

(12) SOLICITUD INTERNACIONAL PUBLICADA EN VIRTUD DEL TRATADO DE COOPERACIÓN EN MATERIA DE PATENTES (PCT)

(19) Organización Mundial de la Propiedad Intelectual  
Oficina internacional



(10) Número de publicación internacional  
**WO 2020/201609 A1**

(43) Fecha de publicación internacional  
08 de octubre de 2020 (08.10.2020) **WIPO | PCT**

(51) Clasificación internacional de patentes:

*B29B 9/10* (2006.01)      *B33Y 40/00* (2020.01)  
*B29B 17/04* (2006.01)      *B29C 64/357* (2017.01)  
*B29C 48/05* (2019.01)      *B29K 77/00* (2006.01)  
*B29C 64/118* (2017.01)      *B29L 31/00* (2006.01)  
*B29B 9/14* (2006.01)      *B29B 9/04* (2006.01)  
*B29B 9/16* (2006.01)      *B29B 9/06* (2006.01)  
*B33Y 70/00* (2020.01)

(30) Datos relativos a la prioridad:

19382254.1    05 de abril de 2019 (05.04.2019)    EP

(71) Solicitante: **AIRBUS OPERATIONS, S.L.U.** [ES/ES];  
Avda. John Lennon s/n, 28906 Getafe (ES).

(72) Inventores: **GUINALDO FERNÁNDEZ, Enrique**; Airbus Operations SLU, Avda. John Lennon s/n, 28906 Getafe (ES). **BLANCO VARELA, Tamara**; Airbus Operations SLU, Address: Avda. John Lennon s/n, 28906 Getafe (ES). **HERNÁIZ LÓPEZ, Guillermo**; Airbus Operations SLU, Avda. John Lennon s/n, 28906 Getafe (ES). **SÁNCHEZ GÓMEZ, José**; Airbus Operations SLU, Avda. John Lennon s/n, 28906 Getafe (ES).

(21) Número de la solicitud internacional:

PCT/ES2020/070229

(22) Fecha de presentación internacional:

06 de abril de 2020 (06.04.2020)

(25) Idioma de presentación:

español

(74) Mandatario: **ELZABURU SLP**; c/ Miguel Ángel, 21, Madrid, 28010 Madrid (ES).

(26) Idioma de publicación:

español

(54) Title: METHODS FOR RECYCLING NYLON 6,6 PLASTIC FROM VACUUM BAGS TO OBTAIN FILAMENTS OR POWDER FOR 3D PRINTING PROCESSES

(54) Título: MÉTODOS PARA EL RECICLAJE DE NYLON 6,6 PLÁSTICO A PARTIR DE BOLSAS DE VACÍO PARA OBTENER FILAMENTOS O POLVO PARA PROCESOS DE IMPRESIÓN EN 3D

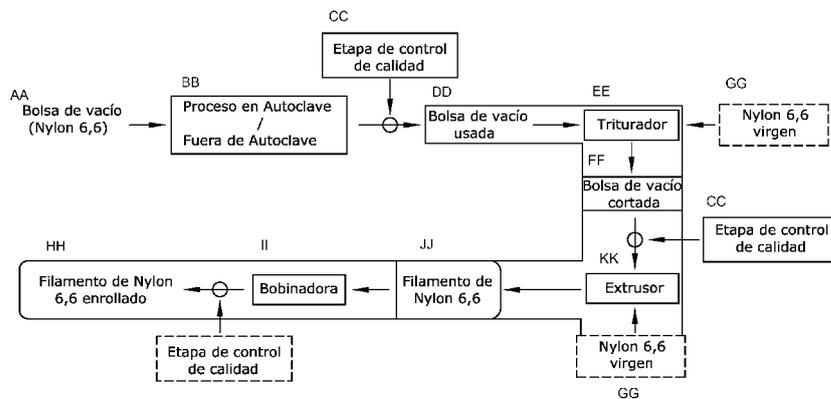


FIG. 1A

- AA Vacuum bag (nylon 6,6)
- BB Process in autoclave/outside of autoclave
- CC Quality control step
- DD Used vacuum bag
- EE Shredder
- FF Cut vacuum bag
- GG Virgin nylon 6,6
- HH Wound nylon 6,6 filament
- II Spooler
- JJ Nylon 6,6 filament
- KK Extruder

(57) Abstract: The invention relates to methods for recycling nylon 6,6 plastic from vacuum bags (2) to obtain filaments (9) or powder for 3D printing processes. The method for obtaining the filaments (9) comprises the following steps: providing used nylon 6,6 vacuum bags (2); performing quality control to check the state of the used vacuum bags (2); forming smaller parts (smaller pieces (3) or pellets) from the used vacuum bags; performing quality control to check the state of the smaller pieces (3) or pellets; extruding, whereby the smaller pieces (3) or pellets are introduced into an extruder (15), where they are melted, and the melted mixture is cooled and expelled



WO 2020/201609 A1

**(81) Estados designados** (*a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección nacional admisible*): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

**(84) Estados designados** (*a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección regional admisible*): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), euroasiática (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europea (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Publicada:**

— *con informe de búsqueda internacional (Art. 21(3))*

---

through a nozzle (7) of the extruder (15) to produce the recycled filaments (9); and spooling, whereby the recycled filaments (9) that come out of the extruder (15) are wound onto spools (10).

**(57) Resumen:** Métodos para el reciclaje de Nylon 6,6 plástico a partir de bolsas de vacío (2) para obtener filamentos (9) o polvo para procesos de impresión en 3D. El método de obtención de los filamentos (9) comprende las siguientes etapas: proporcionar bolsas de vacío (2) usadas de nylon 6,6, etapa de control de calidad para comprobar el estado de las bolsas de vacío (2) usadas, etapa para formar partes más pequeñas (piezas más pequeñas (3) o pelets) a partir de las bolsas de vacío usadas etapa de control de calidad para comprobar el estado de las piezas más pequeñas (3) o de los pelets, etapa de extrusión: las piezas más pequeñas (3) o los pelets se introducen en un extrusor (15), donde se funden, y la mezcla fundida se enfría y expulsa a través de la boquilla (7) del extrusor (15) para producir los filamentos reciclados (9), y etapa de bobinado: los filamentos reciclados (9) que salen del extrusor (15) se enrollan en bobinas (10).

Métodos para el reciclaje de Nylon 6,6 plástico a partir de bolsas de vacío para obtener filamentos o polvo para procesos de impresión en 3D.

### **Campo de la invención**

5 La invención se refiere a métodos para el reciclaje de Nylon 6,6 plástico a partir de bolsas de vacío para obtener filamentos o polvo para la impresión en 3D de plásticos, por ejemplo utilizando impresoras de Fabricación de Filamentos Fundidos (FFF: "Fused Filament Fabrication") y/o impresoras de Sinterización por Láser Selectiva (SLS: "Selective Laser Sintering").

10 Con estos filamentos o polvo reciclados se pueden producir piezas aeronáuticas, voladoras o no, impresas en 3D. Como ejemplos de piezas no voladoras, se pueden incluir herramientas u otros elementos de fabricación.

### **Antecedentes de la invención**

15 Hoy en día, los plásticos en bruto que son la base de los filamentos de Fabricación de Filamentos Fundidos (FFF) o el polvo para los procesos de Sinterización por Láser Selectiva (SLS) se obtienen a partir de materiales vírgenes. La misma situación se observa para los refuerzos de fibra: se obtienen a partir de los métodos clásicos de fabricación conocidos para las fibras en bruto.

20 Actualmente, no existe ningún proceso o procedimiento para el reciclaje de las bolsas de vacío que se utilice ampliamente para los procesos de curado de los materiales preimpregnados y/o los procesos de infusión basados en vacío como LRI, VARTM, RFI, etc.

25 Sin embargo, hay algunos métodos y procesos para el reciclaje de poliamidas. Como el Nylon 6,6, el material del que están hechas las bolsas de vacío, forma parte de la familia de las poliamidas, esto abre la posibilidad de encontrar una segunda vida para este material que se utiliza ampliamente en la industria de los materiales compuestos y puede ser reutilizado en otras aplicaciones.

Hasta ahora, los métodos actuales de reciclaje de poliamidas llevan a cabo procesos de despolimerización y repolimerización, como se describe en los siguientes documentos de patentes:

- US 8366977 B2: Proceso de fabricación de hilo de poliamida reciclado.

5 - US 2004/0249001 A1: Proceso para la recuperación en solución de nylon de alta reactividad y de los artículos fabricados a partir de él.

- US 6187917 B1: Proceso para la purificación de caprolactama obtenido a partir de la despolimerización de alfombras que contienen poliamida.

10 - US 2004/0186190 A1: Recuperación basada en disolventes y reciclaje de material de poliamida.

En lo que respecta a las fibras de refuerzo recicladas, actualmente se están desarrollando procesos para obtener fibras a partir de procesos de fibra de carbono reforzada, como la pirólisis o la solvólisis. Estas actividades están adquiriendo más importancia debido al interés de varias industrias, como la del automóvil.

15 Sin embargo, hasta ahora estos refuerzos no se han utilizado para reforzar los filamentos de fabricación aditiva, sino que se utilizan principalmente para componentes no muy cargados fabricados por moldeo de refuerzo de fibra corta.

20 Actualmente, el Nylon 6,6 se utiliza sin ser combinado y con refuerzos de fibra corta para piezas sin requisitos estructurales en aeronaves fabricadas por métodos clásicos, por ejemplo, mecanizando una barra redonda. Además, se utiliza en la industria aeronáutica para el diseño de prototipos y modelos, así como para la fabricación de plantillas para taladros.

25 Hoy en día, una de las principales cuestiones asociadas al incremento de las piezas de material compuesto en aeronaves es la cantidad de restos (desechos) de material / residuos obtenidos en las plantas de producción, lo que afecta en gran medida al ciclo de vida de las piezas:

- Materiales auxiliares / bolsas de vacío: durante los procesos de curado de las piezas (en autoclave o fuera de autoclave), se necesita una gran cantidad de bolsas de vacío, que se tiran una vez que se realizan los procesos de curado.

5 - Restos de materiales compuestos / plásticos reforzados con fibras (FRP): además, durante la producción de las piezas se obtienen toneladas de restos (desechos) de CFRP, que hoy en día se entierran en su mayoría.

10 De hecho, este problema podría ser mayor en el futuro con los cambios previstos en la normativa medioambiental, que podrían limitar el desperdicio de material. Por lo tanto, se necesitan soluciones lo antes posible para reducir y/o reciclar los desperdicios de material obtenidos en la producción de piezas de materiales compuestos.

15 Por otra parte, la impresión en 3D (también conocida como Fabricación Aditiva) es una tecnología con grandes ventajas para su aplicación en el campo aeronáutico o en otros campos, que ahora se está desarrollando y explorando ampliamente para obtener todo el potencial de la misma. En particular, los plásticos y la impresión en 3D de plásticos reforzados están abriéndose camino en el mercado y mostrando también un gran potencial para diferentes aplicaciones (por ejemplo, piezas con poca carga).

### Sumario de la invención

20 El objeto de la invención es proporcionar métodos para el reciclaje de Nylon 6,6 plástico a partir de bolsas de vacío (por ejemplo, las que se utilizan en la producción de piezas de aeronaves) para obtener filamentos o polvo para procesos de impresión en 3D, de manera que se puedan reducir los materiales de desecho obtenidos en la producción de piezas de materiales compuestos.

25 La invención proporciona un método para el reciclaje de Nylon 6,6 plástico a partir de bolsas de vacío para obtener filamentos para procesos de impresión en 3D, que comprende las siguientes etapas:

- proporcionar bolsas de vacío usadas de Nylon 6,6,
- etapa de control de calidad para comprobar el estado de las bolsas de vacío usadas,

- etapa para formar partes más pequeñas a partir de las bolsas de vacío usadas:

- las bolsas de vacío se llevan a una máquina trituradora donde se cortan en piezas más pequeñas, o

5 - las bolsas de vacío se cortan en láminas, las láminas se enrollan y luego se introducen en un conjunto de extrusor y cortador para obtener pelets,

- etapa de control de calidad para comprobar el estado de las piezas,

- etapa de extrusión: las piezas más pequeñas o los pelets se introducen en un extrusor, donde se funden, y la mezcla fundida se enfría y se expulsa a través de la boquilla del extrusor para producir los filamentos reciclados, y

10 - etapa de bobinado: los filamentos reciclados que salen del extrusor se enrollan en bobinas.

La invención también proporciona un método para el reciclaje de Nylon 6,6 plástico a partir de bolsas de vacío para obtener polvo para los procesos de impresión en 3D, que comprende las siguientes etapas:

15 - proporcionar bolsas de vacío usadas de Nylon 6,6,

- etapa de control de calidad para comprobar el estado de las bolsas de vacío usadas, y

- etapa de triturado: las bolsas de vacío se llevan a una máquina trituradora donde son cortadas en partículas de polvo.

20 La invención presenta varias ventajas, relacionadas con el reciclaje de un material, que se supone que se utiliza una sola vez, para una aplicación/uso innovador (impresión en 3D):

- Impacto ambiental positivo / evaluación del ciclo de vida:

o El reciclaje del Nylon 6,6 de la bolsa de vacío permite que la bolsa sea reutilizada para un objetivo innovador y completamente diferente al anterior.

o Los refuerzos de plásticos reforzados con fibra pueden ser reutilizados introduciéndolos de nuevo en el ciclo de vida del producto en lugar de enterrarlos.

o Hacer que los procesos de impresión en 3D sean más atractivos desde el punto de vista medioambiental / de evaluación del ciclo de vida.

5 - Impacto positivo en la economía y en los costes:

o Mitigar los costes de la compra de nuevos plásticos y refuerzos, de materias primas para los procesos de impresión 3D /para las piezas.

o Mitigar los costes tanto económicos como de imagen de marca de la producción y tratamiento de residuos.

10 o Ventas potenciales de un producto reciclado a otras industrias (fuera del campo aeroespacial).

Otras características y ventajas de la presente invención serán claras a partir de la siguiente descripción detallada de varias realizaciones ilustrativas de su objeto en relación con las figuras adjuntas.

## 15 **Breve descripción de los dibujos**

La figura 1A muestra un diagrama esquemático del método para el reciclaje del Nylon 6,6 plástico a partir de bolsas de vacío para obtener filamentos no reforzados para los procesos de impresión 3D de la invención, en una primera alternativa.

20 La Figura 1B muestra un diagrama esquemático del método para el reciclaje del Nylon 6,6 plástico a partir de bolsas de vacío para obtener filamentos no reforzados para los procesos de impresión 3D de la invención, en una segunda alternativa.

La figura 2 muestra una representación esquemática de una máquina trituradora de la figura 1A.

La figura 3 muestra una representación esquemática de un extrusor de la figura 1A.

La figura 4 muestra una representación esquemática de una bobinadora de la figura 1A o 1B y del proceso de bobinado.

La figura 5A muestra un diagrama esquemático del método para el reciclaje del Nylon 6,6 plástico a partir de bolsas de vacío para obtener filamentos reforzados para los procesos de impresión 3D de la invención, en una primera alternativa.

La Figura 5B muestra un diagrama esquemático del método para el reciclaje del Nylon 6,6 plástico a partir de bolsas de vacío para obtener filamentos reforzados para los procesos de impresión 3D de la invención, en una segunda alternativa.

La Figura 6 muestra un diagrama esquemático del método para el reciclaje del Nylon 6,6 plástico a partir de bolsas de vacío para obtener polvo para los procesos de impresión 3D de la invención.

### **Descripción detallada de la invención**

La invención se refiere a métodos para el reciclaje del Nylon 6,6 plástico a partir de bolsas de vacío 2 (por ejemplo, las utilizadas en la producción de piezas de aeronaves) para obtener filamentos 9 o polvo para procesos de impresión en 3D, en particular para la producción de piezas de aeronaves.

Los filamentos 9 se utilizan para la Fabricación de Filamentos Fundidos (FFF) y el polvo para la Sinterización Selectiva por Láser (SLS).

#### A) Fabricación de Filamentos.

Los filamentos 9 reciclados pueden obtenerse con o sin refuerzo a partir de bolsas de vacío 2 de producción y restos de CFRP.

A continuación se describen el proceso / las etapas a seguir para el reciclaje de la bolsa de vacío 2 (Nylon 6,6), incluyendo la producción de filamentos para impresión en 3D:

#### Proporcionar bolsas de vacío 2 usadas de Nylon 6.6.

Etapa de control de calidad:

Para controlar si las bolsas de vacío 2 han sufrido algún tipo de problema, es necesario una etapa de control de calidad. Este control debe realizarse periódicamente, incluyendo una inspección visual para detectar cualquier cambio de color, apariencia, rigidez o flexibilidad que implique una modificación del grado de cristalinidad, y/o concentración de residuos de resina, y un análisis térmico, como la Termogravimetría (TMA), para detectar potenciales efectos en diferentes parámetros, como el porcentaje de pérdida de peso.

Además, se puede realizar periódicamente un control de calidad al final del proceso de reciclado para comprobar si el producto final (filamento) tiene las propiedades especificadas / necesarias para la aplicación.

Etapa para formar partes más pequeñas a partir de las bolsas de vacío usadas:

Una vez que las bolsas de vacío 2 han sido utilizadas para los procesos de curado (Autoclave o Fuera del Autoclave), y después de ser analizadas (si es necesario), se recogen y pueden:

a) Llevarse a un triturador 1 donde se cortan en piezas más pequeñas 3 diminutas (por ejemplo, de 0,5x0,5cm) que llevan a una fusión más rápida debido a su mayor área superficial. Se pueden considerar diferentes tamaños de pieza dependiendo del peso total del área del material de la bolsa de vacío 2.

Este proceso es casi inmediato, por lo tanto, como las bolsas de vacío 2 entran en el triturador 1, las pequeñas piezas 3 cortadas salen del triturador 1 en un proceso continuo. Por lo tanto, la amplitud de esta etapa depende del número de bolsas de vacío 2 usadas y en caso de mezclarse, de la cantidad de Nylon virgen 6,6 que sigue el mismo procedimiento, o:

b) Cortarse en láminas, luego se enrollan las láminas y se introducen en un conjunto de extrusor y cortador para obtener pelets.

Como se ha indicado, el proceso de adición de material virgen no es obligatorio, pero ayuda a mejorar la calidad del material reutilizado.

### Etapa de control de calidad

Se realiza un control de calidad de las piezas más pequeñas 3 o de los pelets después de la etapa anterior. Esta etapa de control de calidad comprende uno o más de los siguientes controles:

- 5 - análisis térmico, como la Calorimetría Diferencial de Barrido (DSC: "Differential Scanning Calorimetry"), para detectar cambios en la Temperatura de Transición Vítrea (Tg), la temperatura de fusión (Tm) o el alcance de cristalinidad, y
- análisis de peso molecular, como la Cromatografía de Permeación en Gel (GPC: "Gel Permeation Chromatography").

### 10 Etapa de extrusión:

Las piezas más pequeñas 3 o los pelets se introducen en un extrusor 15 con un motor 8 con el fin de producir los filamentos 9. Para ello, las piezas más pequeñas 3 o los pelets pasan por una tolva 4 y se funden en la parte central del extrusor 15 (barril 5 y tornillo 6) a una temperatura superior a la temperatura de fusión del Nylon 6,6 ( $\approx 273$  °C). Como se  
15 indica, el Nylon 6,6 virgen cortado también puede ser añadido (por ejemplo, en una proporción de 50:50, o en cualquier otra proporción) y fundido conjuntamente. Finalmente, la mezcla fundida es expulsada del extrusor 15 por la boquilla 7, que da forma a la mezcla fundida en los filamentos previstos 9 (de 1,75-3 mm de diámetro) debido a la caída de temperatura. En cuanto a la primera etapa, la amplitud de esta etapa depende del número  
20 de bolsas de vacío 2 usadas que proporcionan las piezas pequeñas cortadas 3 o los pelets y de la cantidad de Nylon 6,6 virgen necesario en caso de mezcla.

La temperatura exterior o un enfriador facilitan el enfriamiento y la solidificación justo después de la boquilla 7. Además, los filamentos 9 también pueden ser teñidos más tarde.

En la primera etapa, el Nylon 6,6 virgen también podría ser añadido junto con las bolsas  
25 de vacío 2 (por ejemplo, en una proporción de 50:50, o en cualquier otra proporción) al mismo triturador 1 y luego fundirse juntos.

- Como se ha mencionado, los filamentos 9 pueden reforzarse añadiendo diferentes fibras como de carbono, vidrio o aramida u otros refuerzos como CNTs, grafeno, negro de carbono, nanopartículas, etc. Para esta propuesta es relevante la introducción de fibras recicladas (por ejemplo, Fibra Corta Reciclada ("Recycled Short Fibre") en las figuras 5A y 5B) provenientes de restos de plásticos reforzados con fibras obtenidos durante la producción de piezas aeronáuticas, a través de un proceso estándar de pirólisis o solvólisis y aplicando también un proceso de triturado/corte para obtener fibra cortada, que debe ser alimentada también en el proceso de extrusión en combinación con el plástico, Nylon 6,6, piezas más pequeñas 3 o los pelets.
- 10 El refuerzo puede obtenerse en una etapa de preparación antes de la etapa de extrusión, en la que las piezas más pequeñas 3 o los pelets y los refuerzos de fibra se introducen en un conjunto de extrusor y cortador para la etapa de preparación a fin de obtener piezas más pequeñas reforzadas o pelets reforzados que se utilizarán en la etapa de extrusión.

- 15 Las pruebas realizadas añadiendo diferentes porcentajes de fibra en peso se llevaron a cabo satisfactoriamente, y se preparan pruebas del 30% y 40%.

#### Etapa de bobinado:

- A medida que los filamentos 9 de Nylon 6,6 reciclados salen del extrusor 15 reforzados o no reforzados, se enrollan en bobinas 10 mediante un proceso de bobinado. Para ser colocados en el dispositivo de impresión 3D, cada bobina 10 tiene que tener alrededor de 20 270 metros de filamento 9 enrollado sobre sí misma.

La figura 4 muestra una representación esquemática de una bobinadora 16 con una polea intermedia 11, una polea 12, un motor 13 y un rodamiento de tensión 14, y el proceso de bobinado.

#### B) Fabricación del polvo (figura 6):

- 25 Las siguientes etapas describen el proceso utilizado para reciclar el material de la bolsa de vacío 2 (Nylon 6,6) como material en polvo para impresión en 3D:

Proporcionar bolsas de vacío 2 usadas de Nylon 6,6.

Etapa de control de calidad:

Para controlar si las bolsas de vacío 2 han sufrido algún tipo de problema, es necesaria una etapa de control de calidad. Este control debe realizarse periódicamente, incluyendo: inspección visual para detectar cualquier cambio de color, apariencia, rigidez o flexibilidad que implique modificación del grado de cristalinidad, y/o concentración de residuos de resina, y análisis térmico, como la Termogravimetría (TMA), para detectar potenciales efectos en diferentes parámetros, como el porcentaje de pérdida de peso.

Además, se puede realizar periódicamente un control de calidad al final del proceso de reciclaje para comprobar si el producto final (polvo) tiene las propiedades especificadas.

10 Etapa de triturado:

Después de los procesos de curado y de ser analizadas (si es necesario), las bolsas de vacío 2 se llevan a un triturador 1 que al cortarlas produce piezas muy pequeñas (polvo con partículas de 0,1 mm de diámetro).

Las bolsas de vacío 2 usadas también podrían mezclarse (en una proporción de 50:50, o en cualquier otra proporción) con Nylon 6,6 virgen para mejorar la calidad del material usado, proporcionando también partículas de polvo con un diámetro de 0,1 mm.

Además, durante esta etapa el Nylon reciclado/Nylon virgen 6,6 también puede mezclarse en la proporción deseada con pequeñas piezas de carbono o Fibras de Vidrio así como con otros refuerzos cualesquiera, reciclados (obtenidos a partir de restos de CFRP mediante pirólisis o solvólisis y proceso de corte/triturado para obtener polvo) o no reciclados.

Etapa de control de calidad

Se realiza un control de calidad del polvo después de la etapa de triturado. Esta etapa de control de calidad comprende uno o más de los siguientes controles:

- análisis térmico, como la Calorimetría Diferencial de Barrido (DSC), para detectar cambios en la Temperatura de Transición Vítrea (Tg), la temperatura de fusión (Tm) o el grado de cristalinidad, y

- análisis de peso molecular, como la Cromatografía de Permeación en Gel (GPC).

5 El polvo resultante está listo para ser usado en impresoras 3D SLS.

La mezcla podría realizarse al mismo tiempo dentro del mismo triturador 1 o cada material podría ser cortado en un triturador diferente y entonces los polvos proporcionados se mezclarían (50:50).

10 La fabricación aditiva mediante la tecnología FFF con filamentos 9 reciclados parece ser una buena opción para aplicaciones no cargadas con una tasa de producción baja o cuando se requieren altas inversiones de NRC. La tecnología de fabricación aditiva aparece como una mejor opción frente a otras tecnologías (moldeo por inyección...) para estas aplicaciones.

15 Aunque la presente invención se ha descrito totalmente en relación con realizaciones preferidas, es evidente que pueden introducirse modificaciones dentro de su alcance, no considerando este limitado por estas realizaciones, sino por el contenido de las siguientes reivindicaciones.

**REIVINDICACIONES**

1.- Método para el reciclaje de Nylon 6,6 plástico a partir de bolsas de vacío (2) para obtener filamentos (9) para procesos de impresión 3D, que comprende las siguientes etapas:

- proporcionar bolsas de vacío (2) de Nylon 6,6 usadas,

5 - etapa de control de calidad para comprobar el estado de las bolsas de vacío (2) usadas,

- etapa para formar partes más pequeñas a partir de las bolsas de vacío usadas:

- las bolsas de vacío (2) se llevan a una máquina trituradora (1) donde se cortan en piezas más pequeñas (3), o

10 - las bolsas de vacío (2) se cortan en láminas, las láminas se enrollan y luego se introducen en un conjunto de extrusor y cortador para obtener pelets,

- etapa de control de calidad para comprobar el estado de las piezas más pequeñas (3) o de los pelets,

15 - etapa de extrusión: las piezas más pequeñas (3) o los pelets se introducen en un extrusor (15), donde se funden, y el material fundido se enfría y se expulsa a través de la boquilla (7) del extrusor (15) para producir los filamentos reciclados (9), y

- etapa de bobinado: los filamentos reciclados (9) que salen del extrusor (15) se enrollan en bobinas (10).

20 2.- Método para el reciclaje de Nylon 6,6 plástico a partir de bolsas de vacío (2) para obtener filamentos (9) para procesos de impresión 3D, según la reivindicación 1, que adicionalmente comprende una etapa de formación antes de la etapa de extrusión, en la que las piezas más pequeñas (3) o los pelets y los refuerzos de fibra se introducen en un conjunto de extrusor y cortador para la etapa de formación para obtener piezas más pequeñas reforzadas o pelets reforzados para ser usados en la etapa de extrusión.

- 3.- Método para el reciclaje de Nylon 6,6 plástico a partir de bolsas de vacío (2) para obtener filamentos (9) para procesos de impresión 3D, según la reivindicación 1, que además comprende la adición de refuerzos de fibra en el extrusor (15) para obtener filamentos reforzados (9).
- 5 4.- Método para el reciclaje de Nylon 6,6 plástico a partir de bolsas de vacío (2) para obtener filamentos (9) para procesos de impresión 3D, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende adicionalmente la adición de un aditivo antihidrólisis en el conjunto de extrusor y cortador para evitar la absorción de humedad en la etapa de formación de partes más pequeñas para obtener pelets.
- 10 5.- Método para el reciclaje de Nylon 6,6 plástico a partir de bolsas de vacío (2) para obtener filamentos (9) para procesos de impresión 3D, según las reivindicaciones 2 o 3, en el que los refuerzos de fibra son fibras vírgenes.
- 15 6.- Método para el reciclaje de Nylon 6,6 plástico a partir de bolsas de vacío (2) para obtener filamentos (9) para procesos de impresión 3D, según la reivindicación 2, en el que los refuerzos de fibra son fibras recicladas obtenidas a partir de restos de plásticos reforzados con fibra obtenidos durante la producción de piezas de aeronaves.
- 20 7.- Método para el reciclaje de Nylon 6,6 plástico a partir de bolsas de vacío (2) para obtener filamentos (9) para procesos de impresión 3D, según la reivindicación 4, en el que las fibras recicladas se obtienen mediante un proceso de pirólisis o solvólisis seguido de un proceso de triturado o corte para obtener fibra cortada.
- 8.- Método para el reciclaje de Nylon 6,6 plástico a partir de bolsas de vacío (2) para obtener filamentos (9) para procesos de impresión 3D, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que además comprende la adición de Nylon 6,6 virgen en la etapa para formar partes más pequeñas a partir de bolsas de vacío usadas y/o en el extrusor (15).
- 25 9.- Método para el reciclaje de Nylon 6,6 plástico a partir de bolsas de vacío (2) para obtener filamentos (9) para procesos de impresión 3D, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la etapa de control de calidad para comprobar el estado de las bolsas de vacío (2) usadas comprende uno o más de los siguientes controles:

- inspección visual para detectar cualquier cambio de color, apariencia, rigidez o flexibilidad que implique una modificación del grado de cristalinidad y/o concentración de residuos de resina, y

5 - análisis térmico, como la termogravimetría, para detectar el porcentaje de pérdida de peso,

y la etapa de control de calidad para comprobar el estado de las piezas cortadas (3) antes de la etapa de extrusión comprende uno o más de los siguientes controles:

- análisis térmico, como la Calorimetría Diferencial de Barrido, para detectar cambios en la Temperatura de Transición Vítrea, la temperatura de fusión o el alcance de cristalinidad, y

10 - análisis de peso molecular, como la Cromatografía de Permeación de Gel.

10.- Método para el reciclaje de Nylon 6,6 plástico a partir de bolsas de vacío (2) para obtener polvo para procesos de impresión 3D, que comprende las siguientes etapas:

- proporcionar bolsas de vacío (2) de Nylon 6,6 usadas,

15 - etapa de control de calidad para comprobar el estado de las bolsas de vacío (2) usadas, y

- etapa de triturado: las bolsas de vacío (2) se llevan a una máquina trituradora (1) donde se cortan en partículas de polvo.

20 11.- Método para el reciclaje de Nylon 6,6 plástico a partir de bolsas de vacío (2) para obtener polvo para procesos de impresión 3D, según la reivindicación 8, que además comprende la adición de refuerzos de fibra en la máquina trituradora (1).

12.- Método para el reciclaje de Nylon 6,6 plástico a partir de bolsas de vacío (2) para obtener polvo para procesos de impresión 3D, según la reivindicación 9, en el que los refuerzos de fibra son de carbono o de fibra de vidrio.

13.- Método para el reciclaje de Nylon 6,6 plástico a partir de bolsas de vacío (2) para obtener polvo para procesos de impresión 3D, según la reivindicación 9 o 10, en el que los refuerzos de fibra son fibras vírgenes.

5 14.- Método para el reciclaje de Nylon 6,6 plástico a partir de bolsas de vacío (2) para obtener polvo para procesos de impresión 3D, según la reivindicación 9, en el que los refuerzos de fibra son fibras recicladas obtenidas a partir de restos de plásticos reforzados con fibra obtenidos durante la producción de piezas de aeronaves.

10 15.- Método para el reciclaje de Nylon 6,6 plástico a partir de bolsas de vacío (2) para obtener polvo para procesos de impresión 3D, según la reivindicación 12, en el que las fibras recicladas se obtienen mediante un proceso de pirólisis o solvólisis seguido de un proceso de triturado o corte para obtener polvo.

16.- Método para el reciclaje de Nylon 6,6 plástico a partir de bolsas de vacío (2) para obtener polvo para procesos de impresión 3D, según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 13, que además comprende la adición de Nylon 6,6 virgen en el triturador (1).

15 17.- Método para el reciclaje de Nylon 6,6 plástico a partir de bolsas de vacío (2) para obtener polvo para procesos de impresión 3D, según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 14, en el que la etapa de control de calidad para comprobar el estado de las bolsas de vacío (2) usadas comprende uno o más de los siguientes controles:

20 - inspección visual para detectar cualquier cambio de color, apariencia, rigidez o flexibilidad que implique una modificación del grado de cristalinidad y/o concentración de residuos de resina, y

- análisis térmico, como la Termogravimetría, para detectar el porcentaje de pérdida de peso,

25 y la etapa de control de calidad para comprobar el estado del polvo comprende uno o más de los siguientes controles:

- análisis térmico, como la Calorimetría Diferencial de Barrido, para detectar cambios en la Temperatura de Transición Vítrea, la temperatura de fusión o el alcance de cristalinidad, y

- análisis de peso molecular, como la Cromatografía de Permeación de gel.

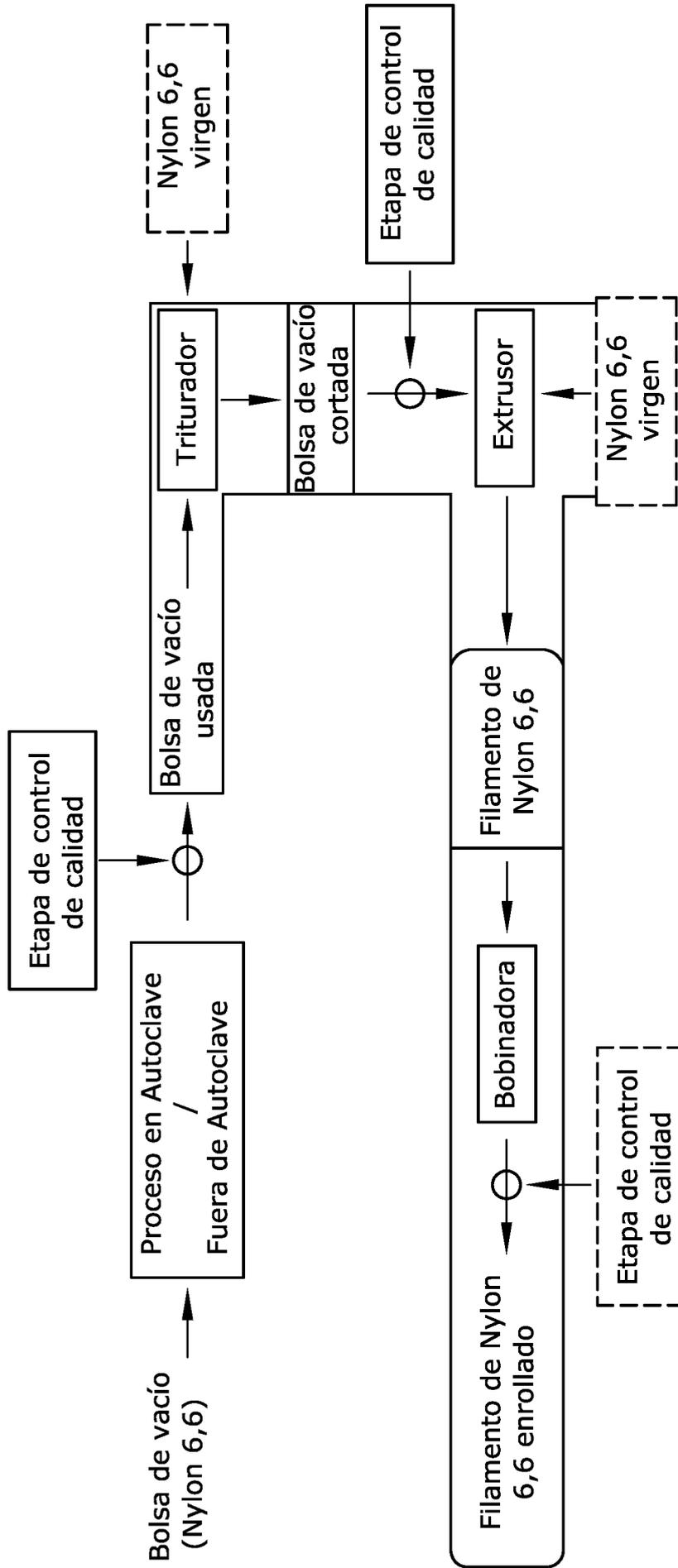


FIG.1A

(\*) CORTADO EN PARTES PEQUEÑAS Y ENROLLADO EN LÁMINAS

(\*\*) OBTENCIÓN DE PELETS EN EL CONJUNTO DE EXTRUSOR Y CORTADO

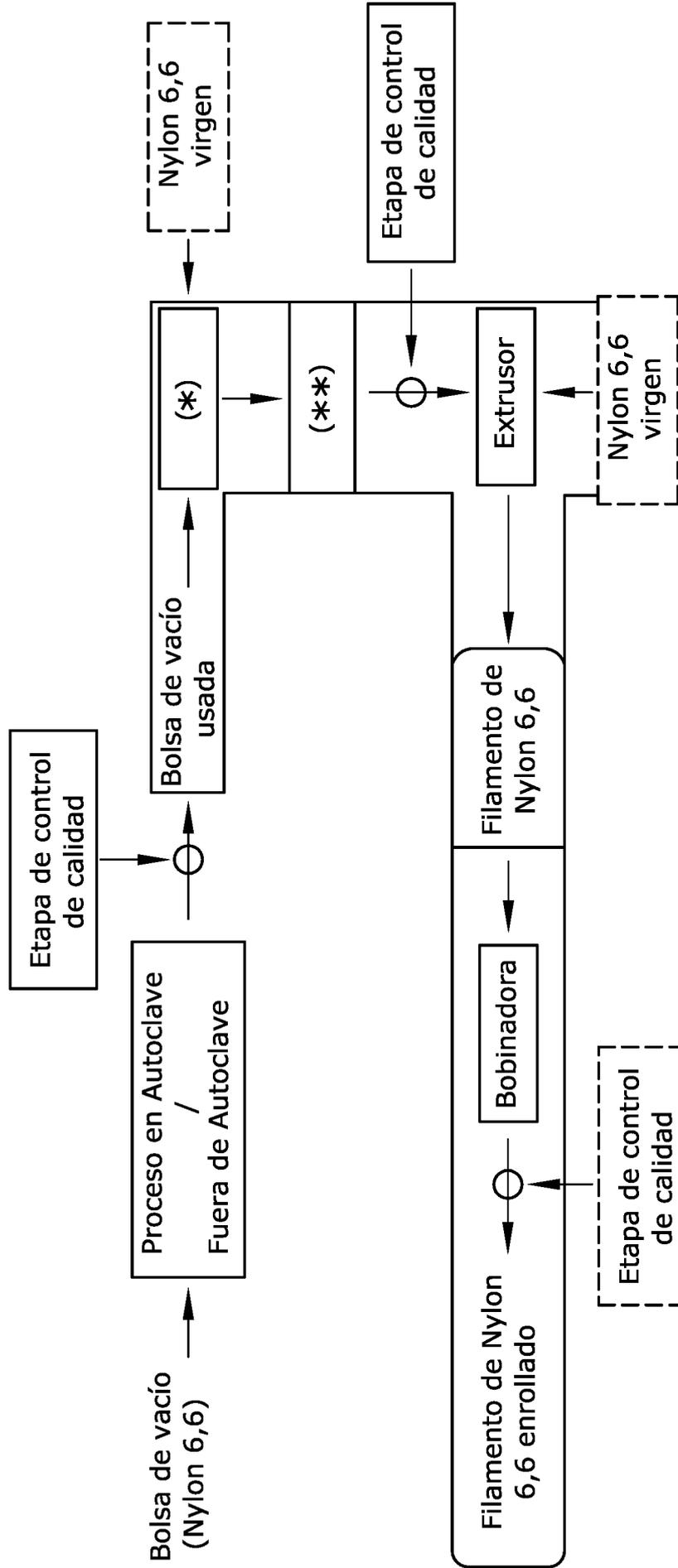


FIG.1B

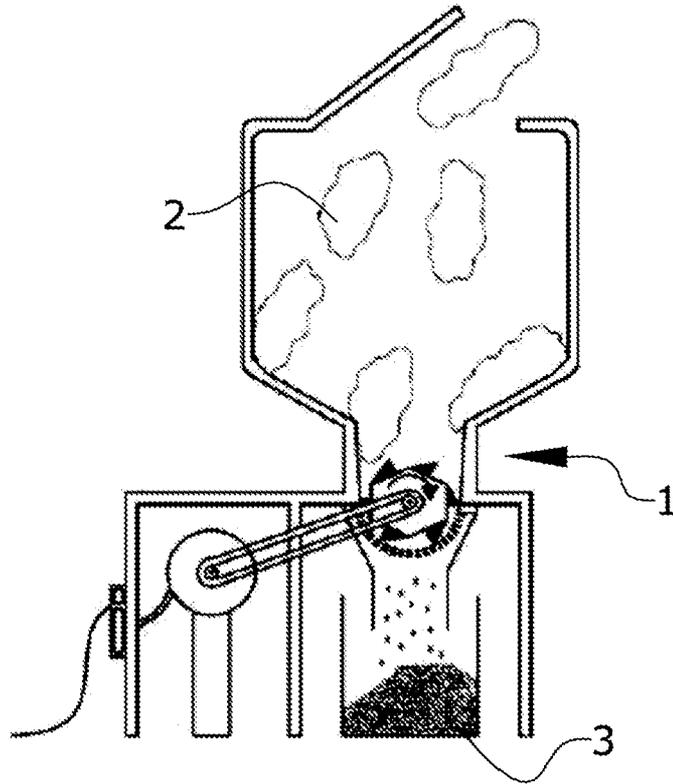


FIG. 2

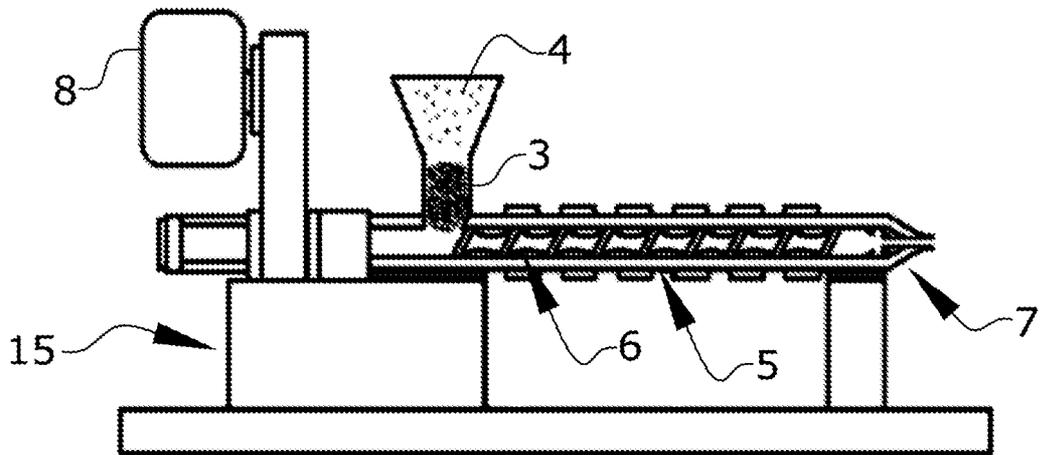


FIG. 3

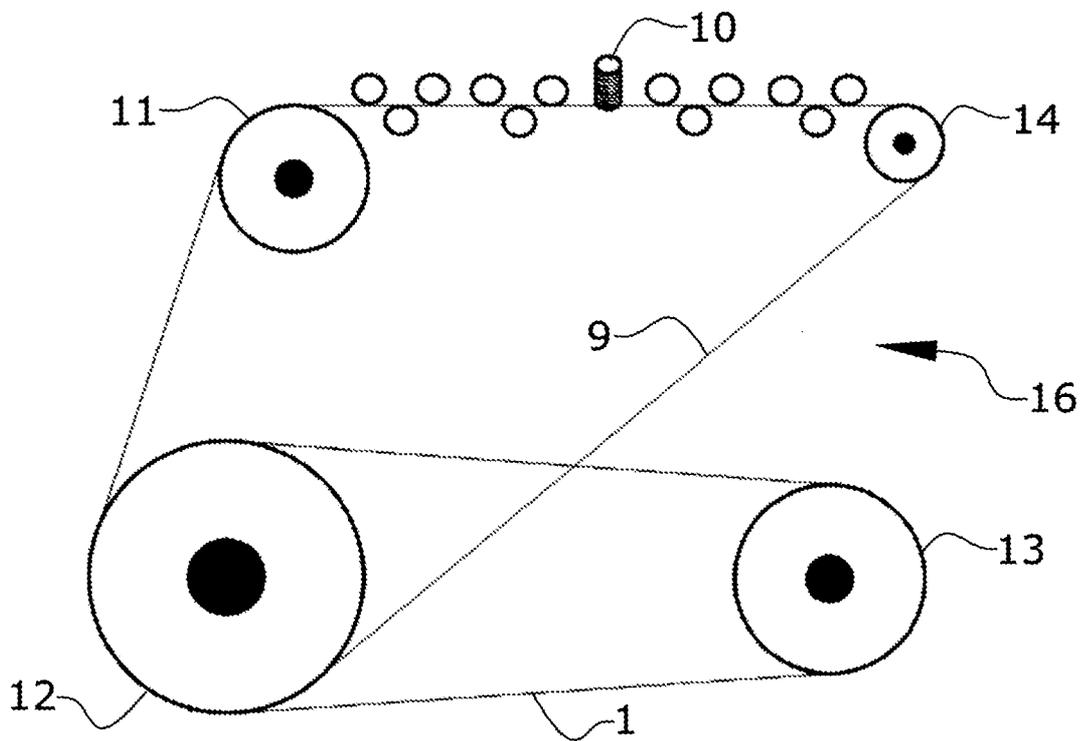


FIG.4

(\*) CONJUNTO DE EXTRUSOR Y CORTADOR

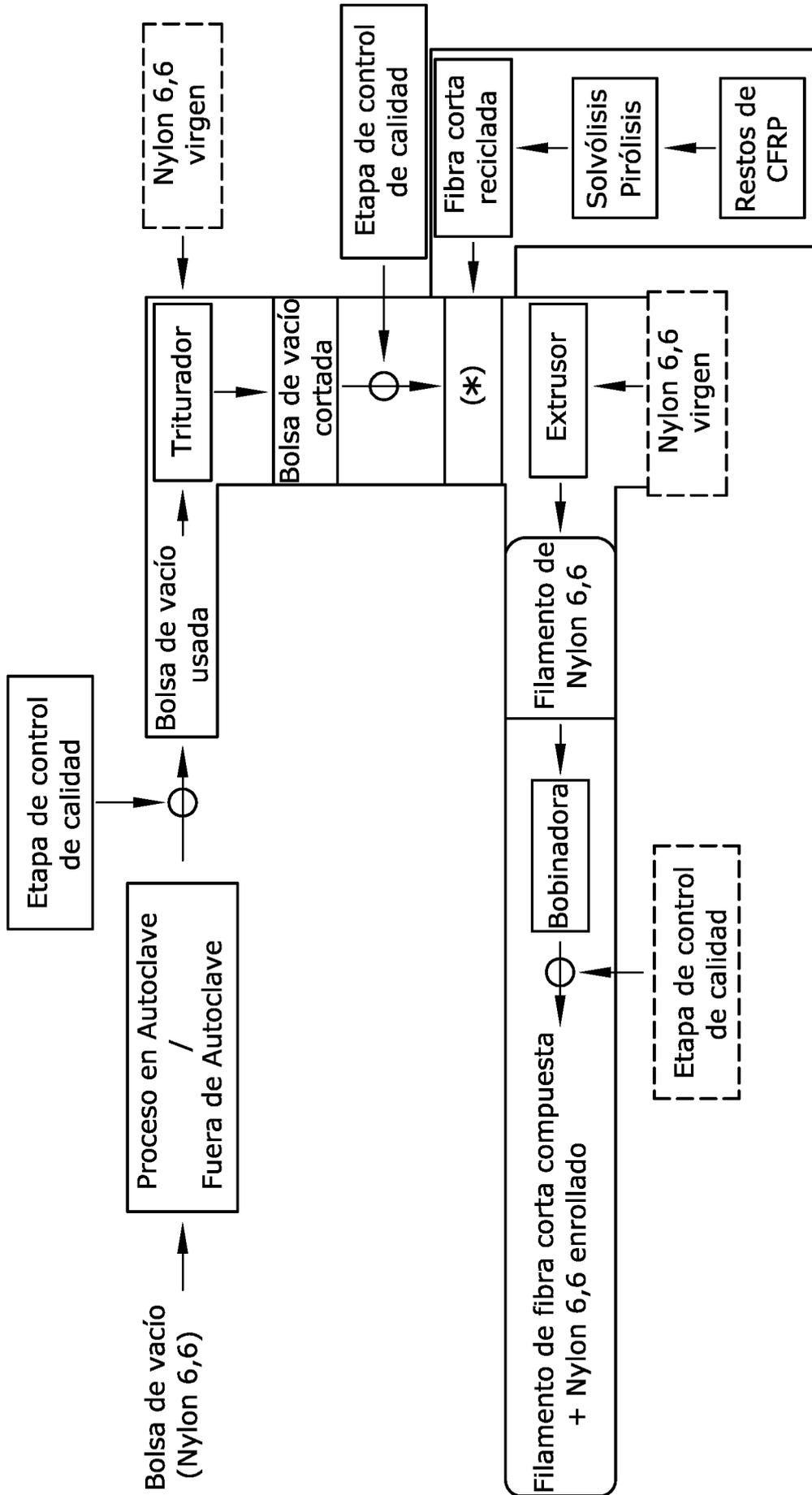


FIG. 5A

(\*) CORTADO EN PARTES PEQUEÑAS Y ENROLLADO EN LÁMINAS

(\*\*) OBTENCIÓN DE PELETS EN EL CONJUNTO DE EXTRUSOR Y CORTADOR

(\*\*\*) CONJUNTO DE EXTRUSOR Y CORTADOR

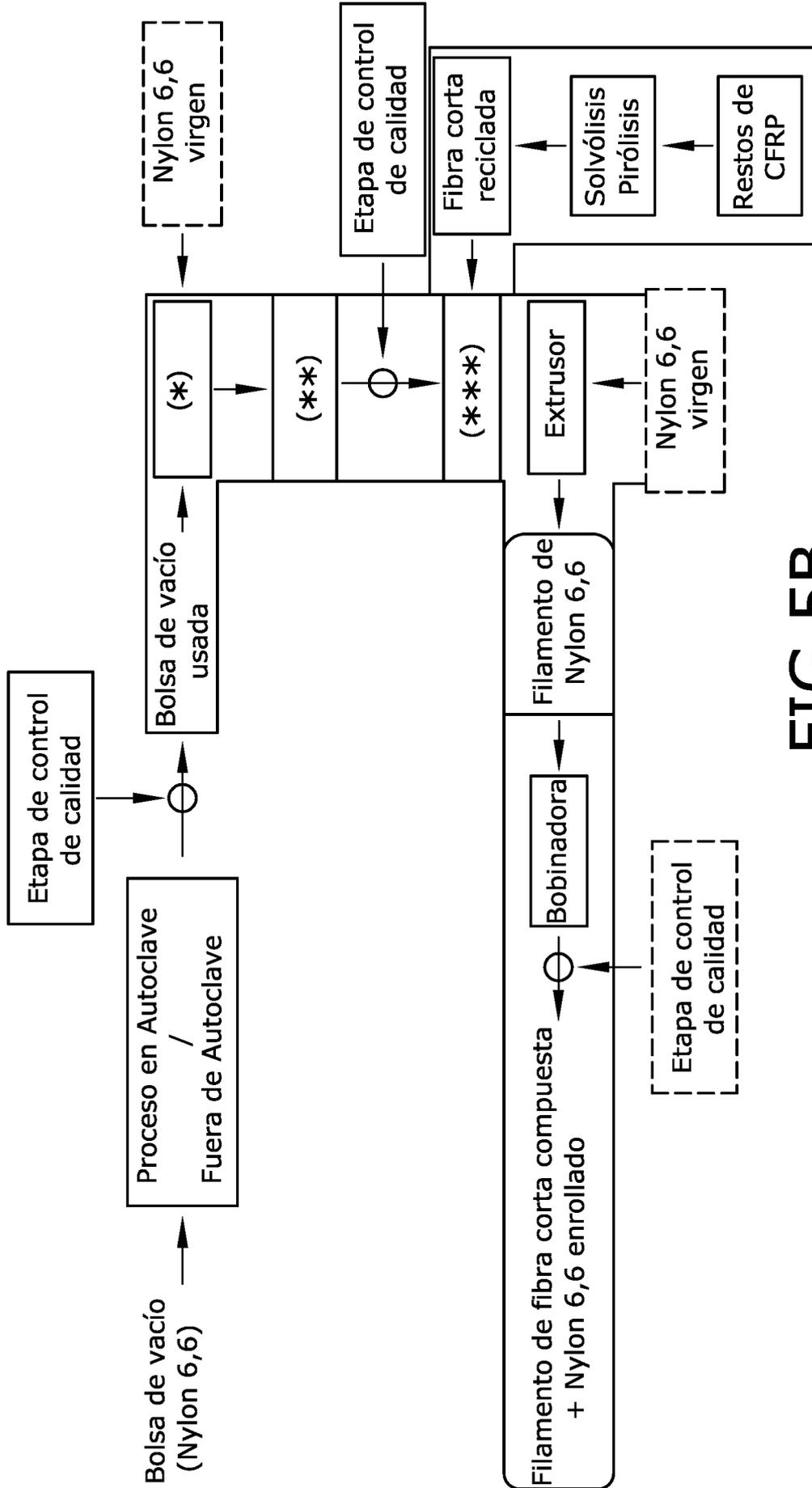


FIG. 5B

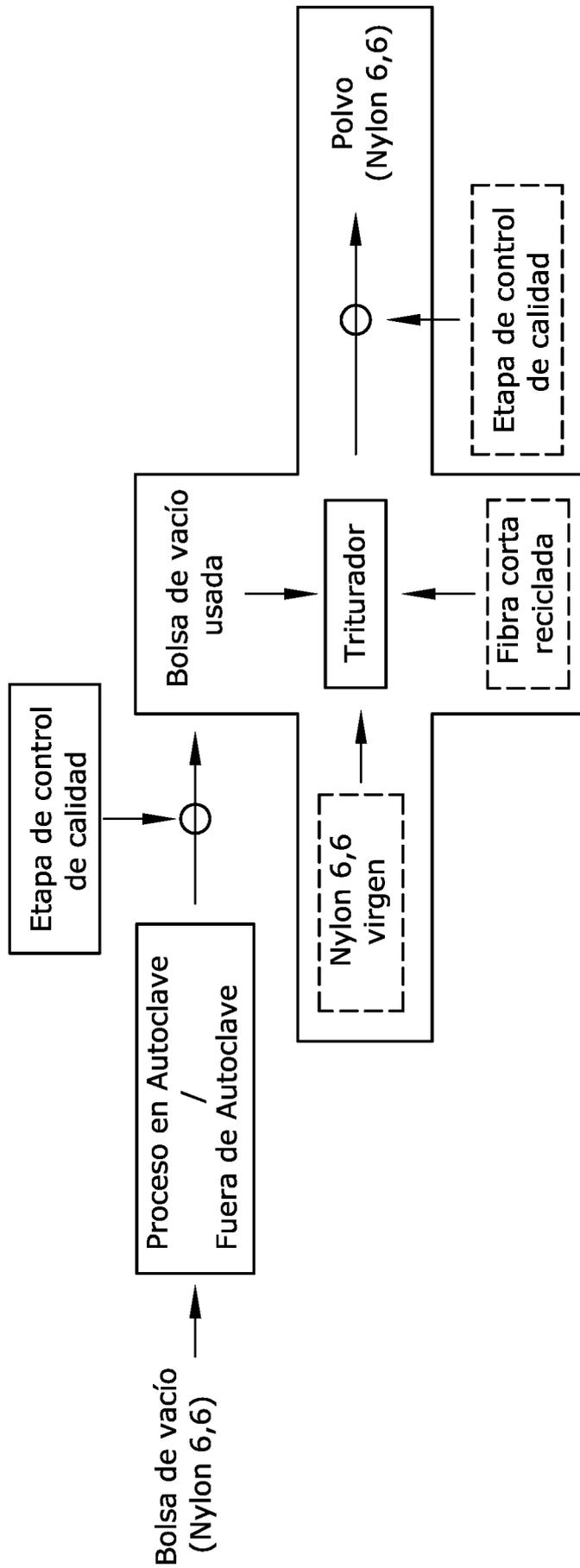


FIG.6

# INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud internacional N°

PCT/ES2020/070229

## A. CLASIFICACION DEL OBJETO DE LA SOLICITUD

INV.	B29B9/10	B29B17/04	B29C48/05	B29C64/118	B29B9/14
	B29B9/16	B33Y70/00	B33Y40/00	B29C64/357	
ADD.	B29K77/00	B29L31/00	B29B9/04	B29B9/06	

De acuerdo con la Clasificación Internacional de Patentes (CIP) o según la clasificación nacional y CIP.

## B. SECTORES COMPRENDIDOS POR LA BÚSQUEDA

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

**B29B B29C B29K B29L**

Otra documentación consultada, además de la documentación mínima, en la medida en que tales documentos formen parte de los sectores comprendidos por la búsqueda

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda internacional (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados) **EPO-Internal, WPI Data**

## C. DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES

Categoría*	Documentos citados, con indicación, si procede, de las partes relevantes	Relevante para las reivindicaciones N°
Y	EP 3 012 078 A1 (ENYE TECH S A [AR]) 27 Abril 2016 (2016-04-27) párrafos [0022] - [0036] -----	1-17
Y	US 5 129 813 A (SHEPHERD G MAURY [US]) 14 Julio 1992 (1992-07-14) columna 4, líneas 61-66 columna 8, línea 15; reivindicaciones 1,8 -----	1-17
Y	JP 3 303610 B2 (CALSONIC CORP) 22 Julio 2002 (2002-07-22) párrafos [0010] - [0019] -----	2,3,11, 12
Y	US 2004/053047 A1 (JACKSON CRAIG A [US] ET AL) 18 Marzo 2004 (2004-03-18) párrafo [0024]; ejemplos -----	8,16

En la continuación del Recuadro C se relacionan otros documentos  Los documentos de familias de patentes se indican en el Anexo

<p>* Categorías especiales de documentos citados:</p> <p>“A” documento que define el estado general de la técnica no considerado como particularmente relevante.</p> <p>“E” solicitud de patente o patente anterior pero publicada en la fecha de presentación internacional o en fecha posterior.</p> <p>“L” documento que puede plantear dudas sobre una reivindicación de prioridad o que se cita para determinar la fecha de publicación de otra cita o por una razón especial (como la indicada).</p> <p>“O” documento que se refiere a una divulgación oral, a una utilización, a una exposición o a cualquier otro medio.</p> <p>“P” documento publicado antes de la fecha de presentación internacional pero con posterioridad a la fecha de prioridad reivindicada.</p>	<p>“T” documento ulterior publicado con posterioridad a la fecha de presentación internacional o de prioridad que no pertenece al estado de la técnica pertinente pero que se cita por permitir la comprensión del principio o teoría que constituye la base de la invención.</p> <p>“X” documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse nueva o que implique una actividad inventiva por referencia al documento aisladamente considerado.</p> <p>“Y” documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse que implique una actividad inventiva cuando el documento se asocia a otro u otros documentos de la misma naturaleza, cuya combinación resulta evidente para un experto en la materia.</p> <p>“&amp;” documento que forma parte de la misma familia de patentes.</p>
--	--

Fecha en que se ha concluido efectivamente la búsqueda internacional. <p style="text-align: center;"><b>6 Julio 2020</b></p>	Fecha de expedición del informe de búsqueda internacional <p style="text-align: center;"><b>14/07/2020</b></p>
Nombre y dirección postal de la Administración encargada de la búsqueda internacional European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Funcionario autorizado <p style="text-align: center;"><b>Tassinari, Francesca</b></p>
N° de fax	N° de teléfono

# INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Información relativa a miembros de familias de patentes

Solicitud internacional N°

PCT/ES2020/070229

EP 3012078	A1	27-04-2016	AR	100196 A1	21-09-2016
			EP	3012078 A1	27-04-2016
			US	2016107337 A1	21-04-2016
-----					
US 5129813	A	14-07-1992	AU	1439992 A	07-09-1992
			EP	0591223 A1	13-04-1994
			US	5129813 A	14-07-1992
			WO	9213695 A1	20-08-1992
-----					
JP 3303610	B2	22-07-2002	JP	3303610 B2	22-07-2002
			JP	H0924516 A	28-01-1997
-----					
US 2004053047	A1	18-03-2004	NINGUNO		
-----					

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No  
PCT/ES2020/070229

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>					
INV.	B29B9/10	B29B17/04	B29C48/05	B29C64/118	B29B9/14
	B29B9/16	B33Y70/00	B33Y40/00	B29C64/357	
ADD.	B29K77/00	B29L31/00	B29B9/04	B29B9/06	
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC					

<b>B. FIELDS SEARCHED</b>
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B29B B29C B29K B29L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)  
EPO-Internal, WPI Data

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 3 012 078 A1 (ENYE TECH S A [AR]) 27 April 2016 (2016-04-27) paragraphs [0022] - [0036] -----	1-17
Y	US 5 129 813 A (SHEPHERD G MAURY [US]) 14 July 1992 (1992-07-14) column 4, lines 61-66 column 8, line 15; claims 1,8 -----	1-17
Y	JP 3 303610 B2 (CALSONIC CORP) 22 July 2002 (2002-07-22) paragraphs [0010] - [0019] -----	2,3,11, 12
Y	US 2004/053047 A1 (JACKSON CRAIG A [US] ET AL) 18 March 2004 (2004-03-18) paragraph [0024]; examples -----	8,16

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&amp;" document member of the same patent family</p>
---	---

Date of the actual completion of the international search  6 July 2020	Date of mailing of the international search report  14/07/2020
--	--

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer  Tassinari, Francesca
--	--

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/ES2020/070229

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 3012078	A1	27-04-2016	AR 100196 A1 21-09-2016
			EP 3012078 A1 27-04-2016
			US 2016107337 A1 21-04-2016
-----			
US 5129813	A	14-07-1992	AU 1439992 A 07-09-1992
			EP 0591223 A1 13-04-1994
			US 5129813 A 14-07-1992
			WO 9213695 A1 20-08-1992
-----			
JP 3303610	B2	22-07-2002	JP 3303610 B2 22-07-2002
			JP H0924516 A 28-01-1997
-----			
US 2004053047	A1	18-03-2004	NONE
-----			