

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 835 344**

21 Número de solicitud: 201931143

51 Int. Cl.:

**B29B 17/02** (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

**20.12.2019**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**22.06.2021**

71 Solicitantes:

**UNIVERSITAT D'ALACANT / UNIVERSIDAD DE  
ALICANTE (100.0%)  
CARRETERA SAN VICENTE DEL RASPEIG, S/N  
03690 SAN VICENTE DEL RASPEIG (Alicante) ES**

72 Inventor/es:

**FULLANA FONT, Andrés;  
CABANES GIL, Andrea y  
HORODYTSKA, Oksana**

54 Título: **PROCEDIMIENTO PARA LA DESCONTAMINACIÓN DE PLÁSTICO RECICLADO**

57 Resumen:

Procedimiento para la descontaminación de materiales plásticos reciclados que comprende las etapas de selección — trituración, lavado — enjuague — secado y descontaminación, donde la descontaminación se realiza mediante las etapas de extracción y enjuague, y la extracción se lleva a cabo mediante un disolvente de punto de ebullición superior a 180°C a presión atmosférica y soluble en agua.

**ES 2 835 344 A1**

## DESCRIPCIÓN

### PROCEDIMIENTO PARA LA DESCONTAMINACIÓN DE PLÁSTICO RECICLADO

#### 5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a un procedimiento novedoso que permite descontaminar los plásticos procedentes de la basura doméstica y de carácter industrial. Mediante este proceso se pretende eliminar los contaminantes, y con ellos, los compuestos añadidos no intencionadamente (NIAS) encontrados en la matriz del plástico y la suciedad superficial como partículas sólidas, restos de adhesivo o etiquetas. Esta invención se enmarca en el campo del procesado de plásticos de naturaleza variada, como el polietileno (PE), polipropileno (PP), poliéster (PET), etc. procedentes de los residuos plásticos, ya sean de origen industrial o doméstico.

15

#### **Estado de la técnica**

La demanda de envases de plástico va en aumento y con ello el volumen de plástico en los vertederos. Mientras los desechos plásticos procedentes de las industrias se pueden tratar mediante reciclaje mecánico obteniendo un material de alta calidad reutilizable como materia prima polimérica, los residuos plásticos domésticos tienen un alto contenido en restos de comida y productos de limpieza que se absorben en la matriz polimérica, convirtiéndose en contaminantes. Además, las tecnologías de clasificación de residuos no están completamente desarrolladas. De modo que un plástico de alto grado (por ejemplo, envases) contiene impurezas de otro material menos puro en cuya fabricación se utilizaron aditivos que pueden suponer un peligro para el consumidor (por ejemplo, el bisfenol A, ftalatos, etc.).

El reciclaje mecánico convencional que se realiza consiste en una clasificación selectiva de los residuos plásticos en base a la naturaleza del polímero, un lavado con agua, al que se pueden añadir reactivos como sosa, surfactantes y oxidantes, y finalmente pasa por una etapa de secado mecánico previa a la etapa de extrusión donde se obtiene la granza reciclada. Los contaminantes que se pueden eliminar con el método convencional son mayoritariamente impurezas físicas como la tierra, polvo, restos orgánicos superficiales, etc. Sin embargo, en el caso de impurezas químicas dentro de la matriz de plástico y contaminantes adheridos a la superficie del plástico por el uso de adhesivos (por ejemplo, etiquetas de papel) la tecnología

no está desarrollada.

Se pueden encontrar algunas patentes relacionadas con el concepto de la presente invención:

- 5       - Recycled plastic washing device - WO2010147314 (A1): la invención se refiere a un equipo de lavado y secado de residuos de plástico. Los contaminantes se eliminan utilizando agua y centrifugación. En este caso los NIAS que tengan un carácter menos polar no podrán ser eliminados debido a la baja solubilidad que éstos tienen en el agua.
- 10       - Method and apparatus for washing sheets of plastic material - CN109311188 (A): la invención hace referencia al lavado de láminas de plástico procedentes de la industria o la agricultura utilizando agua. Los contaminantes adheridos al plástico se eliminan mediante una agitación intensa y consiguiente sedimentación. En este caso la patente hace referencia solamente a la eliminación de residuos físicos adheridos a la superficie, pero no a los residuos que han sido difundidos a las capas internas de los materiales.
- 15       - Waste plastic glue removal process system - CN108688021 (A): la invención hace referencia a un sistema de eliminación de cola o pegamento presente en residuos plásticos mediante fricción con partículas de pequeño tamaño en un lecho de lavado, pero no se mencionan otros tipos de contaminantes.
- 20       - Method for reducing odours of olefinic polymer - JPS58196235: hace referencia a un proceso de lavado en el cual las poliolefinas pasan por un lavado con agua caliente que contiene oxígeno disuelto para la eliminación de los olores en el plástico. En este caso hace referencia a un método de oxidación, que no es útil para todos los contaminantes, ya que algunos contienen moléculas orgánicas que no son fácilmente oxidables y que cuando oxidan dan lugar a otros productos y no soluciona el problema de las NIAS.
- 25       - Method for removing ink printed on plastic films - SI20130030764T: la invención hace referencia a la eliminación de tintas de la superficie de plásticos mediante el lavado con una disolución de un surfactante en base agua. En este caso solamente se eliminan las tintas y no hace referencia a otros contaminantes que puedan aparecer en el plástico debido a su anterior uso.
- 30       - Method for removing contaminants from plastic resin - US20060281895 (A1): la invención hace referencia a un proceso de descontaminación de resinas poliméricas en el cual se extraen los contaminantes orgánicos con disolventes volátiles, y el disolvente residual que queda en la resina tras la extracción se elimina con CO2 supercrítico. Esta patente, aunque cubre la eliminación de compuestos no solubles en agua, se producen muchas pérdidas de disolventes al trabajar con disolvente volátil.
- 35

Además, al trabajar con CO<sub>2</sub> supercrítico, es necesario trabajar a altas presiones y por tanto el sistema es complejo.

- Eliminación de olores en plástico reciclado por arrastre de vapor - P201930501: la invención describe un sistema para la eliminación de olores en plástico reciclado, mediante la eliminación de compuestos orgánicos volátiles (VOCs) por arrastre de vapor. En este caso se eliminan solo los compuestos más volátiles pero los contaminantes pesados pueden quedar en la superficie del polímero debido a su baja volatilidad.

Por lo tanto, los procesos patentados en relación con la presente invención no cubren la necesidad de disponer de un procedimiento para la eliminación de contaminantes orgánicos como son los NIAS abarcando tanto, componentes volátiles como pesados, si no que cubren la eliminación de únicamente VOCs, compuestos oxidables y contaminantes solubles en agua.

### **Descripción de la invención**

Debido al continuo aumento del uso de productos plásticos, la generación de estos residuos se ha convertido en un problema global de la sociedad actual, por lo que su reciclaje y su posterior utilización como materia prima es una necesidad si se quiere reducir el plástico en vertederos. Al mismo tiempo, utilizar plástico como materia prima permite una disminución de los costes de producción en las industrias del sector, además de aumentar el valor añadido del producto, ya que cada vez es mayor la concienciación sobre el cuidado del medioambiente y con ello aumenta la demanda de productos reciclados en el mercado.

La invención consiste en un procedimiento para la eliminación de contaminantes en materiales plásticos reciclados mediante extracción de los compuestos añadidos no intencionadamente (NIAS) de la matriz del plástico utilizando un disolvente no volátil (con punto de ebullición superior a 180°C a presión atmosférica) y soluble en agua. Los NIAS pueden ser productos de degradación del propio plástico, productos secundarios, restos de adhesivos, contaminantes de las fases de uso previas, etc.

En una realización preferente, el disolvente utilizado puede ser seleccionado entre polietilenglicol, polipropilenglicol o dimetilsulfóxido.

La presente invención trata de mejorar la calidad de los plásticos reciclados tras la eliminación de contaminantes orgánicos mediante la extracción con disolventes no volátiles a presión atmosférica. Estos contaminantes se encuentran tanto en el interior de la matriz polimérica como en la superficie del plástico. Se ha comprobado que los compuestos orgánicos migran

desde la matriz plástica hacia el disolvente, reduciéndose así su concentración en el plástico.

El proceso completo para la descontaminación del plástico forma parte de un proceso de reciclaje mecánico, como último tratamiento.

El procedimiento consiste en varias etapas que se describen a continuación.

5           -    Etapa 1: Separación y trituración

La fracción de material plástico procedente de vertedero o del contenedor de plástico reciclado doméstico llega a la planta de tratamiento de residuos plásticos y se separa por identificación mediante NIR, MIR, termografía de IR, LIBS, fluorescencia de rayos X, etc. La merma de plástico post-industrial y el residuo plástico comercial se recogen selectivamente en los puntos de generación del residuo.

Las bolsas, films, botellas y otros envases que llegan a la planta, tras ser separados por tipo de material, se introducen en un triturador de cuchillas para cortar los envases en forma de escama, o en casos donde se requiera, se puede utilizar un molino o triturador criogénico que reduzca las partículas a tamaño polvo.

15           -    Etapa 2: Lavado, enjuague y secado

Se realiza un lavado con o sin surfactante para eliminar la suciedad del material plástico adherida a la superficie. Se pueden utilizar surfactantes tanto aniónicos como catiónicos o neutros. El lavado se realiza en un reactor de tipo tanque agitado. Al igual que también se pueden utilizar otro tipo de reactivos tales como oxidantes para la eliminación de impurezas superficiales.

Tras el lavado, se realiza un enjuague del material plástico para eliminar por completo la suciedad y los químicos utilizados.

La etapa de secado se realiza después del enjuague del material plástico para eliminar al máximo la humedad contenida. El secado se realiza de forma mecánica.

25           -    Etapa 3: Descontaminación

Esta etapa se lleva a cabo en el módulo de descontaminación, donde se eliminan los contaminantes como NIAS. Dentro del módulo de descontaminación se llevan a cabo las siguientes etapas:

3.1. Extracción con disolvente de elevado punto de ebullición, superior a 180°C a presión atmosférica, y soluble en agua.

3.2. Enjuague del plástico a temperatura ambiente.

5 Antes y después de la etapa de enjuague, se aplica un tratamiento de centrifugación para eliminar el disolvente y secar el material, respectivamente.

Adicionalmente, en el módulo de descontaminación, se encuentran los sistemas de recuperación de agua y recuperación de disolvente, para que se puedan recircular y reutilizar, haciendo el procedimiento más sostenible.

10 En una realización particular, el sistema de descontaminación actúa como un módulo totalmente independiente al proceso de reciclado y su input es la granza reciclada, es decir, que se trata de un sistema de mejora de la calidad del producto ya reciclado por otras empresas.

Para llevar a cabo el procedimiento requiere un sistema o equipamiento que comprende:

- 15 - unos medios de selección y trituración del material, entre los que se destaca un sistema de separación y un triturador de cuchillas;
- unos medios de lavado, entre los que se destaca un tanque de lavado, un tanque de enjuague y un secador;
- y un módulo de descontaminación, que consiste en un sistema de eliminación de los NIAS contenidos en el plástico y recuperación de los mismos.

20 El módulo de descontaminación consiste en un sistema de eliminación de los contaminantes orgánicos contenidos en el plástico y recuperación de los mismos. Dentro de este módulo de descontaminación se encuentra un extractor en el cual los contaminantes pasan de la matriz polimérica al propio disolvente, trabajando a altas temperaturas, pero siempre por debajo de la temperatura de degradación del plástico tratado. Tras la extracción, el plástico se introduce  
25 en un tanque agitado con agua para llevar a cabo la etapa de enjuague, que elimina los restos de disolvente que han quedado adheridos a la superficie del plástico. Antes y después de la etapa de enjuague, el plástico se centrifuga: previamente para eliminar la mayor cantidad de disolvente antes del enjuague; y posteriormente para secar el material.

30 Cuando el agua de enjuague supera la concentración de disolvente establecida (según los parámetros que se optimizarán para cada proceso), la corriente de agua pasa al sistema de recuperación de agua. Para la recuperación del agua se utiliza una membrana de ultrafiltración

donde el disolvente es separado del agua por diferencia de tamaño molecular, obteniendo por un lado el agua con los contaminantes y por otro lado la fase del disolvente con posibles partículas sólidas que hayan quedado en suspensión. Otra alternativa es la separación por cristalización, donde el disolvente y el agua se separan por la diferencia de puntos de fusión y el disolvente queda en estado sólido mientras que el agua permanece en estado líquido. Los contaminantes que se encuentran en la fase acuosa se eliminarán en un módulo de floculación-decantación. El agua limpia se recircula a la etapa de enjuague. La corriente de disolvente que se obtiene tras la ultrafiltración o cristalización, libre de contaminantes, se introduce en un filtro para separar las partículas sólidas y el disolvente limpio se recircula al sistema de extracción.

Cuando el disolvente utilizado en la etapa de extracción contiene la concentración límite de contaminantes (establecida para un determinado proceso), pasa al sistema de recuperación del disolvente. Para la recuperación del disolvente se puede usar una membrana de ultrafiltración para la separación de los contaminantes. A continuación, el disolvente pasa a un filtro de sólidos donde se separan el resto de partículas sólidas (etiquetas, suciedad superficial, etc.) contenidas en la fase disolvente. Finalmente, el disolvente que queda limpio se recircula a la etapa de extracción.

Para finalizar, se ha de tener en cuenta que, a lo largo de la descripción y las reivindicaciones, el término “comprende” y sus variantes no pretenden excluir otras características técnicas o elementos adicionales.

### **Breve descripción de las figuras**

Con el objeto de completar la descripción y de ayudar a una mejor comprensión de las características del invento, se presenta una figura, en donde con carácter ilustrativo y no limitativo se representa lo siguiente:

Fig.1 es un diagrama esquemático de los diferentes elementos del procedimiento para llevar a cabo la descontaminación en materiales plásticos reciclados. En ella se muestran los tres módulos del procedimiento: el módulo de separación y trituración, el módulo de lavado, enjuague y secado, y el módulo de descontaminación, con los equipos que componen cada etapa y las corrientes de entrada y salida en cada uno de ellos.

## Descripción detallada de un modo de realización

El procedimiento para la eliminación de contaminantes en materiales plásticos reciclados  
5 comprende las siguientes etapas:

### 1. Selección y trituración

La fracción de material plástico procedente de vertedero o del contenedor de plástico reciclado  
doméstico (p1) se alimenta al sistema de separación (101). Una vez separado (p2), las bolsas,  
films, botellas y otros envases que llegan a la planta se introducen en un triturador de cuchillas  
10 (102) que reduce el tamaño de partícula tanto como sea necesario (p3).

### 2. Lavado, enjuague y secado

La corriente de plástico troceado (p3) entra al tanque de lavado (103), y sale por la corriente  
p4, la cual se alimenta al tanque de enjuague (104) para eliminar los químicos utilizados en el  
lavado y suciedad restante. Una vez eliminada la suciedad y compuestos químicos, se obtiene  
15 un material limpio (p5) que ha de secarse mecánicamente en el secador (105) antes de ser  
descontaminado.

### 3. Descontaminación

La corriente de plástico parcialmente limpio y seco pero que todavía contiene contaminantes  
indeseados (p6) se alimenta al módulo de descontaminación. La corriente p6 entra al extractor  
20 (106) y tras la extracción de los contaminantes sale por la corriente p7. La extracción se debe  
llevar a cabo con un disolvente soluble en agua y de elevado punto de ebullición, superior a  
180°C a presión atmosférica, y trabajando a altas temperaturas (con la precaución de no  
alcanzar la temperatura de degradación del propio plástico). En una realización preferente, el  
disolvente utilizado ha sido polietilenglicol (PEG). La corriente p7 pasa por una centrifuga  
25 (107) con el fin de eliminar la mayor proporción de disolvente del plástico y la corriente ya  
seca de disolvente p8 pasa a una etapa de enjuague con agua en el segundo tanque de  
enjuague (108). El plástico enjuagado sale por la corriente p9, que pasa por otra etapa de  
centrifugación en la segunda centrifuga (110) con tal de eliminar la humedad. De esta segunda  
centrifuga (110) sale la corriente p10, donde se consigue el plástico totalmente  
30 descontaminado.



En paralelo a este sistema de descontaminación del plástico, se encuentran los sistemas de recuperación de agua y recuperación de disolvente, para que se puedan recircular y reutilizar, haciendo el procedimiento más sostenible.

5 El sistema de recuperación de agua se inicia con la corriente s3 que sale del segundo tanque de enjuague (108) y la corriente s4 que sale de la segunda centrifuga (110). La corriente s3 contiene mayoritariamente agua junto con el disolvente residual que quedaba en el plástico, y la corriente s4 contiene el escurrido del plástico tras la centrifugación en (110) que mayormente consiste en agua y disolvente residual. Las corrientes s3 y s4 entran a la membrana de ultrafiltración (109) que separa el disolvente del agua y los contaminantes. Tras  
10 la separación en la membrana de ultrafiltración (109), se separa por un lado el disolvente en la corriente s5 y por otro lado el agua con los contaminantes en s6. El agua se separa de los contaminantes en el módulo de floculación-decantación (111) obteniendo un agua de recirculación en la corriente s8 que se introduce de nuevo en el módulo de descontaminación en el segundo tanque de enjuague (108). Del módulo de floculación-decantación (111)  
15 también sale la corriente s7, que contiene los contaminantes.

El sistema de recuperación de disolvente se inicia con las corrientes s1 y s2, compuestas por el disolvente y los contaminantes que se han extraído del extractor (106) y la centrifuga (107). Las corrientes s1 y s2 se introducen en una segunda membrana de ultrafiltración (113) de manera que los contaminantes se eliminan por la corriente s12 y el disolvente sale por la s11.  
20 Finalmente, la corriente s11, junto con la s5 que procede de la recuperación del agua, pueden contener sólidos en suspensión y deben pasar por un filtro (112), de donde salen la corriente s9 con los sólidos retenidos y la corriente s10 que es el disolvente limpio que se vuelve a recircular al extractor (106).

En una realización preferente, el sistema de descontaminación actúa como un módulo  
25 totalmente independiente al proceso de reciclado y su input es la granza reciclada, es decir, que se trata de un sistema de mejora de la calidad del producto ya reciclado por otras empresas.

## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de descontaminación de plástico reciclado que comprende las siguientes etapas:
  - 5 a. Separación y trituración del plástico.
  - b. Lavado, enjuague y secado.
  - c. Descontaminación
    - i. Extracción con disolvente de punto de ebullición superior a 180°C y soluble en agua.
    - 10 ii. Enjuague a temperatura ambiente.
2. Procedimiento de descontaminación de plástico reciclado según la reivindicación 1 donde la etapa de separación se puede llevar a cabo mediante técnicas de identificación como NIR, MIR, termografía de infrarrojos, LIBS o fluorescencia de rayos X.
3. Procedimiento de descontaminación de plástico reciclado según la reivindicación 1 donde la trituración se lleva a cabo mediante un triturador de cuchillas, un molino o triturador 15 criogénico, para reducir el tamaño del material a escama o polvo.
4. Procedimiento de descontaminación de plástico reciclado según la reivindicación 1 donde la etapa de lavado se realiza con surfactante aniónico, catiónico o neutro.
5. Procedimiento de descontaminación de plástico reciclado según la reivindicación 1 donde en la etapa de lavado se pueden utilizar agentes oxidantes para la eliminación de 20 impurezas superficiales.
6. Procedimiento de descontaminación de plástico reciclado según la reivindicación 1 donde la etapa de secado se realiza de forma mecánica.
7. Procedimiento de descontaminación de plástico reciclado según la reivindicación 1 donde el disolvente empleado para la extracción es polietilenglicol.
- 25 8. Procedimiento de descontaminación de plástico reciclado según la reivindicación 1 donde el disolvente empleado para la extracción es polipropilenglicol.
9. Procedimiento de descontaminación de plástico reciclado según la reivindicación 1 donde el disolvente empleado para la extracción es dimetilsulfóxido.
- 30 10. Procedimiento de descontaminación de plástico reciclado según la reivindicación 1 donde antes y después de la etapa de enjuague en la descontaminación, se lleva a cabo una centrifugación, antes del enjuague para eliminar disolvente y después del enjuague para secar el material.

11. Procedimiento de descontaminación de plástico reciclado según la reivindicación 1 donde se incluye un procedimiento en paralelo para la recuperación de agua, que permite su recirculación y reutilización, haciendo el procedimiento más sostenible.
- 5 12. Procedimiento de descontaminación de plástico reciclado según la reivindicación 11 donde la recuperación del agua se lleva a cabo mediante ultrafiltración y floculación-decantación.
13. Procedimiento de descontaminación de plástico reciclado según la reivindicación 11 donde la recuperación del agua se lleva a cabo mediante cristalización y floculación-decantación.
- 10 14. Procedimiento de descontaminación de plástico reciclado según la reivindicación 1 donde se incluye un procedimiento en paralelo para la recuperación de disolvente, que permite su recirculación y reutilización, haciendo el procedimiento más sostenible.
- 15 15. Procedimiento de descontaminación de plástico reciclado según la reivindicación 14 donde la recuperación del disolvente se lleva a cabo mediante membrana de ultrafiltración y posterior filtrado.
16. Procedimiento de descontaminación de plástico reciclado según la reivindicación 1 donde la etapa de descontaminación se lleva a cabo de forma independiente al proceso de reciclado, de forma que su input de entrada puede ser plástico reciclado por otros procedimientos.

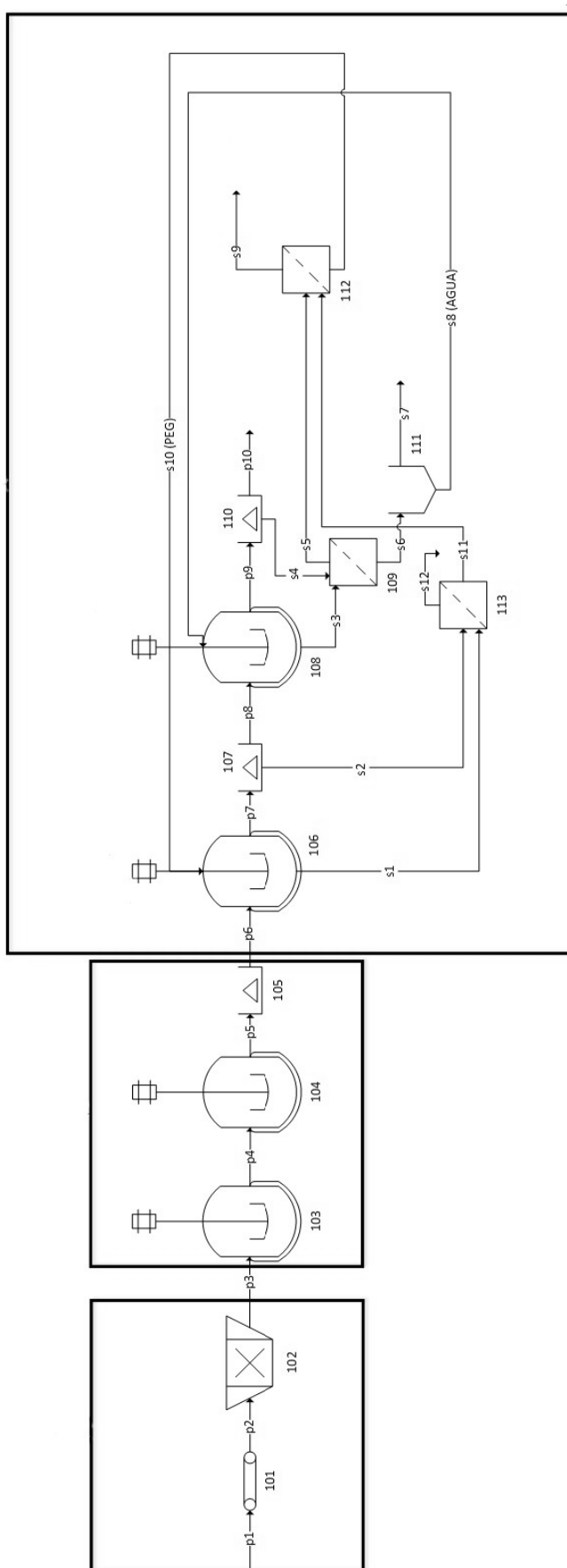


FIG. 1



- ②<sup>1</sup> N.º solicitud: 201931143  
 ②<sup>2</sup> Fecha de presentación de la solicitud: 20.12.2019  
 ③<sup>2</sup> Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤<sup>1</sup> Int. Cl.: **B29B17/02** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤ <sup>6</sup> Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	US 5368796 A (NORDENIA VERPACKUNG GMBH) 29/11/1994, columna 4, línea 38 - columna 5, línea 41	1-16
A	WO 2004044042 A1 (UMEMOTO M) 27/05/2004, (resumen) [en línea] Resumen de la base de datos WPI. Recuperado de EPOQUE	1-16
A	US 6114401 A1 (DOONAN B O) 09/05/2000, columna 3, columna 4, línea 10 figura 1	1-16
A	WO 0238660 A1 (DU PONT) 05/16/2002, página 2, línea 26 - página 3, línea 16; página 4, líneas 16 - 28	1-16
A	US 5629352 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD ) 13/05/1997, columna 1, línea 40 - columna 2, línea 44	1-16
A	CN 103113615 A (YUN HONGWEI) 22/05/2013, (resumen) Resumen de la base de datos WPI. Recuperado de EPOQUE	1-16
A	US 2008281002 A1 (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG) 13/11/2008, párrafos [11 - 20]	1-16

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia  
 Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría  
 A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita  
 P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud  
 E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

**El presente informe ha sido realizado**

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe  
15.07.2020

Examinador  
A. Rua Agüete

Página  
1/2

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

B29B

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI, PATENW, XPESP