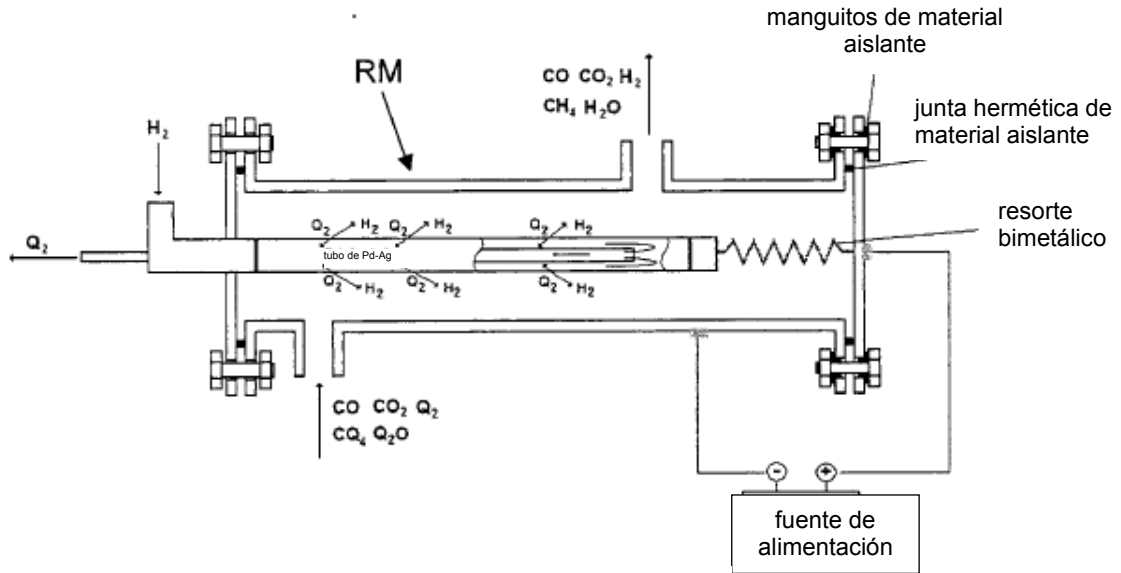


Figura 6

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

5 La presente lista de referencias citadas por el solicitante se presenta únicamente para la comodidad del lector. No forma parte del documento de patente europea. Aunque la recopilación de las referencias se ha realizado muy cuidadosamente, no se pueden descartar errores u omisiones y la Oficina Europea de Patentes declina toda responsabilidad en este sentido.

10 Documentos de patente citados en la descripción

- FR 2620262 A1, P. Giroux, D.O., JC. Durand [0049]
- IT RM20050165 U [0049]

Documentos que no corresponden a patentes citados en la descripción

- European Fusion Development Agreement. *ERB 5035 CT 99 0001. ANNEX VI, Information & Intellectual Property* [0049]
- **RIST-LAMBERT, A.** Detritiation of soft housekeeping materials. *CEA Internal report, DTN/STPA/LPC/2005/024* [0049]
- **LIGER, K.** Detritiation process for JET waste. CEA Internal report. *DTN/STPA/LPC/2007/013* [0049]
- **M. GLUGLA ; A. PEREVEZENTSEV ; D. NIYONGABO ; R.D. PENZHORN ; A. BELL ; P. HERMANN.** A PERMCAT Reactor for Impurity Processing in the JET Active Gas Handling System. *Fusion Engineering and Design*, 2000, vol. 49-50, 817-823 [0049]
- **B. BORNSCHEIN ; M. GLUGLA ; K. GUNTHER ; R. LASSER ; T.L. LE ; K.H. SIMON ; S. WELTE.** Tritium tests with a technical Permcat for final clean-up of ITER exhaust gases. *Fusion Engineering and Design*, 2003, vol. 69, 51-56 [0049]