



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS  
ESPAÑA



⑪ Número de publicación: **2 950 465**

⑮ Int. Cl.:

**B22F 10/80** (2011.01)  
**B29C 64/386** (2007.01)  
**B29C 64/393** (2007.01)

⑫

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑯ Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.01.2017 PCT/EP2017/050079**

⑰ Fecha y número de publicación internacional: **12.07.2018 WO18127275**

⑯ Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.01.2017 E 17700777 (0)**

⑯ Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.06.2023 EP 3565713**

---

⑮ Título: **Método para imprimir un producto 3D y dispositivo de impresión en 3D**

⑯ Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**10.10.2023**

⑮ Titular/es:

**L3F SWEDEN AB (100.0%)**  
Rotkilengatan 3  
545 31 Töreboda, SE

⑯ Inventor/es:

**EDVINSSON, JERRY**

⑯ Agente/Representante:

**DEL VALLE VALIENTE, Sonia**

**ES 2 950 465 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

Método para imprimir un producto 3D y dispositivo de impresión en 3D

5 **Campo técnico**

Método para fabricar uno o más productos 3D en un lote mediante fabricación aditiva utilizando una técnica capa a capa y un dispositivo de impresión en 3D para fabricar uno o más productos 3D en un lote mediante fabricación aditiva utilizando una técnica capa a capa.

10 **Antecedentes**

Las técnicas de fabricación aditivas comprenden un proceso que implica reunir o combinar materiales para fabricar productos 3D a partir de datos de modelización en 3D, de forma típica un archivo de diseño asistido por ordenador, habitualmente capa a capa, a diferencia de las metodologías de fabricación sustractiva, tal como el mecanizado tradicional. Estos elementos de volumen elemental, denominados “vóxeles”, pueden crearse y yuxtaponese utilizando una variedad de principios técnicos distintos, por ejemplo, proporcionando gotas de monómeros fotopolimerizables por medio de un cabezal de impresión, fotopolimerizando selectivamente con una fuente de luz UV cerca de la superficie de un baño de monómero (técnica de estereolitografía), o fundiendo el polvo de polímero ((fusión selectiva por láser (SLM) o sinterización por láser selectiva (SLS)) por mencionar algunos.

Las técnicas de fabricación aditiva permiten definir la geometría de productos 3D con gran flexibilidad, pero plantean una serie de problemas. En algunos campos, existe la necesidad de fabricar productos relativamente grandes y geométricamente complicados y a bajo coste. En otros campos, se ha tenido cuidado de fabricar productos pequeños, incluso a escala micrométrica o nanométrica.

Independientemente del campo, el tiempo de fabricación puede tener un impacto significativo en los costes. Para reducir el tiempo de fabricación se ha intentado imprimir productos continuos que sustancialmente no muestran capas distintas. Dichos métodos de fabricación que permiten la impresión de dichos productos 3D pueden tener la ventaja de no estar restringidos para situar el modelo 3D de forma específica con respecto al volumen de impresión.

El documento WO 2014/199231 A2 describe métodos que implican la impresión en 2D de imágenes en capas de sustrato internas dentro de un objeto 3D transparente.

35 El documento WO 01/72502 A1 describe un método para formar una parte estructural mediante una técnica de deposición de múltiples capas. El espesor de la capa de material puede variarse en el proceso para aumentar o disminuir la resolución y la precisión de fabricación.

40 El documento US 5 192 469 A describe un método de impresión en 3D basado en un material de construcción polimérico con fotocurado. Para evitar el curado incompleto del material de construcción, es necesario tener en cuenta el valor de MSD, es decir, la profundidad mínima de solidificación obtenible con una combinación de material/entorno de solidificación dada. A un espesor de capa inferior al valor de MSD, el material no se curará completamente y no puede formar una región no soportada de material cohesivo, dando como resultado una resistencia y definición inferiores del objeto impreso.

45 Sin embargo, parece que muchos de los métodos de fabricación aditiva se limitan además a la fabricación de un producto a la vez. Esto tiene varios inconvenientes por razones obvias. Una razón es, por supuesto, que si es posible fabricar dos productos en un lote, el tiempo de fabricación se reducirá significativamente. Sin embargo, una vez que se ha decidido que se deben producir dos o más productos en un solo lote, surgen otros problemas.

50 **Resumen**

55 Un objeto de la invención es proporcionar un método para fabricar un producto 3D que permita que un operario controle la resolución de uno o más productos 3D durante la fabricación. Este objeto se logra al menos parcialmente proporcionando un método según la reivindicación 1. Este objeto se logra al menos parcialmente mediante un método para fabricar un lote de uno o más productos 3D mediante fabricación aditiva utilizando una técnica capa a capa. El método comprende las etapas de: establecer un primer espesor de una capa de referencia y formar una primera capa de material que tenga un segundo espesor. El segundo espesor se establece como un múltiplo de un número entero y el primer espesor de la capa de referencia. El método comprende además realizar una acción aglutinante sobre la primera capa de material. Las etapas de formar una primera capa de material que tenga el segundo espesor y realizar una acción aglutinante sobre la primera capa de material se realizan una o más veces, formando de este modo una primera zona en el lote, teniendo la primera zona una primera resolución. El método implica además establecer un tercer espesor, siendo el tercer espesor un múltiplo de un número entero y el primer espesor de la capa de referencia, formando una segunda capa de material que tenga el tercer espesor y realizando una acción aglutinante sobre la segunda capa de material. Las etapas de formar una segunda capa de material que tenga el tercer espesor y realizar una acción aglutinante sobre la segunda capa de material se realizan una o más veces, formando de este modo una

segunda zona en el lote, teniendo la segunda zona una segunda resolución, siendo el espesor de capa de material de la segunda zona diferente del espesor de capa de material de la primera zona.

5 La acción aglutinante y aplicación de la una o más capas de material se repiten hasta que se forman uno o más productos 3D. El método proporciona un método flexible que permite el control individual de la resolución para cada producto 3D de una manera simple y efectiva. El método permite fabricar al menos dos productos 3D con diferente resolución en el mismo lote, por lo que no es necesario elegir entre alta resolución, es decir, un alto número de capas de material relativamente finas, y un tiempo de fabricación rápido que puede lograrse usando capas de material relativamente espesas. Al controlar el espesor de las capas de material se puede regular la relación entre agente aglutinante y material a granel. Por lo tanto, la porosidad y el peso de los productos 3D finales pueden manipularse. Solo como ejemplo, menos agente aglutinante puede dar productos 3D más ligeros pero más frágiles que a veces pueden ser aceptables. Si se desean productos más fuertes, el agente aglutinante puede aplicarse con mayor frecuencia. Si el primer espesor de la capa de referencia es  $T_r$  y el número entero es  $n$ , entonces el múltiplo del primer espesor de la capa de referencia y el número entero es  $n \bullet T_r$ . La configuración de un primer espesor de una capa de referencia se realiza preferiblemente en una unidad de control para un dispositivo de impresión en 3D que puede disponerse local o remotamente con respecto al dispositivo de impresión en 3D. La fabricación de uno o más productos 3D puede realizarse en un solo lote o usando un proceso de construcción continuo. Un tamaño de lote adecuado es preferiblemente  $1 \text{ m}^3$  o más, tal como  $2 \text{ m}^3$  o más,  $3 \text{ m}^3$  o más,  $4 \text{ m}^3$  o más, preferiblemente  $5 \text{ m}^3$  o más.

10

15

20 El número entero puede ser desde 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 o más, preferiblemente 1-10, más preferiblemente dentro del intervalo de 1-10 000, 1-5000, 1-1000, 1-100. En una realización, el número entero es  $>1$ . Por lo tanto, el número entero 1 puede excluirse o, en otras palabras, en una realización el número entero puede ser 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 o más, preferiblemente dentro del intervalo de 2-10, 2-10 000, 2-5000, 2-1000, 2-100. Usando un denominador común más bajo, es decir, el espesor de la capa de referencia, cuando se selecciona el espesor de las capas de material en el lote, los productos 3D que tengan una resolución diferente pueden fabricarse fácilmente, más rápido y a costes más bajos. Debe observarse que el espesor de la capa de referencia puede seleccionarse para que sea mayor que la capa de material más fina posible para el dispositivo que se usa para la fabricación. De hecho, esto puede ser preferible en algunos aspectos; algunos dispositivos para la fabricación aditiva pueden operarse para fabricar productos grandes o productos que tengan baja demanda de resolución, es decir, sin necesidad de una alta resolución.

25

30

35

40 Según un aspecto, el primer espesor de la capa de referencia puede establecerse como un espesor mínimo disponible para una capa de material. En esta configuración, el espesor seleccionado de la capa de referencia es el espesor disponible más pequeño que define por lo tanto la resolución más alta disponible para un producto 3D en el lote específico.

45 El primer espesor de la capa de referencia puede estar dentro del intervalo de 0,001-20, opcionalmente 0,01-20 mm, opcionalmente 0,05-10 mm, opcionalmente 0,05-5 mm, opcionalmente 0,1-1,0 mm. El espesor de la capa de referencia puede seleccionarse para que sea más fino, igual o más grueso que el espesor mínimo de la capa de material disponible.

50

55 La capa de material puede formarse aplicando una o más capas de material a granel. Una capa de material, como se menciona en la presente memoria, se refiere a la capa de material antes de que se haya realizado la acción aglutinante. Por lo tanto, si se mide con fines comparativos, las mediciones y comparaciones deben realizarse antes de realizar la acción aglutinante. Después de cada ciclo, se ha realizado una acción aglutinante en una sección seleccionada, aplicándose así una nueva capa de material en esa sección seleccionada.

60 El método puede ser un método para imprimir al menos un primer y un segundo producto 3D en un solo lote. Se ha descubierto que el método es especialmente ventajoso para imprimir dos o más productos 3D en un solo lote. El método permite controlar la resolución para los productos individuales.

65 La acción aglutinante puede ser tratamiento térmico, tratamiento por radiación, tratamiento con luz, aplicación de agente aglutinante, aplicación de reactivo químico o combinaciones de los mismos. Una acción aglutinante preferida es aplicar un agente aglutinante.

66 El lote se separa en al menos una primera y una segunda zona, con lo que en la primera zona se forma una capa de material que tiene un primer espesor y posteriormente se realiza una acción aglutinante, y con lo que en la segunda zona se forma una capa de material que tiene el segundo espesor antes de que se realice posteriormente una acción aglutinante.

Según un aspecto, el método puede comprender proporcionar una imagen en una unidad de visualización de imágenes representativa de al menos una parte del volumen de impresión del lote. Dividir la imagen en al menos una primera y una segunda zona. Cada una de las zonas primera y segunda define límites, zonas dentro de las cuales al menos un parámetro de proceso regula dicho volumen de impresión en 3D disponible dividido. El parámetro de proceso puede ser en este caso espesores de capa de material diferentes. Por lo tanto, en una zona se selecciona un primer espesor de capa de material, y en una segunda zona se selecciona una segunda capa de material, estableciéndose el segundo espesor como un múltiplo de un número entero y el primer espesor de la capa de referencia. El mismo plano X-Y está provisto de diferentes múltiplos. De este modo, se pueden imprimir diferentes productos 3D que tengan diferente resolución pero que sigan compartiendo el mismo plano X-Y. Esto proporciona un método y dispositivo de fabricación muy eficientes y flexibles.

En términos generales, el método puede comprender una etapa para realizar una acción aglutinante, tal como añadir agente aglutinante, sobre una capa de material que tenga un primer espesor y sobre una capa de material que tenga un segundo espesor dentro de una y la misma ejecución, o “ciclo”, tal como dentro de una y la misma ejecución de la unidad de cohesionado de las capas para depositar agente aglutinante o aglomerar la capa de cualquier otra manera adecuada. Solo como ejemplo, si una unidad de depósito pasa de izquierda a derecha mientras se deposita el agente aglutinante, el agente aglutinante se aplicará sobre una capa de material que tenga un primer espesor en un primer producto 3D y en una capa de material que tenga un segundo espesor en un segundo producto 3D a medida que la unidad de depósito se desplaza de izquierda a derecha. En lugar de izquierda a derecha, por supuesto, es posible ir de derecha a izquierda, es decir, desde un primer lado hasta un segundo lado opuesto. Generalmente, tal unidad de depósito se desplaza hacia adelante y hacia atrás a lo largo del eje X.

Según un aspecto, el método es un método para controlar la resolución en el uno o más productos 3D.

Según un aspecto, la etapa a) se establece como un valor memorizado, por ejemplo, en una unidad de control. El espesor de la capa de referencia puede almacenarse y recuperarse, por ejemplo, cada vez que se inicie el dispositivo, por ejemplo, durante una fase de inicio o tras solicitarlo un operario. Aunque se repiten las etapas de aplicar capas de material y realizar una acción aglutinante, no es necesario que un operario establezca el espesor de la capa de referencia más de una vez. Puede ser suficiente establecer el espesor de la capa de referencia una vez para cada lote por ejemplo.

Se forma una primera capa de material que tiene un segundo espesor, y se forma una segunda capa de material que tiene un tercer espesor. El tercer espesor es un múltiplo de un número entero y el primer espesor de la capa de referencia. Por lo tanto, puede ser posible fabricar uno o más productos 3D en los que ninguno de los productos 3D tenga una capa de material correspondiente al espesor de la capa de referencia. Esto proporciona flexibilidad al método de fabricación y también puede permitir una mayor velocidad de fabricación.

La primera y la segunda capa de material pueden formarse dentro de un producto 3D. Por lo tanto, es posible fabricar un único producto 3D que tenga dos espesores de capa de material diferentes. Esto proporciona la posibilidad de evaluar el impacto de diferentes espesores de material en un lote, y al imprimir un único producto 3D.

También es posible, como opción o además, que la primera y la segunda capa de material se formen dentro de al menos dos productos 3D diferentes. Esto proporciona la posibilidad de evaluar el impacto de diferentes espesores de material y/o diferentes cantidades de agente aglutinante, como ejemplo, en un lote al imprimir dos productos 3D distintos.

Según un aspecto, la una o más capas de material pueden estar formadas por un material particulado, y opcionalmente el espesor de dicha capa de referencia puede seleccionarse basándose en el tamaño de partícula en el material particulado. El material particulado puede ser un único material particulado o una mezcla de diferentes materiales particulados.

Según un aspecto, en la etapa b) la formación de la capa de material comprende nivelar la capa de material. El segundo espesor de la capa de material se determina después de nivelar la capa de material. El método es aplicable en diferentes tipos de material utilizados para formar la capa de material. Algunos materiales pueden no necesitar nivelación, mientras que otros materiales pueden beneficiarse de ser nivelados. Incorporar una etapa de nivelación en la que la capa de material se alise para proporcionar una superficie plana y uniforme puede permitir una acción aglutinante mejorada.

Según un aspecto, el espesor de la capa de referencia puede definirse como una capa nivelada de material. La capa de referencia puede definirse así como una capa nivelada de material.

La capa de material puede nivelarse usando una cuchilla fija, tal como un raspador, y/o, un elemento giratorio tal como cepillo giratorio, cilindro giratorio, vibrador.

El objetivo se cumple además, al menos parcialmente, mediante un dispositivo de impresión en 3D para fabricar uno o más productos 3D en un solo lote mediante fabricación aditiva usando una técnica capa a capa según la reivindicación 11 adjunta.

5 La acción aglutinante y la aplicación de las capas de material se repiten hasta que se forman el uno o más productos 3D. El dispositivo permite el control individual de la resolución de productos 3D de manera simple y efectiva. El dispositivo permite fabricar al menos dos productos 3D con diferente resolución en el mismo lote, por lo que no es necesario elegir entre alta resolución, es decir, un alto número de capas de material relativamente finas, y un tiempo de fabricación rápido que puede lograrse usando capas de material relativamente espesas. Al controlar el espesor de las capas de material se puede regular la relación entre agente aglutinante y material a granel. Por lo tanto, la porosidad y el peso de los productos 3D finales pueden manipularse. Solo como ejemplo, menos agente aglutinante puede dar productos 3D más ligeros pero más frágiles que a veces pueden ser aceptables. Si se desean productos más fuertes, el agente aglutinante puede aplicarse con mayor frecuencia y/o a concentraciones más altas.

10 15 La capa de material puede estar formada por una o más capas de material a granel, preferiblemente por material particulado.

20 También se describe en la presente memoria un producto impreso en 3D formado por una pluralidad de materiales mediante fabricación aditiva usando una técnica capa a capa. Las capas de material tienen al menos un primer y un segundo espesor. El segundo espesor es un múltiplo de un número entero y el primer espesor, en donde el número entero es  $>1$ .

25 Según un aspecto, la invención también se refiere a un programa informático que comprende medios de código de programa para llevar a cabo las etapas según el método de la reivindicación 1 adjunta, cuando el programa se ejecuta en una unidad de control del dispositivo de impresión en 3D según las reivindicaciones 11-12 adjuntas.

30 35 Según un aspecto, la descripción también se refiere a un medio legible por ordenador que lleva un programa informático que comprende medios de código de programa para realizar el método de la reivindicación 1 adjunta cuando el producto de programa se ejecuta en un ordenador.

30 Cabe señalar que las características descritas con respecto al método también pueden ser aplicables en el dispositivo y las características descritas con respecto al dispositivo también pueden ser aplicables en el método.

35 Esto puede referirse a productos para uso directo, tales como elementos de construcción, moldes ornamentales, etc., así como moldes y prototipos para la producción de otros productos.

### Breve descripción de las figuras

40 Se describirán realizaciones no limitativas con mayor detalle con referencia a las figuras adjuntas, en las que; las figuras 1a y 1b muestran modelos en 3D en forma de muñeco que ilustran la opción para imprimir productos 3D similares que tengan diferente resolución en un solo lote;

45 la figura 2 es una vista esquemática de un dispositivo de impresión en 3D para fabricación aditiva; la figura 3 es una vista esquemática del volumen de impresión disponible en este caso definido por un sistema de coordenadas cartesianas y modelos 3D seleccionados para imprimir con una vista en perspectiva;

50 la figura 4 una vista esquemática del volumen de impresión disponible con una vista a lo largo del eje Y que ilustra también el espesor de una capa de referencia y cuatro capas de material que tienen un espesor establecido como un múltiplo de un número entero y el espesor de una capa de referencia;

55 las figuras 5-6 muestran la sección transversal de los productos impresos en 3D para ilustrar las etapas del método según una realización y;

las figuras 7-9 muestran diagramas de proceso esquemáticos que ilustran las etapas opcionales del método.

### Descripción detallada de realizaciones preferidas

60 La expresión “fabricación aditiva” se refiere en la presente memoria, según la norma internacional ASTM 2792-12, a técnicas de fabricación que comprenden un proceso que implica reunir o combinar materiales para fabricar productos 3D a partir de datos de modelización 3D tales como un archivo de diseño asistido por ordenador, por ejemplo, CAD, normalmente capa a capa, a diferencia de las metodologías de fabricación sustractiva, tales como el mecanizado tradicional. El método de fabricación aditiva descrito en la presente memoria es preferiblemente un método de inyección de aglutinante en el que un agente aglutinante, preferiblemente un agente aglutinante líquido, se deposita selectivamente sobre un material particulado para unir el material particulado. Otros métodos de fabricación aditiva

que pueden beneficiarse de la presente descripción son fusión de lecho de polvo, deposición de energía dirigida, extrusión de material, fotopolimerización de tanque, chorro de material o laminación de láminas.

5 En la presente memoria se describirán realizaciones de la presente descripción, por ejemplo, con referencia a esferas de cristal o polvo de madera como material particulado. Debe indicarse, sin embargo, que el método o dispositivo descritos en la presente memoria no se limita al polvo de madera o las esferas de cristal, o incluso al material particulado, como tales.

10 Con referencia a las figuras 1a-1b, se describirá con mayor detalle el método según la descripción para fabricar uno o más productos 3D en un lote mediante fabricación aditiva utilizando una técnica capa a capa. El método incluye que una capa de polvo de madera se aplica sobre un soporte, y que un agente aglutinante se deposita sobre la capa de polvo de madera, tras lo cual se aplica una capa adicional de polvo de madera sobre la capa de polvo de madera anterior. Dicha aplicación de polvo de madera y dicha deposición de agente aglutinante se repiten de forma alternativa un número deseado de veces, de modo que el polvo de madera de cada capa y de capas adyacentes se une a un producto continuo por medio del agente aglutinante.

15 La figura 1a ilustra un ejemplo de un modelo 1 en forma de muñeco y la figura 1b ilustra esquemáticamente cómo el modelo 1 se ha dividido en cortes 2 orientados horizontalmente. Por lo tanto, el modelo existe como datos de modelización en 3D, por ejemplo, en un archivo CAD, en un programa informático. El modelo 1 basado en ordenador 20 se utiliza entonces como datos de entrada a una unidad de control del dispositivo según la descripción para crear un producto 3D real sustancialmente similar, en el ejemplo un muñeco, que consiste en polvo de madera y agente aglutinante. Los aspectos básicos de una técnica de capa a capa adecuada se describen en la solicitud de patente internacional n.º WO2006033621A1 concedida a L3F y no se describirán en detalle en la presente memoria.

25 Las capas 2b correspondientes a los cortes 2 del modelo serán más difíciles de distinguir en el producto real 21, especialmente si se utilizan capas más delgadas para acumular el producto. Por lo tanto, con capas más delgadas se obtiene una mayor resolución. Como es evidente a partir de la figura 1b, la forma del producto se crea mediante la formación de una pluralidad de capas, preferiblemente más de 10 y habitualmente más de 50, que pueden mostrar 30 áreas unidas de distintos tamaños y distintas formas, para solaparse entre sí. Solo como ejemplo, si debe crearse un producto que sea de 1 metro de altura a partir de capas que tengan un espesor del orden de 1 mm, se requerirán aproximadamente 1000 capas.

35 El uno o más productos 3D se fabrican por lotes, teniendo el lote un volumen de impresión. El volumen de impresión es el volumen disponible que puede usarse para fabricar productos 3D. Solo como ejemplo, si el volumen de impresión es 1 m<sup>3</sup> se puede imprimir un producto 3D que tenga un volumen de 1 m<sup>3</sup>. Como se describirá en la presente memoria; 40 un método según la descripción permitirá la fabricación de uno o más productos 3D, preferiblemente dos o más productos 3D, que tengan diferente espesor de capa. El método comprende las etapas de establecer un primer espesor de una capa de referencia y formar una capa de material que tenga un segundo espesor, el segundo espesor se establece como un múltiplo de un número entero y el dicho primer espesor de la capa de referencia. Después de eso, se puede realizar una acción aglutinante en la capa de material para formar un producto 3D. Por medio de la presente descripción, la resolución del uno o más productos 3D puede manipularse de manera que el método de fabricación sea más rentable y más rápido. Haciendo referencia de nuevo a la figura 1b, como puede observarse, el muñeco 45 puede, por lo tanto, fabricarse no solo en diferentes tamaños, sino también con diferente resolución, es decir, con diferente espesor de capa. Por lo tanto, también es posible fabricar, por ejemplo, dos muñecos de igual tamaño pero que tengan una resolución diferente, es decir, con diferente espesor de capa.

50 La figura 2 ilustra un dispositivo de impresión en 3D, de aquí en adelante denominado el dispositivo, para fabricar uno o más productos 3D en un solo lote por medio de fabricación aditiva utilizando una técnica de capa a capa, en este caso un producto continuo de polvo de madera. El dispositivo incluye una unidad 3 de aplicación de capas para alimentar material particulado, en la realización mostrada, polvo de madera, formando una capa de material sobre un soporte 4. Una unidad 5 de cohesionado de capas, en este caso una unidad 5 de depósito para realizar una acción aglutinante, por ejemplo, depositando agente aglutinante, sobre partes seleccionadas de la capa de polvo de madera aplicada. El dispositivo según las realizaciones en la presente memoria puede comprender además una unidad de aplicación de elementos de refuerzo opcional para la aplicación de elementos de refuerzo tales como filamentos de refuerzo continuos, por ejemplo, cuerdas de nylon.

55 Como orientación, la altura o dirección vertical corresponde a un eje Z, la longitud o dirección longitudinal corresponde a un eje X, y la anchura, o dirección transversal corresponde a un eje Y. Los ejes Z, X, Y son perpendiculares entre sí.

60 En la realización del dispositivo según la invención ilustrada en la figura 2, el dispositivo comprende un receptáculo 6 (que, por razones de claridad, se muestra cortado en la parte delantera) dentro del cual se dispone una placa 4 de base, también denominada soporte 4, que es ajustable verticalmente a lo largo del eje Z y que constituye dicho soporte. Sin embargo, cabe señalar que en vez de tener un soporte ajustable verticalmente, el soporte puede ser fijo y las otras unidades pueden ser ajustables en una dirección vertical para permitir la formación de capas de material y la realización de una acción aglutinante. Solo como ejemplo, la unidad de aplicación de capas y la unidad de cohesionado 65

de capas y opcionalmente una unidad de nivelación, si esta está presente, pueden ser ajustables verticalmente con respecto al soporte.

5 En el extremo superior del receptáculo 6, la unidad 3 de aplicación de capas (en lo sucesivo denominado el alimentador 3), la unidad 5 de depósito y una unidad 7 opcional para nivelar la capa y/o para eliminar el polvo de madera en exceso, se disponen en un carro móvil 8. El alimentador 3 y la unidad 7 de nivelación de capas están dispuestos para un movimiento alternaente a lo largo de al menos el eje X, es decir, en una dirección paralela a la placa 4 de base, por ejemplo, desde un primer extremo 10 hasta un segundo extremo 11 del receptáculo 6, y viceversa. La unidad 5 de depósito que presenta al menos una boquilla 12, preferiblemente una pluralidad de boquillas 12 individuales, para la deposición de agente aglutinante, debe disponerse para el desplazamiento a lo largo de los dos ejes X, Y, preferiblemente en un plano paralelo al soporte 4, para permitir el depósito de agente aglutinante en las áreas deseadas. En principio, también podría utilizarse un medio de deposición dispuesto para el desplazamiento a lo largo de solo un eje, pero esto requiere un medio de deposición que presenta un gran número de boquillas separadas dispuestas a lo largo de un eje que sea perpendicular en relación con el eje de desplazamiento de los medios de depósito. Por supuesto, pueden utilizarse otros mecanismos para depositar agente aglutinante. Solo como ejemplo, pueden utilizarse uno o más brazos robóticos, tal como uno o más brazos robóticos cartesianos. Pueden utilizarse distintas disposiciones opcionales para adaptar el espesor de las capas de material a granel, tal como un raspador y/o un cepillo giratorio. También puede proporcionarse una unidad de eliminación de material a granel excesiva, tal como un dispositivo de succión y/o de soplado para retirar un material a granel excesivo.

20 La unidad 7 de nivelación puede hacerse funcionar para nivelar cada capa aplicada, o para nivelarla después de que se haya aplicado un número de capas seleccionadas. Solo como ejemplo y en términos generales, la unidad de nivelación puede tener un ciclo de nivelación para cada ciclo de la unidad de aplicación de capas. Opcionalmente, la unidad de nivelación puede tener un ciclo para cada segundo ciclo, o más, de la unidad de aplicación de capas.

25 El dispositivo comprende además una unidad 19 de control conectada operativamente con una unidad 20 de visualización. La unidad 20 de visualización puede situarse de forma remota con respecto al dispositivo y conectarse a través de cables o de forma inalámbrica, por ejemplo, a través de Wifi o mediante otros protocolos de comunicación, o a través de una red 3G, 4G o 5G. La unidad 19 de control puede incluir un ordenador provisto de un programa para 30 convertir uno o más modelos 3D en señales, utilizándose dichas señales para controlar distintos componentes del dispositivo, tal como el alimentador 3, la unidad 5 de depósito, la unidad 7 de nivelación y la placa 4 de base. Mediante la transmisión de estas señales a los motores 30, 31 que están dispuestos para accionar los componentes mecánicos, el producto según la invención puede producirse de forma automática. Como se ha mencionado anteriormente, la unidad 19 de control y la unidad 20 de visualización pueden disponerse localmente en el dispositivo o de forma remota 35 al mismo. Se ilustra una localización remota mediante el cuadro de líneas discontinuas.

35 En la realización mostrada, el agente aglutinante se aplica sobre partes seleccionadas de una capa de material a granel para formar una geometría específica del producto 3D mediante distribución de agente aglutinante. En la producción, las partes donde se ha depositado el agente aglutinante formarán el uno o más productos 3D, mientras 40 que las partes restantes de las capas de material a granel permanecerán sin unir y, por lo tanto, no contribuyen a los uno o más productos 3D terminados. Sin embargo, antes de retirarse, el material no unido puede constituir un soporte para los productos 3D durante su fabricación.

45 La figura 3 muestra una ilustración de cómo los datos de modelización 3D pueden ser manipulados por un usuario, y como se representa en la unidad 20 de visualización. La figura 3 muestra una imagen virtual del lote que representa el volumen de impresión PV del lote. Se muestran varios modelos 3D que representan productos 3D impresos; una pluralidad de llaves 41, un martillo 42 y una pluralidad de destornilladores 43.

50 La figura 4 muestra el lote ilustrado en la figura 3, pero con una vista a lo largo del eje Y. Además, en la figura 4 se ilustra una pluralidad de capas de material virtuales ilustradas por las líneas de puntos 45. Las líneas de puntos 45 representan capas de material que podrían aplicarse sobre el soporte 4, visualizado en la figura 4 por la línea 4'. Las paredes de apoyo al soporte 4 no se ilustran en la figura 4. A través de la unidad de visualización 20, que funciona como una interfaz de operario, un usuario puede establecer un espesor  $T_r$ , denominado primer espesor  $T_r$ , de una capa 50 de referencia. La capa 50 de referencia servirá posteriormente como referencia para seleccionar una 55 resolución adecuada para cualquier producto 3D seleccionado y/o sección del volumen PV de impresión. Las capas de material pueden formarse con un segundo espesor  $T_2$ . El segundo espesor  $T_2$  se selecciona para que sea un múltiplo de un número entero y el primer espesor de la capa de referencia.

60 Debe observarse que los espesores de las capas 45 de material y la capa 50 de referencia en la figura 4 no están dibujados a escala, sino que están muy exagerados para mayor claridad, y que con el fin de tener un producto 3D que se asemeja a una llave, un martillo o destornillador, las capas de material deben ser más delgadas. En la figura 4, el espesor  $T_r$  de la capa 50 de referencia puede seleccionarse, por ejemplo, para que sea de 0,5 mm. El espesor de las capas 45 de material aplicadas se selecciona por lo tanto para que sea un múltiplo de 0,5 mm y un número entero. El número entero en el ejemplo mostrado se selecciona para que sea 3, como se puede deducir por las líneas discontinuas y de puntos dentro de las llaves ortográficas denominadas  $T_2$ . El número entero puede ser desde 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 o más, o preferiblemente 1-10, más preferiblemente dentro del intervalo de 1-10 000, o 1-5000, o

1-1000 o 1-100. En una realización, el número entero es >1. Por lo tanto, el número entero 1 puede excluirse o, en otras palabras, en una realización el número entero puede ser 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 o más, preferiblemente dentro del intervalo de 2-10, o 2-10 000, o 2-5000, o 2-1000 o 2-100. Usando un denominador común más bajo, es decir, la capa de referencia, cuando se selecciona el espesor de las capas de material en el lote, los productos 3D pueden

5 fabricarse fácilmente, más rápido y a costes más bajos. Solo como ejemplo, es posible fabricar dos o más productos 3D de tamaño igual o diferente, pero que tengan una resolución diferente, es decir, con diferente espesor de capa de material. Es incluso posible tener una resolución diferente, es decir, un espesor de capa de material, dentro de un único producto 3D.

10 En la figura 4 algunas de las llaves 41' se imprimen usando el espesor de la capa de referencia  $T_r$ , mientras que una llave 41" se imprime utilizando la resolución más baja usando capas de material que tienen el espesor  $T_2$  como se puede deducir por las cuatro llaves ortográficas  $T_2$ . Una parte de una llave 'de pie' 41 también se imprimirá usando la resolución más baja, junto con el martillo 42 y los destornilladores 43. Solo como ejemplo, el espesor  $T_r$  puede ser el espesor de capa de material más fino que el dispositivo puede aplicar o formar usando una unidad de nivelación. Sin embargo, puede ser ventajoso que la capa de referencia no sea la capa de material más fina que el dispositivo pueda aplicar. Por lo tanto, en algunas realizaciones, el espesor de la capa de referencia se selecciona para que sea mayor que la capa de material más fina que el dispositivo pueda aplicar o formar usando una unidad de nivelación.

15 La **figura 5** muestra una realización esquemática con una vista en sección transversal de un volumen de impresión para ilustrar una realización no limitativa de la presente invención. La figura 5 muestra el soporte 4, cuatro productos 3D n.º 1, n.º 2, n.º 3, n.º 4 ilustrados esquemáticamente. También se muestran los ejes Z y X. La sección transversal de partes del volumen de impresión y los cuatro objetos n.º 1, n.º 2, n.º 3, n.º 4 ilustra cómo se puede realizar la acción aglutinante y cómo se pueden aplicar las capas de material. Las capas de material formadas se ilustran con líneas discontinuas  $T_2$  y el agente aglutinante Ba aplicado se ilustra como una línea gruesa en la parte seleccionada en la que se ha aplicado. El espesor de la capa de referencia seleccionada se ilustra como  $T_r$ .

20 Los cuatro productos 3D se han impreso con diferente resolución, es decir, espesor de capa, en un solo lote. El dispositivo de impresión en 3D permite un espesor de capa de aglutinante mínimo de 0,4 mm, y la unidad de aplicación de capas y el material permiten capas con un espesor de 0,1 mm. En este caso, el factor limitante es el agente 25 aglutinante y, por lo tanto, determina el espesor de la capa de material mínimo disponible. El primer producto 3D n.º 1 se ha impreso usando el número entero 4, el segundo producto 3D n.º 2 se ha impreso usando el número entero 5, el tercero producto 3D n.º 3 se ha impreso usando el número entero 6, y el cuarto producto 3D n.º 4 se ha impreso usando el número entero 15. Por lo tanto, como se puede ver en la figura 5, el producto 3D n.º 1 está formado con un espesor de capa de material de  $4 \bullet T_r$ , el producto 3D n.º 2 se forma con un espesor de capa de material de  $5 \bullet T_r$ , el producto 3D n.º 3 se forma con un espesor de capa de material de  $6 \bullet T_r$ , y el producto 3D n.º 4 está formado con un espesor de capa de material de  $15 \bullet T_r$ . El espesor de la capa de referencia se establece en 0,1 mm.

Comenzando desde el soporte 4 y subiendo a lo largo del eje Z.

40 1<sup>er</sup> ciclo:

La unidad de aplicación de capas aplica primero una capa de material que tiene el espesor de cuatro veces la capa de referencia, en este caso de 0,4 mm. Posteriormente, el agente aglutinante Ba se aplica en el primer producto 3D n.º 1 en la parte seleccionada. No se aplica agente aglutinante en los otros tres productos 3D.

45 2<sup>º</sup> ciclo:

La unidad de aplicación de capas aplica una capa de material con el mismo espesor que la capa de referencia, en este caso 0,1 mm. El agente aglutinante Ba se aplica posteriormente solo en el segundo producto 3D n.º 2.

50 3<sup>er</sup> ciclo:

La unidad de aplicación de capas aplica una capa de material con el mismo espesor que la capa de referencia, en este caso 0,1 mm. El agente aglutinante Ba se aplica posteriormente solo en el tercer producto 3D n.º 3.

55 4<sup>º</sup> ciclo:

La unidad de aplicación de capas aplica una capa de material con un espesor de dos veces la capa de referencia, en este caso de 0,2 mm. El agente aglutinante Ba se aplica posteriormente solo en el primer producto 3D n.º 1. Como se puede observar, los primeros productos 3D tienen dos capas de material completas cohesionadas en esta etapa, mientras que, por ejemplo, el cuarto producto 3D n.º 4 aún no tiene una capa de material completa.

56 5<sup>º</sup> ciclo:

65 La unidad de aplicación de capas aplica una capa de material con un espesor de dos veces la capa de referencia, en este caso de 0,2 mm. El agente aglutinante Ba se aplica posteriormente solo en el segundo producto 3D n.º 2.

6° ciclo:

5 La unidad de aplicación de capas aplica una capa de material con un espesor de dos veces la capa de referencia, en este caso de 0,2 mm. El agente aglutinante Ba se aplica posteriormente en el primer producto 3D n.º1 y en el segundo producto 3D n.º3.

6° ciclo:

10 La unidad de aplicación de capas aplica una capa de material con un espesor de dos veces la capa de referencia, en este caso de 0,2 mm. El agente aglutinante Ba se aplica posteriormente en el primer producto 3D n.º1 y en el segundo producto 3D n.º3.

7° ciclo:

15 La unidad de aplicación de capas aplica una capa de material con un espesor de tres veces la capa de referencia, en este caso 0,3 mm. El agente aglutinante Ba se aplica posteriormente en el segundo producto 3D n.º2 y en el cuarto producto 3D n.º4.

20 8° ciclo:

La unidad de aplicación de capas aplica una capa de material con un espesor de una vez la capa de referencia, en este caso 0,1 mm. El agente aglutinante Ba se aplica posteriormente solo en el primer producto 3D n.º1.

25 9° ciclo:

La unidad de aplicación de capas aplica una capa de material con un espesor de dos veces la capa de referencia, en este caso 0,1 mm. El agente aglutinante Ba se aplica posteriormente solo en el tercer producto 3D n.º3.

30 10° ciclo:

La unidad de aplicación de capas aplica una capa de material con un espesor de dos veces la capa de referencia, en este caso de 0,2 mm. El agente aglutinante Ba se aplica posteriormente en el primer producto 3D n.º1 y en el segundo producto 3D n.º2.

35 11<sup>er</sup> ciclo:

La unidad de aplicación de capas aplica una capa de material con un espesor de cuatro veces la capa de referencia, en este caso de 0,4 mm. El agente aglutinante Ba se aplica posteriormente en el primer producto 3D n.º1 y en el tercer producto 3D n.º3.

12° ciclo:

45 La unidad de aplicación de capas aplica una capa de material con un espesor de una vez la capa de referencia, en este caso 0,1 mm. El agente aglutinante Ba se aplica posteriormente solo en el segundo producto 3D n.º2.

13<sup>er</sup> ciclo:

50 En el ciclo posterior; la unidad de aplicación de capas aplica una capa de material con un espesor de tres veces la capa de referencia, en este caso 0,3 mm. El agente aglutinante Ba se aplica posteriormente solo en el primer producto 3D n.º1.

14° ciclo:

55 La unidad de aplicación de capas aplica una capa de material con un espesor de dos veces la capa de referencia, en este caso de 0,2 mm. El agente aglutinante Ba se aplica posteriormente en el segundo producto 3D n.º2, el tercer producto 3D n.º3 y el cuarto producto 3D n.º4. El primer producto 3D n.º1 ahora tiene siete capas de material completas y cohesionadas.

60 El segundo producto 3D n.º2 tiene ahora seis capas de material completas y cohesionadas.

El tercer producto 3D n.º3 ahora tiene cinco capas de material completas y cohesionadas.

El cuarto producto 3D n.º4 ahora tiene dos capas de material completas y cohesionadas.

65

La **figura 6** muestra una realización esquemática con una vista en sección transversal de un volumen de impresión para ilustrar una realización no limitativa de la presente invención. La figura 5 muestra el soporte 4, cuatro productos 3D n.º 5, n.º 6, n.º 7, n.º 8 ilustrados esquemáticamente. También se muestran los ejes Z y X. La sección transversal de partes del volumen de impresión y los cuatro productos 3D n.º 5, n.º 6, n.º 7, n.º 8 ilustran cómo se puede realizar

5 la acción aglutinante y cómo se pueden aplicar las capas de material. Las capas de material formadas se ilustran con líneas discontinuas T2 y el agente aglutinante Ba aplicado se ilustra como una línea gruesa en la parte seleccionada en la que se ha aplicado. En la figura 6 solo se indican algunas de las capas de material formadas y solo parte del agente aglutinante aplicado Ba para mayor claridad. El espesor de la capa de referencia seleccionada se ilustra como Tr. Siguiendo el método descrito en la presente memoria, se puede imprimir por lo tanto una pluralidad de productos 10 3D con diferente resolución pero en un solo lote. Los cuatro productos 3D se han impreso con diferente resolución, es decir, espesor de capa, en un solo lote. El dispositivo de impresión en 3D en la realización mostrada permite un espesor de capa de aglutinante mínimo de 0,1 mm, y la unidad de aplicación de capas y el material permiten capas con un espesor de 0,1 mm.

15 En la figura 6, el producto 3D n.º 5 tiene un número entero de 1, el producto 3D n.º 6 tiene un número entero de 2, el producto 3D n.º 6 tiene un número entero de 3 y el producto 3D n.º 8 tiene un número entero de 10. Como puede observarse, durante los primeros 21 ciclos (de nuevo contando desde el soporte 4 en el eje Z), se forman capas de material que tienen el mismo espesor que la capa Tr de referencia. En el 22º ciclo, se forma una capa de material con un espesor de dos veces el tamaño de la capa de referencia, es decir, el número entero 2 se aplica en esa etapa ya 20 que esta es la primera vez que se puede aplicar esta resolución. En el 24º ciclo, el último producto 3D puede terminarse mediante una capa de material de acabado que tenga un espesor de 6 veces la capa de referencia.

25 Debe observarse que, con respecto a ambas figuras 5 y 6, que las figuras ilustran dónde se aplica el agente aglutinante durante el ciclo, y no cómo penetra el agente aglutinante en las capas de material. El agente aglutinante puede saturar cada capa de material individual, o puede penetrar en la capa anterior dependiendo de cuánto agente aglutinante se aplique.

#### Ejemplo 1

30 La figura 7 muestra un diagrama de proceso esquemático que ilustra una realización del método según la presente descripción. En este caso, el dispositivo usa esferas de cristal como material a granel y un adhesivo de fusión por calor como agente aglutinante. Las esferas de cristal tienen un tamaño de partícula medio de 0,05 mm.

35 En la etapa 100, un ordenador, que forma una unidad de control que comprende una unidad de visualización para fabricar uno o más productos 3D en un lote por medio de fabricación aditiva usando una técnica de capa a capa, se carga con datos de modelado 3D para una pluralidad de productos 3D, en este caso un martillo, un destornillador y una llave.

40 Sin embargo, el operario se da cuenta de que no es necesario fabricar los productos 3D usando la mayor resolución posible. El operario además tiene la intención de evaluar diferentes propiedades de los productos 3D impresos, tales como resistencia a la tensión y torsional.

45 En la etapa 200, el operario establece el espesor Tr de una capa de referencia. En este caso, el espesor se establece en 0,3 mm.

50 En la etapa 300, se determina una resolución adecuada sobre los productos 3D seleccionados seleccionando número(s) entero(s) adecuado(s) preferiblemente para cada modelo 3D. Debe observarse que cada modelo 3D puede venir con un número entero preestablecido. El martillo se selecciona para hacerlo de capas de material que tengan, cada una, un espesor de 5 veces la capa de referencia, es decir,  $5 \times 0,3 \text{ mm} = 1,5 \text{ mm}$ . El destornillador se selecciona para hacerlo con capas de material que tengan, cada una, un espesor de 3 veces la capa de referencia, es decir,  $3 \times 0,3 \text{ mm} = 0,9 \text{ mm}$ . La llave se selecciona para hacerla con capas de material que tengan, cada una, un espesor de 1 vez la capa de referencia, es decir,  $1 \times 0,3 \text{ mm} = 0,3 \text{ mm}$ .

55 En la etapa 400, se determina el orden de fabricación de los productos 3D. Los modelos 3D se sitúan en el volumen de impresión disponible para determinar cuándo y en qué orden deben fabricarse. La forma más fácil de hacer esto es separar los tres productos 3D con respecto al eje Z (como se muestra en la figura 4, por ejemplo) de modo que no estén dispuestos en el mismo plano definido por los ejes Y-X. Para este ejemplo, el orden a lo largo del eje Z se selecciona para que sea: en primer lugar el martillo; en segundo lugar el destornillador y en tercer lugar la llave.

60 En la etapa 500, los datos se convierten en datos legibles por un dispositivo. Los datos formados por la entrada y términos anteriores para los modelos 3D pueden enviarse a la unidad de control del dispositivo, que traduce los datos de entrada a datos legibles que contienen instrucciones para el dispositivo. El dispositivo ahora está listo para fabricar los productos 3D seleccionados. Opcionalmente, los datos pueden convertirse en datos legibles por un dispositivo antes de ser enviados al dispositivo. Se puede formar un conjunto de números enteros relacionados con los modelos 3D y sus posiciones en el volumen de impresión. El conjunto de números enteros rige la manera en la que la unidad de aplicación de capas formará las capas de material de modo que la resolución de los productos 3D corresponda a

la resolución seleccionada definida por los números enteros seleccionados. En términos generales, la posición de los modelos 3D puede colocarse automáticamente de modo que se requiera una cantidad mínima de acciones aglutinantes, es decir, una cantidad mínima de repeticiones por la unidad de cohesionado de capas. En términos generales, el método puede comprender, por lo tanto, que la unidad de control del dispositivo de impresión en 3D determine un conjunto de números enteros que establezca el espesor de cada capa de material que formar.

Durante la fabricación, la unidad de aplicación de capas aplica repetidamente capas de material que tienen un espesor de 0,01 mm a través del volumen de impresión disponible, es decir, el plano definido por los ejes Y-X, mientras que la unidad de cohesionado de capas aplica repetidamente un agente aglutinante en un patrón correspondiente al segmento específico de los modelos 3D. Sin embargo, en lugar de aplicar un agente aglutinante posteriormente después de que se haya aplicado cada capa de material, es decir, cada ciclo, la unidad de cohesionado de capas aplica inicialmente un agente aglutinante cada 5° ciclo para imprimir el martillo. De manera similar, cuando se imprime el destornillador, la unidad de cohesionado de capas aplica un agente aglutinante cada 3er ciclo y, cuando se imprime la llave, la unidad de cohesionado de capas aplica un agente aglutinante cada ciclo.

#### 15 Ejemplo 2

La figura 8 muestra un diagrama de proceso esquemático que ilustra una segunda realización del método según la presente descripción. En este caso, el dispositivo usa polvo de madera como material a granel y un adhesivo de madera como agente aglutinante. El polvo de madera tiene un tamaño de partícula medio de 0,2 mm.

En la etapa 100, un ordenador, que forma la unidad de visualización para fabricar uno o más productos 3D en un lote por medio de fabricación aditiva usando una técnica de capa a capa, se carga con datos de modelado 3D para una pluralidad de productos 3D, en este caso un martillo, un destornillador y una llave.

En la etapa 200, un valor de espesor almacenado para la capa de referencia se recupera de una unidad de almacenamiento. El valor de espesor almacenado puede establecerse una vez y después almacenarse en un dispositivo de almacenamiento tal como un disco duro en el ordenador. Solo como ejemplo, opcionalmente puede almacenarse y recuperarse desde un servidor de almacenamiento en la nube. El valor de espesor almacenado de la capa de referencia es en este caso de 0,5 mm.

En la etapa 300 se determina una resolución adecuada sobre los productos 3D seleccionados. El martillo se selecciona para hacerlo de capas de material que tengan un espesor de 2 veces la capa de referencia, es decir,  $2 \times 0,5 \text{ mm} = 1,0 \text{ mm}$ . El destornillador se selecciona para hacerlo con capas de material que tengan un espesor de 3 veces la capa de referencia, es decir,  $3 \times 0,5 \text{ mm} = 1,5 \text{ mm}$ . La llave se selecciona para hacerla con capas de material que tengan un espesor de 1 vez la capa de referencia, es decir,  $1 \times 0,5 \text{ mm} = 0,5 \text{ mm}$ .

En la etapa 400 se determina el orden de fabricación de los productos 3D. Los modelos 3D se sitúan en el volumen de impresión disponible para determinar cuándo y en qué orden deben fabricarse. En este caso, el operario tiene previsto guardar la cantidad de material a granel utilizado y acelerar el tiempo de fabricación reduciendo la cantidad de ciclos para la unidad de aplicación de capa. Los modelos 3D se seleccionan para compartir un plano definido por los ejes Y-X. Los productos 3D se disponen, por lo tanto, sustancialmente en la misma posición con respecto al eje Y, obviamente pueden producirse alteraciones debidas a la forma del 3D. Sin embargo, los modelos 3D están separados con respecto al eje Y y/o X. Para este ejemplo, el orden a lo largo del eje Y se selecciona para que sea: en primer lugar el martillo; en segundo lugar el destornillador y en tercer lugar la llave.

Después de eso, los datos se envían a la unidad de control del dispositivo, que traduce los datos de entrada a datos legibles que contienen instrucciones para el dispositivo. Los productos 3D pueden fabricarse, después de eso, automáticamente.

Durante la fabricación, la unidad de aplicación de capas aplica repetidamente capas de material que tienen un espesor de 0,5 mm a través del volumen de impresión disponible, es decir, el plano definido por los ejes Y-X, mientras que la unidad de cohesionado de capas aplica repetidamente un agente aglutinante en un patrón correspondiente al segmento específico de los modelos 3D o une la capa de cualquier otra manera adecuada. En este caso, la aplicación de agente aglutinante se controla de modo que se logre la cantidad correcta de ciclos de capas de material para el modelo 3D específico. En este caso específico, después de cada ciclo, la unidad de aplicación de capas ha aplicado una capa de material que tiene el espesor de la capa de referencia, la unidad de cohesionado de capas aplica un agente aglutinante cada 2° ciclo en el área seleccionada del martillo. De manera similar, la unidad de cohesionado de capas aplica un agente aglutinante cada 3er ciclo en el área seleccionada del destornillador y la unidad de cohesionado de capas aplica un agente aglutinante cada ciclo en el área seleccionada de la llave. Esto puede controlarse abriendo y cerrando selectivamente las válvulas que inyectan el agente aglutinante desde la unidad de cohesionado de capas.

En términos generales, y con referencia a la figura 9, un método puede comprender una o más de las siguientes etapas; en la etapa 110, la unidad de control procesa los datos de entrada legibles derivados de los modelos 3D.

En la etapa 120, la unidad de aplicación de capas aplica una o más capas de material a granel, por ejemplo, de material particulado, de manera que se forma una capa de material que tiene el espesor de una capa de referencia multiplicada por un número entero y se puede formar una etapa de nivelación opcional usando una unidad de nivelación.

5 En la etapa 130, la unidad de control verifica si los datos de entrada legibles demandan que el agente aglutinante se deposite en superficies seleccionadas de la capa de material previamente colocada basándose en el número entero establecido para los modelos 3D y las posiciones relativas de los modelos 3D en el volumen de impresión con respecto a los ejes X, Y y Z.

10 Si es así, en la etapa 140, se aplica agente aglutinante sobre las superficies seleccionadas.

Si no, se vuelve a 120, la unidad de aplicación de capas aplica otra capa de material.

15 En la etapa 150, la unidad de control verifica si se requieren capas de material adicionales. En caso afirmativo, se vuelve a 120.

Si no, en la etapa 160, el procedimiento se termina y se pueden realizar un tratamiento posterior y acciones tales como eliminar el material de acceso, vaciar el volumen de impresión, realizar procedimientos de limpieza y mantenimiento, etc.

20 Material a granel

Por material a granel se entiende en la presente memoria cualquier material que pueda utilizarse para formar un producto 3D realizando una acción de unión sobre el material a granel. Preferiblemente, el material a granel es un material particulado. El material particulado puede ser material particulado inerte o material particulado reactivo. Una capa de material puede comprender una o más capas de material a granel.

25 Ejemplos de material particulado inerte pueden seleccionarse de metales, polímeros inertes, sales inertes, materiales orgánicos inertes o materiales cerámicos inertes, o combinaciones de los mismos.

30 Ejemplos de **metales** incluyen aluminio, acero, titanio, hierro, aleaciones o similares.

35 Ejemplos de **polímeros inertes** incluyen poli(metacrilato de metilo), poliestireno, poliamida, poliéster, un látex, polietileno, polipropileno, poliuretano, cloruro de polivinilo, acetato de polivinilo, polivinilpirrolidona reticulada, poliuretano hidrófilo, poli(tereftalato de etileno), uretano termoplástico, copolímero de estireno-acrilonitrilo, poliolefina termoplástica, un polímero basado en epoxi, poliéter, poliamina, un poliácido, un policarbonato, un polímero de vinilo, una poliamida aromática, un polímero de dieno, poli(óxido de fenileno), polisiloxano, polinorborneno, polisopreno, polí(éter de fenileno), copolímero de bloques de estireno-butadieno, acrilonitrilo-butadieno-estireno, poliestireno de alto impacto y copolímeros de los mismos.

40 Ejemplos de **sales inertes** incluyen carbonato de sodio, bicarbonato de sodio, borato de sodio, cloruro de sodio, sulfato de sodio, sulfato de potasio, cloruro de potasio, sulfato de magnesio, cloruro de magnesio, sulfato de aluminio y potasio, polifosfato de sodio, acetato de sodio, sulfato de calcio hidratado, fosfato de calcio, silicato de sodio y cal hidratada (Ca(OH)2).

45 Ejemplos de **materiales orgánicos inertes** incluyen almidón, fibras de celulosa, polvo de madera, cera, resina, hueso, proteína, carbohidratos, azúcares, fibras textiles y fibras dietéticas.

50 Ejemplos de **materiales cerámicos inertes** incluyen yeso, caliza, arcilla, óxido de aluminio, silicato de aluminio, silicato de calcio, dióxido de silicio, dióxido de titanio, vidrio, óxido de hierro, óxido de zinc, magnetita, hidróxido de aluminio, óxido de magnesio, fosfato de calcio, silicato de zirconio, carburo de silicio, nitruro de boro, carburo de boro y borosilicato.

55 Polvo de madera

Un material a granel preferido puede ser polvo de madera. La expresión polvo de madera, como se utiliza en la presente memoria, se refiere a un polvo hecho de un material de madera. Como material de partida para producir el polvo de madera pueden utilizarse distintas especies de árbol, de madera blanda o de madera dura, tales como pino, abeto, abedul, alerce u otros, y diferentes formas de madera que se originan a partir de ramas, troncos, tocones, raíces de árboles, o en forma de residuos de madera, tales como residuos de madera reciclados. Ejemplos de materiales de madera adecuados son astillas de madera que se originan a partir del mecanizado de madera homogénea, tal como serrín, virutas de corte o similares. Por lo tanto, el polvo de madera incluirá las mismas sustancias que la madera inicial, tal como lignina, pectina y ceniza.

65 En comparación con el polvo de madera hecho de material de madera, las fibras de celulosa o la celulosa pueden obtenerse de material de madera, pero se han tratado en varias etapas del proceso y, por lo tanto, representan otro

5 tipo de material. Por lo tanto, una fibra de celulosa es un material más refinado y elegante y, en algunos aspectos, carecen de sustancias que incluiría el polvo de madera. Solo como ejemplo, las fibras de celulosa pueden ser fibras naturales, tal como fibras de algodón o fibras de lino, fibras fabricadas a partir de, por ejemplo, plantas que se han procesado a pulpa. Ejemplos de plantas son cultivos, madera, hojas o similares. Las fibras de rayón o viscosa son ejemplos de fibras de celulosa fabricadas.

10 El uso de un polvo de madera como material a granel puede ser ventajoso, ya que el polvo de madera puede producirse a bajo coste, a partir de una materia prima fácilmente accesible (madera). El uso de polvo de madera puede incluso implicar que material considerado material de desecho sea útil. Además, el polvo de madera es biodegradable y puede utilizarse para fabricar productos 3D biodegradables y de este modo productos 3D ecológicos.

#### Tamaño de la materia particulada

15 Las partículas del material particulado tal como polvo, por ejemplo, polvo de madera, pueden mostrar distintas formas y tamaños. El tamaño de partícula puede ser de relativamente pequeño, de modo que el polvo obtiene una consistencia similar a la de la harina, relativamente grande, lo que implica que las partículas individuales pueden distinguirse en una inspección visual. De forma ventajosa, las partículas de un polvo dado son sustancialmente del mismo tamaño, para obtener una calidad uniforme del producto final.

20 Para muchos productos, puede utilizarse un tamaño de partícula en el intervalo de tamaños de 0,001-5 mm, y preferiblemente del orden de 0,01-2 mm, al formar las capas de material. Si, por ejemplo, se elige un tamaño de partícula de 1 mm, puede asegurarse, mediante filtración, a veces denominado análisis de tamiz, que las partículas en un mismo polvo tienen un tamaño que no supera, por ejemplo, 1,2 mm, y un tamaño que no cae por debajo de, por ejemplo, 0,8 mm.

25 El tamaño de la materia particulada individual puede ser tan pequeño como un tamaño atómico o nanotamaño. Solo como ejemplo, las capas de material de átomo a átomo pueden formarse utilizando epitaxia de haz molecular (MBE) que permite el apilamiento vertical de capas atómicas individuales, es decir, el eje Z, en combinación con litografía de sonda de escaneado, que utiliza una punta extremadamente aguda para mover y situar átomos individuales en una dirección lateral, es decir, los ejes X e Y. Puede utilizarse un Analysette 22 NanoTec de tamaño de partículas láser, de Fritsch. Dicho dispositivo tiene de forma general un intervalo de medición de 0,01-2100 pm. Norma ISO 13320. Seguimiento de la teoría de Fraunhofer, Mie. La teoría de Fraunhofer para partículas más grandes cuando sus parámetros ópticos exactos son desconocidos y la teoría de Mie para las partículas más pequeñas con parámetros ópticos conocidos. Es posible seleccionar ambas teorías en un software de control FRITSCH MaS.

35 35 Otros métodos de medición de tamaño de partícula que pueden utilizarse para determinar un tamaño de partícula son análisis de tamiz, sedimentación, análisis de partículas de imagen, recuento al microscopio, por mencionar algunos.

#### Acciones de unión

40 40 Acciones de unión adecuadas pueden ser añadir agente aglutinante, añadir uno o más reactivos químicos para formar un agente aglutinante sobre, o en, la capa de material, tratamiento térmico a, por ejemplo, partes de fusión de la capa de material de forma que la capa de material esté unida. Otras acciones de unión pueden ser tratamiento con radiación, radiación electromagnética, haz de electrones, tratamiento con luz o combinaciones de los mismos.

#### 45 Agente aglutinante

50 50 Pueden utilizarse distintos tipos de agentes aglutinantes. Los agentes aglutinantes útiles tienen en común que son capaces de unir entre sí el polvo o partículas, en el material a granel de modo que pueda lograrse una resistencia deseada del producto en 3D. El agente aglutinante puede estar basado en agua, pero el agente aglutinante es adecuadamente resistente al agua. Sin embargo, si el agente aglutinante debe ser o no resistente al agua, depende del producto en 3D que se va a fabricar y de posibles tratamientos posteriores del producto. Un agente aglutinante adecuado es cola de madera, pero también podría utilizarse un adhesivo termofusible, por ejemplo uno basado en plástico, que se calienta durante la aplicación. La mayoría de las colas de madera que están presentes en el mercado tienen las ventajas de ser relativamente económicas y fáciles de manejar, ecológicas y especialmente adecuadas para unir materiales de madera. Ejemplos no limitativos de cola son cola de acetato de polivinilo (PVA), cola animal tal como cola para cuero, cola de poliuretano, adhesivos de resina de urea-formaldehído, cola de resina de resorcinol-formaldehído, cola de cianoacrilato, preferiblemente con aditivo para un tiempo de endurecimiento retardado.

60 60 El agente aglutinante también puede aplicarse como dos o más componentes individuales, que juntos forman un agente aglutinante, por ejemplo, mediante una reacción química entre los dos o más componentes tales como resina epoxi y endurecedor. El agente aglutinante puede formarse sobre la propia capa de material o antes de aplicarse sobre la capa de material.

65 65 La concentración o dilución del agente aglutinante (contenido de agua si se trata de un agente aglutinante a base de agua) puede variarse. De este modo, también tiene cierta importancia el contenido de humedad del material a granel

utilizado, ya que la cantidad total de humedad que se origina del polvo y el agente aglutinante tiene que ser capaz de humedecer al menos el material en la medida deseada para permitir la unión de partes seleccionadas de las capas de material a granel. El contenido de humedad del material a granel también debe adaptarse para dar al material a granel propiedades que hagan que el material a granel sea fácil de trabajar cuando se deposite en capas. El agente aglutinante puede aplicarse de modo que cada capa esté saturada con agente aglutinante, o de modo que el agente aglutinante se hunda en la capa de material anterior, o incluso en capas de material anteriores. En el último caso, el agente aglutinante se aplica de forma que la capa de material se une entre sí, pero no se satura. En cambio, el agente aglutinante puede aplicarse sobre una capa de material aplicada posteriormente, pero que aún penetre en una o más capas de material anteriores. El agente aglutinante puede penetrar en dos o más, tal como 2-6 capas de material anteriores. Esto proporcionará un producto 3D que es continuo en términos de que no pueden identificarse o sustancialmente no pueden identificarse, capas de material, si el producto en 3D se cortara e inspeccionara.

#### Aditivos

Además del material particulado que constituye la base del material, tal como polvo de madera, y, en consecuencia, la base del producto 3D terminado, también es posible añadir pequeñas cantidades de otras sustancias/materiales al agente aglutinante y/o a la capa de material para obtener propiedades específicas del producto 3D formado a partir del material particulado. El material particulado, tal como polvo de madera, debe formar al menos un 50 %, 51 % o más, 60 % o más, 70 % o más, 80 % o más, 90 % o más, 95 % o más de la capa de material. Preferiblemente, pueden añadirse diferentes sustancias al agente aglutinante y/o a la capa de material, por ejemplo, como mezcla con el material particulado.

Un ejemplo de dicho aditivo es el agente colorante, pigmento colorante o similar, para dar al producto final un color determinado. Mediante la elección de colores distintos del agente aglutinante para diferentes capas del producto, el producto terminado puede obtener distintos colores en distintas superficies visibles.

Otros aditivos son elementos de refuerzo tales como cadenas de refuerzo, por ejemplo, cadenas de nylon.

Pueden añadirse además uno o más retardantes de llama. Los retardantes de llama se dividen generalmente en tres grupos; minerales, compuestos de organohalógeno y compuestos organofosforados. Ejemplos de minerales son; hidróxido de magnesio (MDH), hidróxido de aluminio (ATH), fósforo rojo, compuestos de boro, huntita e hidromagnesita, y varios hidratos. Ejemplos de compuestos organohalógenos son organocloros tales como derivados de ácido cloréndico y parafinas cloradas; compuestos bromados poliméricos tales como poliestirenos bromados, oligómeros de carbonato bromados (BCO), oligómeros epoxídicos bromados (BEO), anhídrido tetrabromoftálico, tetrabromobisfenol A (TBBPA) y hexabromociclododecano (HBCD), organobromos tales como éter de decabromodifenilo (decaBDE), decabromodifenil etano (un sustituto de decaBDE).

Puede añadirse además un agente sinérgico piroretardante para mejorar la eficiencia del piroretardante, tal como trióxido de antimonio, pentóxido y antimonato de sodio.

Ejemplos de compuestos organofosforados son fosfonatos tales como dimetil metilfosfonato (DMMP); y fosfinatos tales como dietil fosfato de aluminio, trifenil fosfato (TPP), resorcinol bis(difenilfosfato) (RDP), bisfenol A difenil fosfato (BADP), y tricresil fosfato (TCP).

También pueden utilizarse retardantes de llama que comprendan fósforo y un halógeno tales como organofosfatos clorados tales como tris(1,3-dicloro-2-propil)fosfato (tris clorado o TDCPP) y tetrakis(2-cloretil)dicloroisopentildifosfato (V6), tris(2,3-dibromopropil) fosfato (tris bromado).

## REIVINDICACIONES

1. Un método para fabricar uno o más productos 3D en un solo lote mediante fabricación aditiva usando una técnica capa a capa, comprendiendo dicho método las etapas de:
  - 5 a) establecer un primer espesor (Tr) de una capa (50) de referencia;
  - b) establecer un segundo espesor (T2) como un múltiplo de un número entero y dicho primer espesor (Tr) de dicha capa (50) de referencia c) formar una primera capa de material que tenga dicho segundo espesor (T2);
  - 10 d) realizar una acción aglutinante sobre dicha primera capa de material; en donde las etapas c) y d) se realizan una o más veces, formando de este modo una primera zona en dicho lote; y
  - e) establecer un tercer espesor, siendo dicho tercer espesor un múltiplo de un número entero y dicho primer espesor (Tr) de dicha capa (50) de referencia;
  - 15 f) formar una segunda capa de material que tenga dicho tercer espesor;
  - g) realizar una acción aglutinante sobre dicha segunda capa de material;
 en donde las etapas f) y g) se realizan una o más veces, formando de este modo una segunda zona en dicho lote, compartiendo dicha primera zona y dicha segunda zona un mismo plano X-Y; y en donde dicho espesor de capa de material de dicha segunda zona es diferente de dicho espesor de capa de material de dicha primera zona, donde una resolución de dicha segunda zona es diferente de una resolución de dicha primera zona.
2. El método según la reivindicación 1, en donde dicho número entero es desde 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 o más, preferiblemente 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 o más, más preferiblemente dentro del intervalo de 1-10 000, o 1-5000, o 1-1000, o 1-100.
3. El método según la reivindicación 1 o 2, en donde un primer producto 3D (1) en dicho lote está al menos parcialmente formado por capas de material que tienen dicho primer espesor (Tr), y donde un segundo producto 3D en dicho lote está formado al menos parcialmente por capas de material que tienen dicho segundo espesor (T2).
4. El método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde dicho primer espesor (Tr) de dicha capa (50) de referencia se establece como un espesor mínimo disponible para una capa de material o en donde dicho primer espesor (Tr) de dicha capa (50) de referencia se selecciona para que sea más fino que un espesor mínimo disponible para una capa de material.
5. El método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde dicho primer espesor (Tr) de dicha capa (50) de referencia está dentro del intervalo de 0,05 a 2,0 mm.
6. El método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde dicho método es un método para imprimir al menos un primer y un segundo producto 3D en un solo lote.
7. El método según la reivindicación 12, en donde dichas primera y dicha segunda capas de material se forman dentro de un producto 3D o en donde dichas primera y dicha segunda capas de material se forman dentro de al menos dos productos 3D diferentes.
8. El método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores en donde, en la etapa b), la formación de dicha capa de material comprende nivelar dicha capa de material, y en donde dicho segundo espesor de dicha capa de material se determina después de que dicha capa de material se haya nivelado.
9. El método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde dicho espesor (Tr) de dicha capa (50) de referencia se define como una capa nivelada de material.
- 55 10. El método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde se forma un conjunto de números enteros, definiendo dicho conjunto de números enteros el espesor de la capa de material que se va a formar durante la impresión de los productos 3D.
- 60 11. Un dispositivo de impresión en 3D para fabricar uno o más productos 3D en un solo lote mediante fabricación aditiva usando una técnica capa a capa, comprendiendo dicho dispositivo de impresión 3D una unidad (3) de aplicación de capas para aplicar una o más capas de material a granel, una unidad (5) de cohesionado de capas para unir una parte seleccionada de dicha una o más capas de material a granel aplicadas para formar un producto 3D, y una unidad (19) de control para controlar al menos un parámetro de proceso, caracterizado por que

5 dicha unidad (19) de control está configurada para establecer un primer espesor (Tr) de una capa (50) de referencia y para separar dicho lote en una primera zona y una segunda zona, compartiendo dicha primera zona y dicha segunda zona un mismo plano X-Y, estando dicho dispositivo de impresión 3D adaptado además para formar una primera capa de material que tiene un segundo espesor (T2) en dicha primera zona, estando dicho segundo espesor (T2) configurado como un múltiplo de un número entero y dicho primer espesor (Tr) de dicha capa (50) de referencia y estando adaptado para formar una segunda capa de material que tiene un tercero espesor en dicha segunda zona, estando dicho tercero espesor configurado como un múltiplo de un número entero y dicho primer espesor (Tr) de dicha capa (50) de referencia; y en donde dicho espesor de capa de material de dicha segunda zona es diferente de dicho espesor de capa de material de dicha primera zona, donde una resolución de dicha segunda zona es diferente de una resolución de dicha primera zona.

10 12. El dispositivo de impresión en 3D según la reivindicación 11, en donde dicha capa de material está formada por una o más capas de material a granel.

15 13. Un programa informático que comprende medios de código de programa para realizar las etapas según una cualquiera de las reivindicaciones 1-10, cuando el programa se ejecuta en la unidad de control del dispositivo de impresión en 3D según una cualquiera de las reivindicaciones 11-12.

20 14. Un medio legible por ordenador que lleva un programa informático que comprende medios de código de programa para realizar las etapas según una cualquiera de las reivindicaciones 1-10 cuando el producto de programa se ejecuta en la unidad de control del dispositivo de impresión en 3D según una cualquiera de las reivindicaciones 11-12.

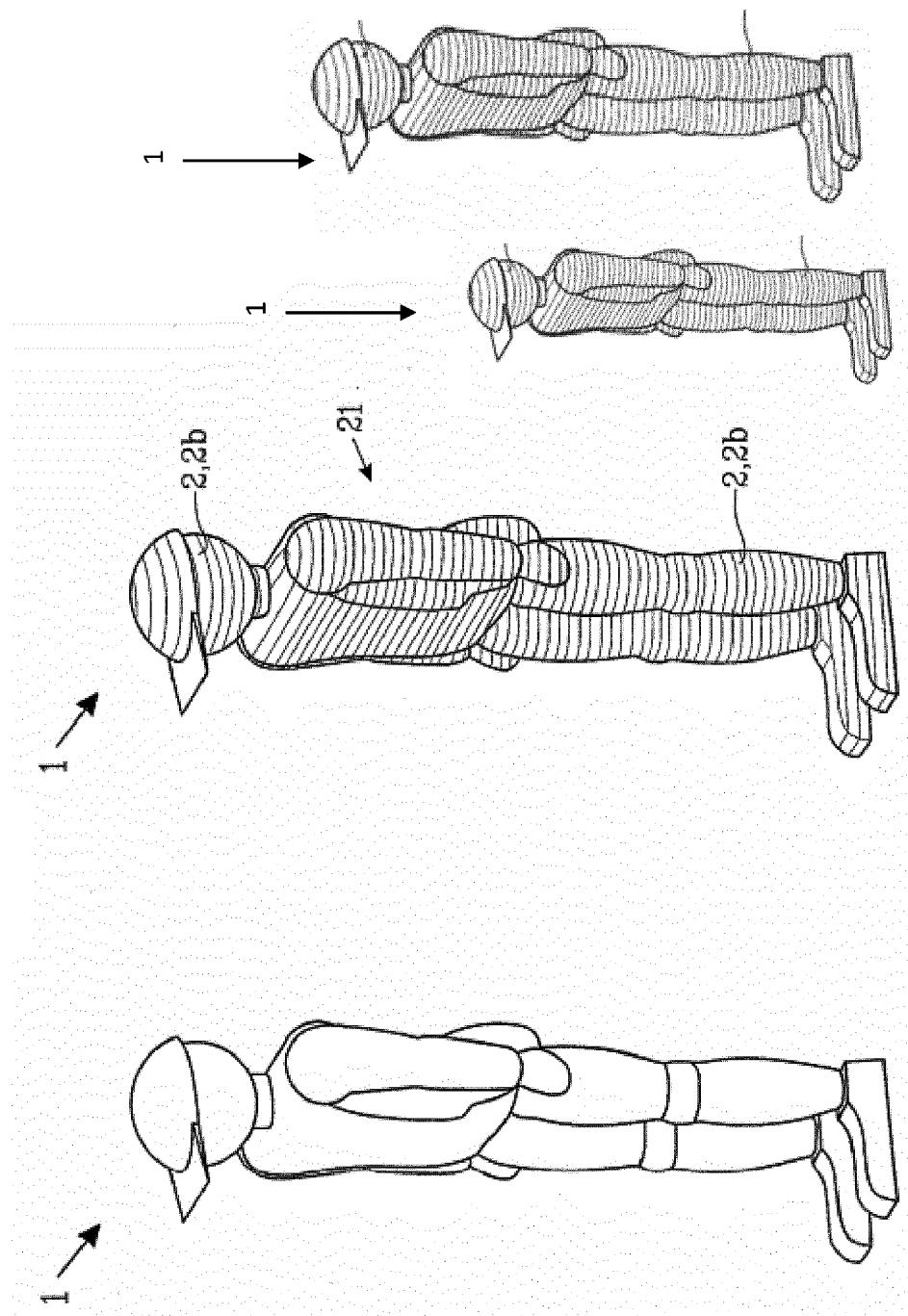


Figura 1b

Figura 1a

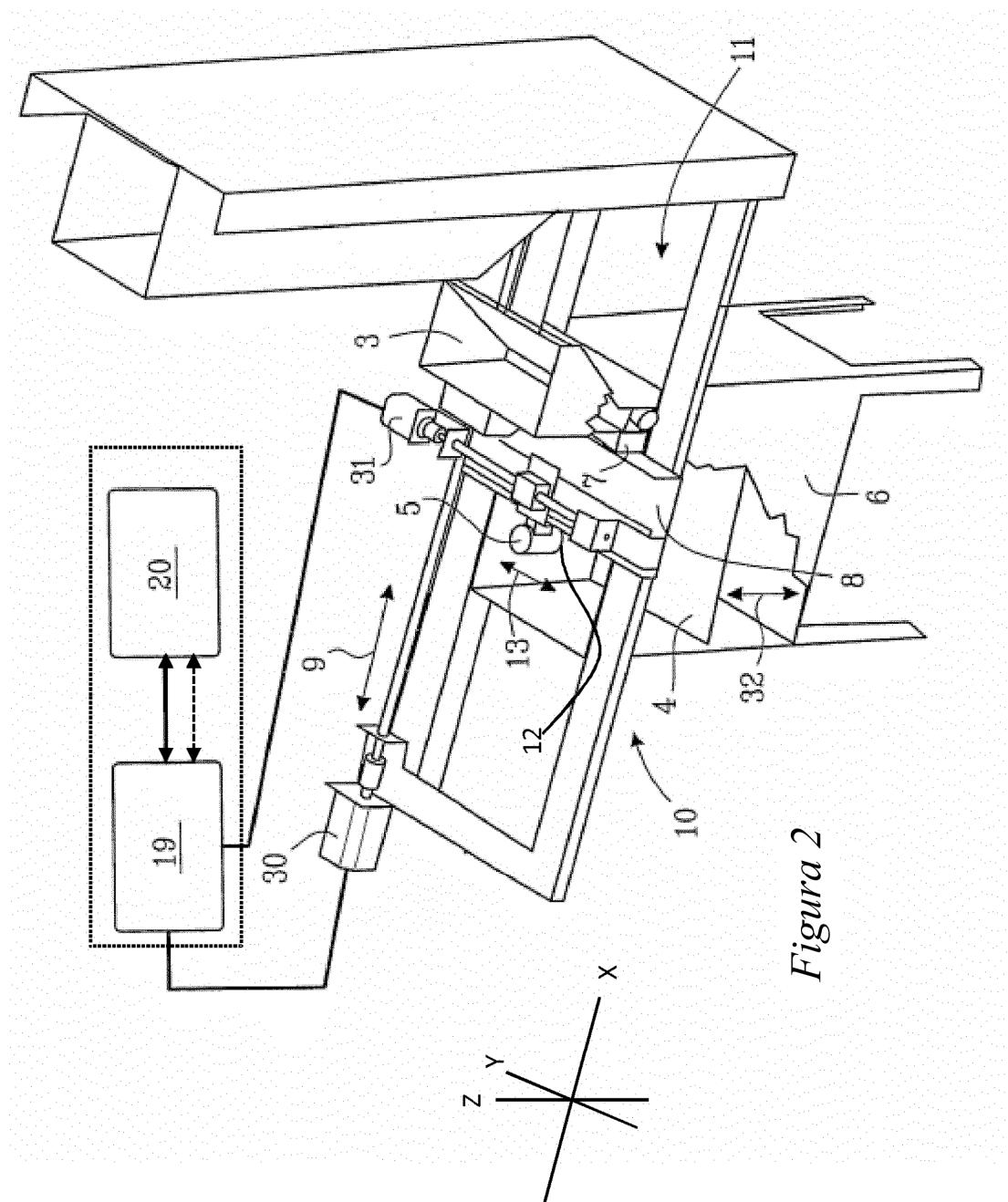


Figura 2

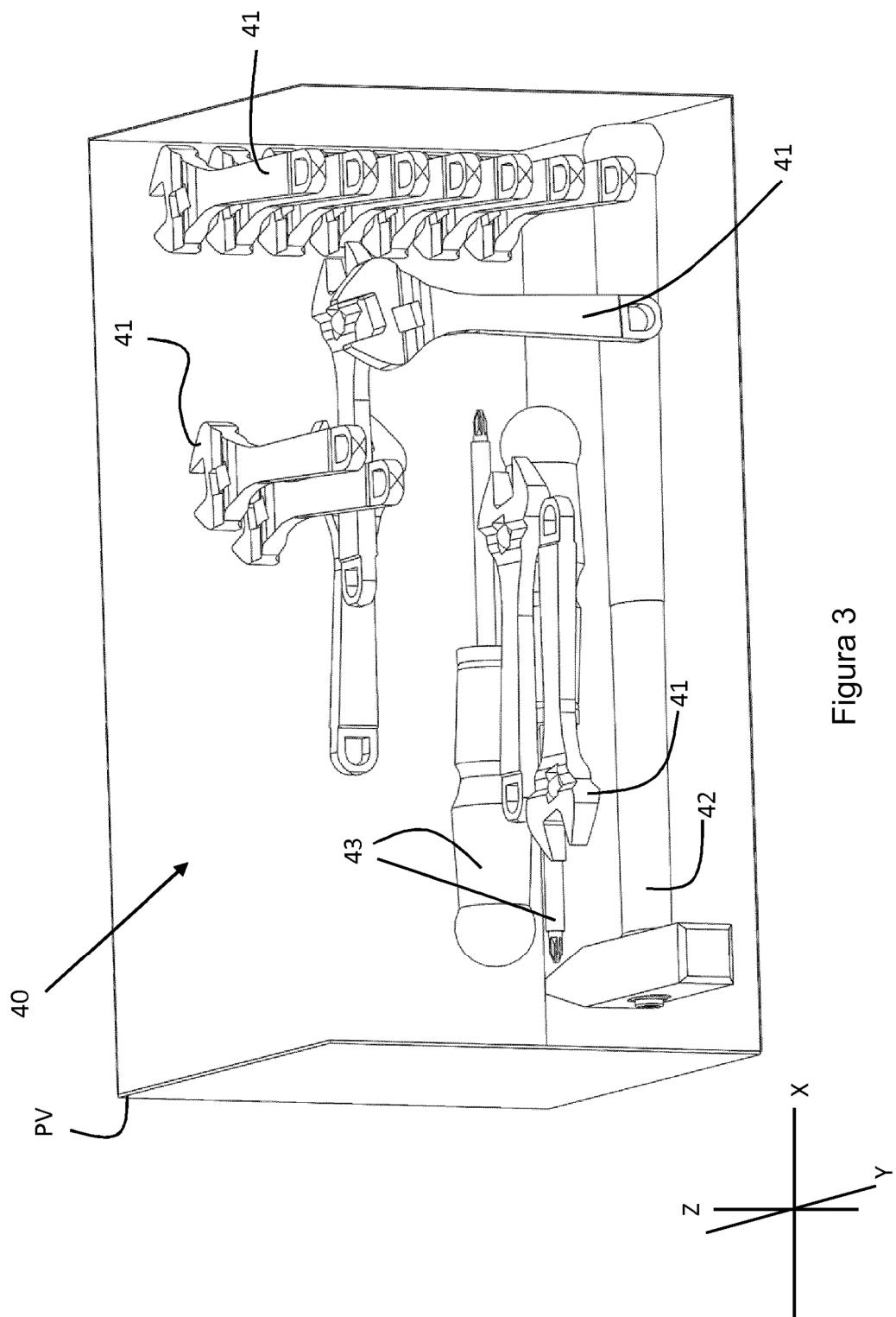


Figura 3

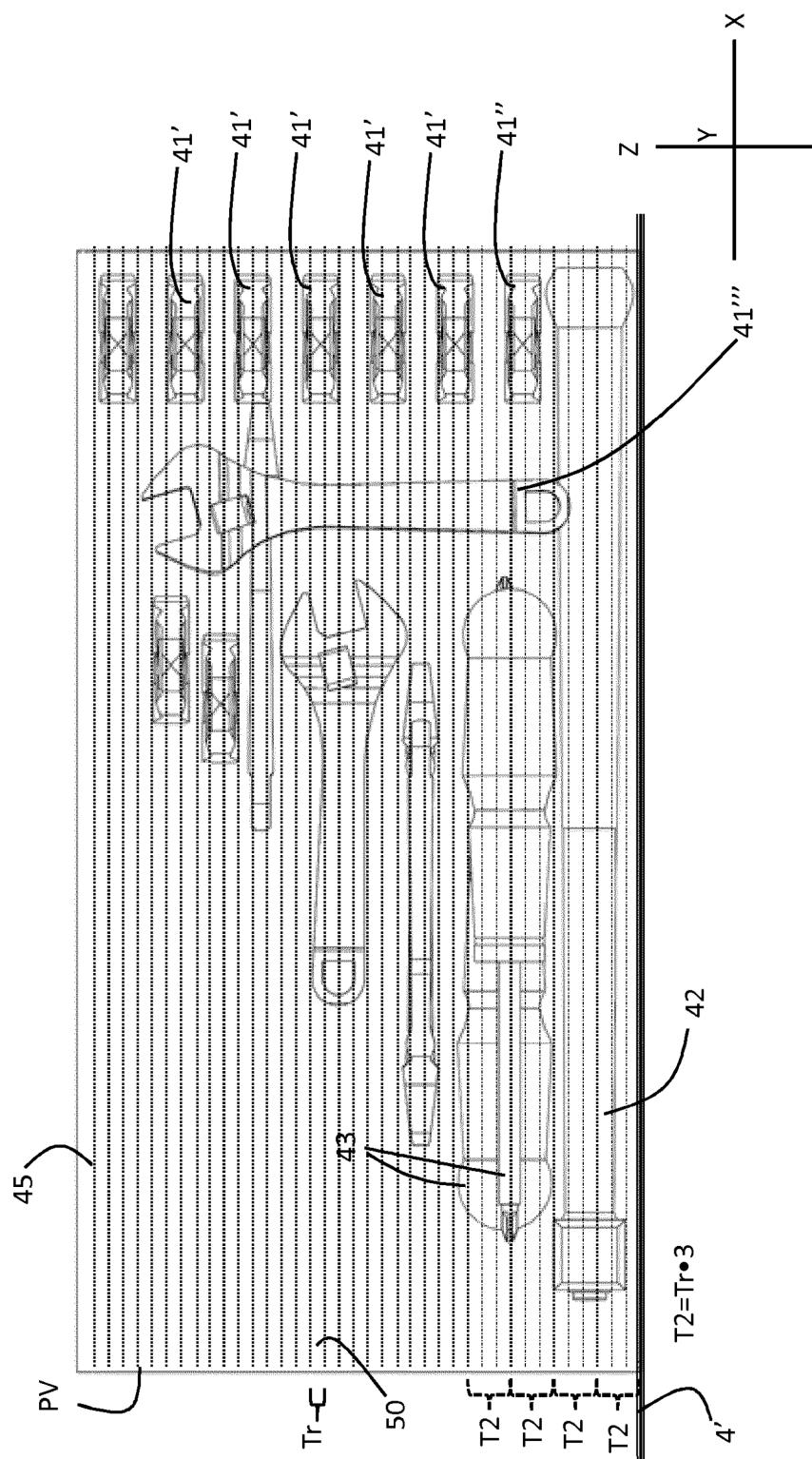


Figura 4

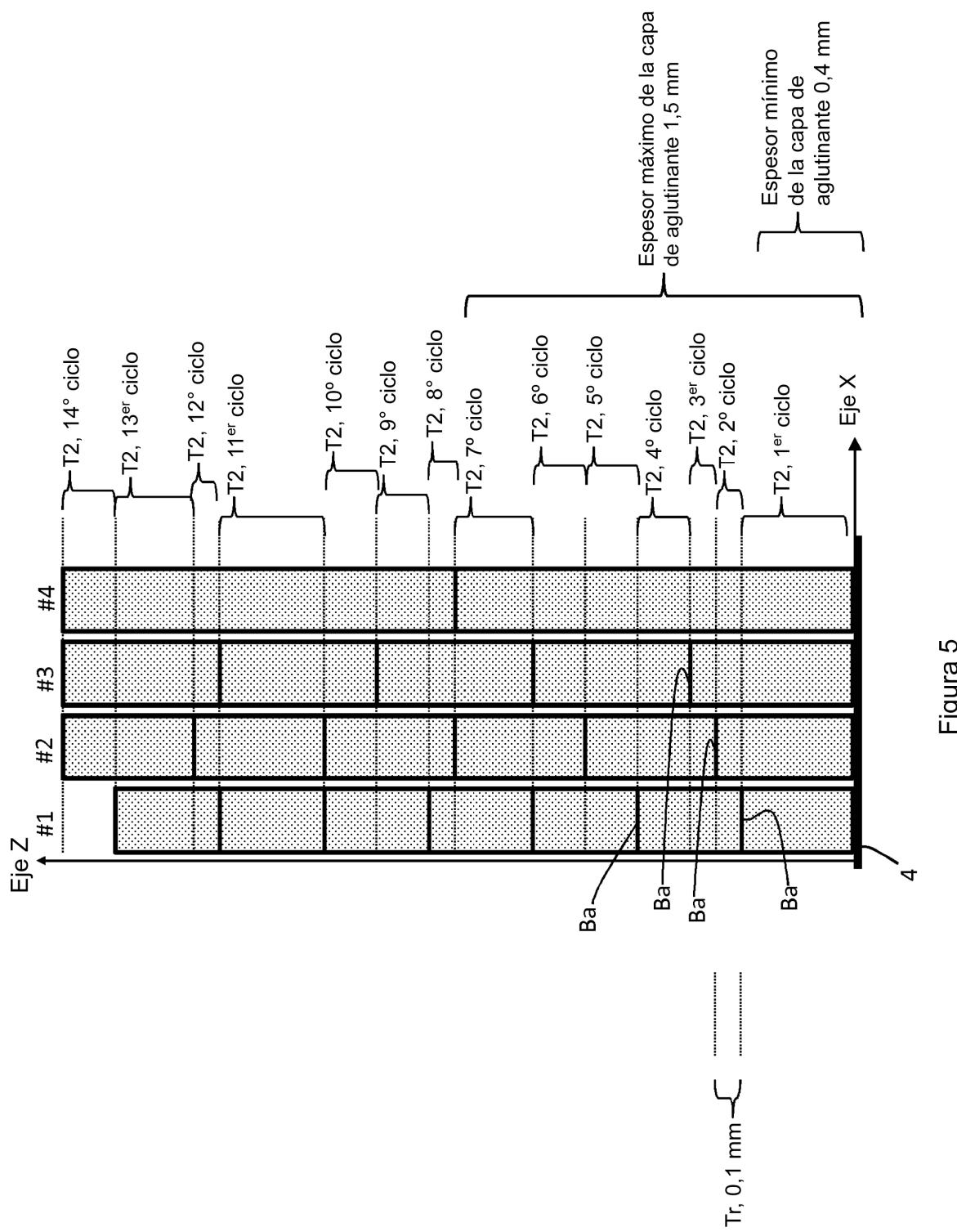
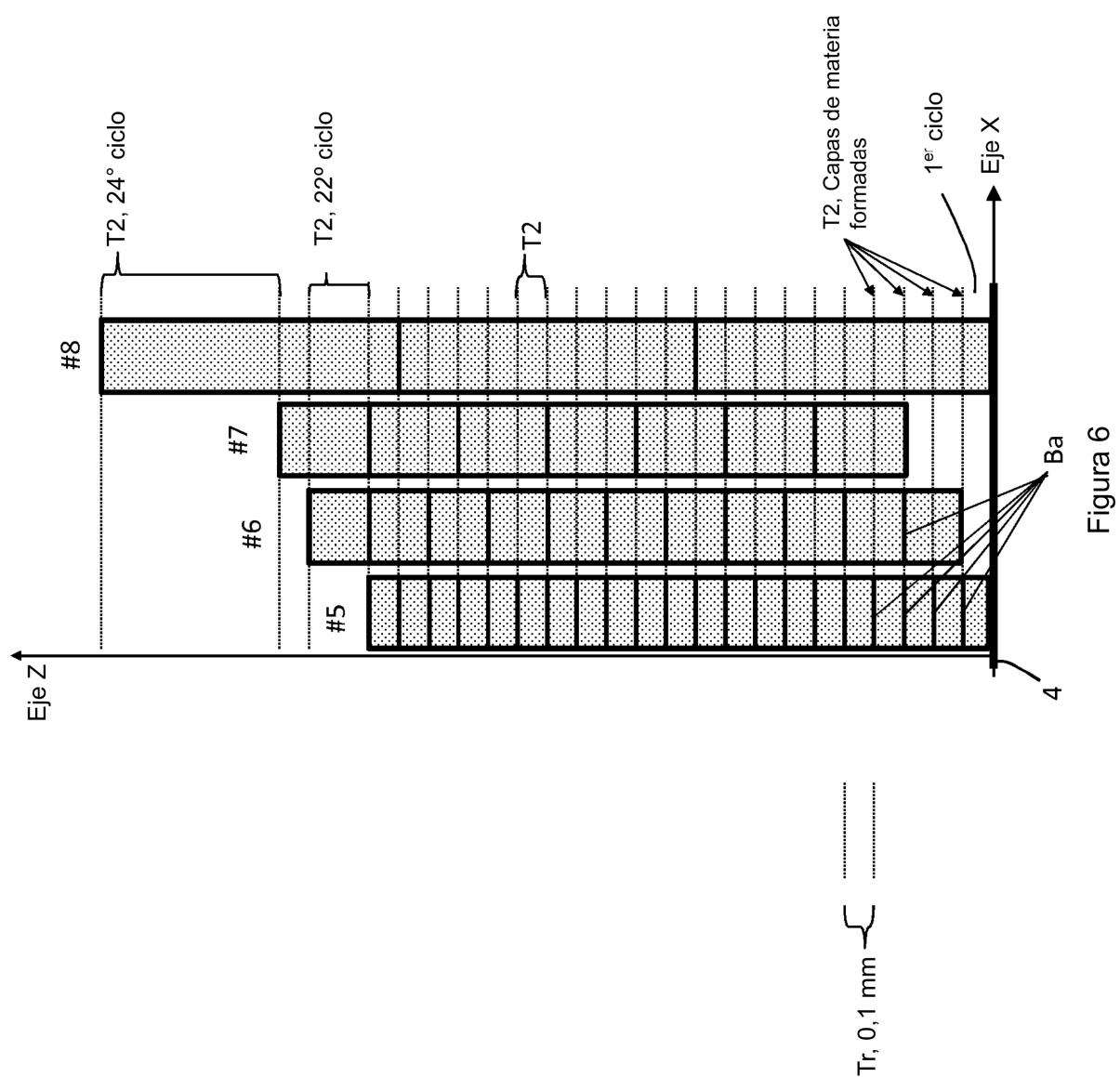


Figura 5



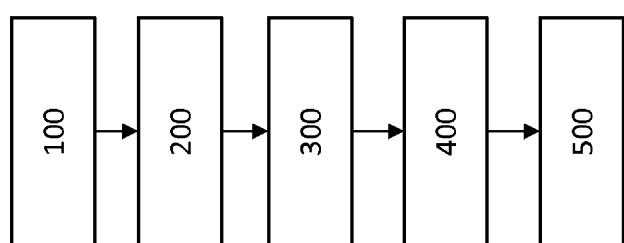


Figura 7

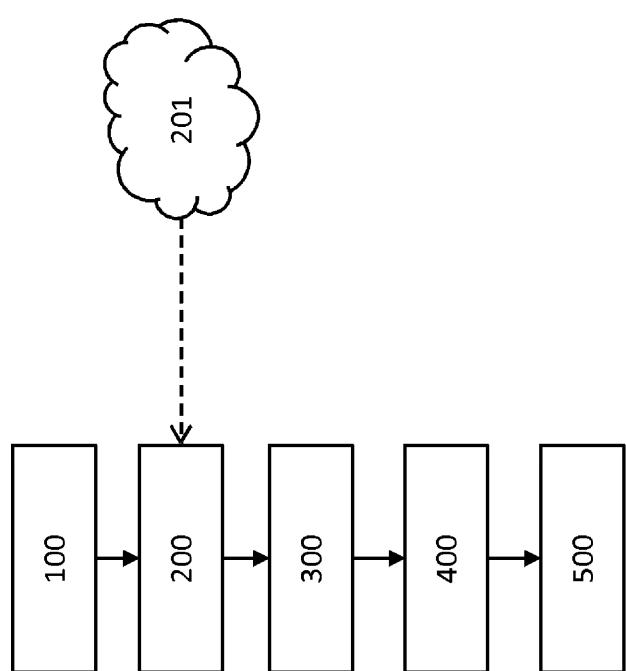


Figura 8

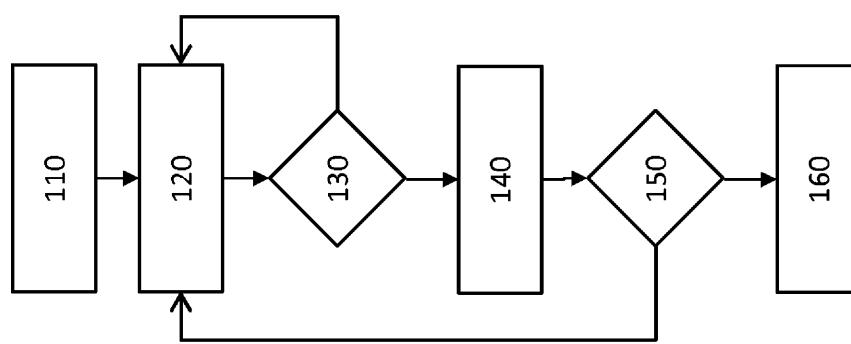


Figura 9