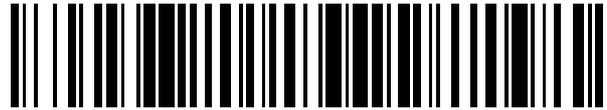


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 512 940**

21 Número de solicitud: 201330117

51 Int. Cl.:

G06F 17/00 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A2

22 Fecha de presentación:

01.02.2013

43 Fecha de publicación de la solicitud:

24.10.2014

71 Solicitantes:

**UNIVERSIDAD DE JAÉN (100.0%)
Campus Las Lagunillas s/n-Edif. B1 (Rectorado)
23071 Jaén ES**

72 Inventor/es:

**MARTÍN DONATE, Cristina;
RUBIO PARAMIO, Miguel Ángel y
MESA VILLAR, Aurelio**

54 Título: **MÉTODO DE VALIDACIÓN AUTOMATIZADA DE LA FABRICABILIDAD DE DISEÑOS DE OBJETOS TRIDIMENSIONALES EN BASE A SU GEOMETRÍA**

57 Resumen:

Método de validación automatizada de la fabricabilidad de diseños de objetos tridimensionales en base a su geometría.

La invención se refiere a un método de validación automatizada de la fabricabilidad de diseños de objetos tridimensionales en base a su geometría, que comprende transformar una definición geométrica de un objeto tridimensional que se desea fabricar mediante un proceso de fabricación seleccionado entre procesos de fundición, procesos de moldeo por inyección de plástico, procesos de mecanizado y combinaciones de tales procesos, en una malla cúbica tridimensional, y analizar la fabricabilidad del objeto tridimensional en base a la malla cúbica tridimensional inicial.

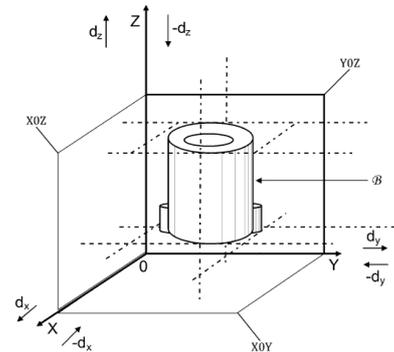


FIG. 1

**METODO DE VALIDACIÓN AUTOMATIZADA DE LA FABRICABILIDAD DE
DISEÑOS DE OBJETOS TRIDIMENSIONALES EN BASE A SU GEOMETRÍA**

D E S C R I P C I O N

5

CAMPO TÉCNICO DE LA INVENCION

La presente invención se encuadra en el campo técnico de los sistemas de análisis y validación de objetos tridimensionales a efectos de su fabricación.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

10

Convencionalmente, el proceso de validación geométrica de una pieza 3D a efectos de su fabricabilidad generalmente se ha realizado manualmente. En el caso de que las piezas tengan una geometría compleja el proceso manual es tedioso y complicado. Consecuentemente, el coste y el riesgo de errores humanos de fabricación son considerables. Para simplificar esa validación geométrica manual, se han ideado métodos de validación automática en CAD/CAE que se basan en analizar la pieza 3D por sus características geométricas que influyen en la fabricabilidad.

15

La solicitud de patente US 2009/0125284 A1 se refiere a un sistema para analizar automáticamente la presencia de zonas no moldeables ("undercuts" o interferencias de moldeo) en piezas 3D durante su diseño en CAD. Para ello se emplea un algoritmo basado en un análisis por "elementos" en vez de un análisis por "características". Concretamente, el sistema descrito en este documento comprende una unidad aritmética de línea normal, una unidad de determinación de componentes dirigidos hacia atrás, una unidad de determinación de partes no moldeables, una unidad de determinación de conexiones cóncavas, una unidad de determinación del alcance de líneas de proyección, así como una unidad de determinación de proyecciones de partes no moldeables.

20

25

La solicitud de patente US 2004/0032408 A1 un sistema para reconocer la forma de piezas 3D basado en un mallado estructurado hexaédrico, que comprende medios para designar bordes y caras de una forma tridimensional de entrada, medios para generar valores de restricción, medios de restricción para restringir el reconocimiento mediante el empleo los de valores de restricción y medios para generar coordenadas de posición de vértices de una forma que se puede derivar sustituyendo la forma tridimensional por hexaedros empleando las salidas de los medios de restricción de formas.

30

35

La Patente US-6856846 describe un método para analizar automáticamente la presencia de zonas no manufacturables en piezas 3D durante su diseño en CAD, cuyo

método se basa en un análisis informático de subpartes de la pieza 3D. El ordenador reconoce la forma del modelo 3D, divide el modelo en elementos basados en el reconocimiento de la forma y determina un requisito de trabajo óptimo para cada elemento a partir de información sobre el proceso de trabajo, emitiéndose, en caso
5 necesario, un mensaje de corrección.

La solicitud de patente US 2003/0149502-A1 se refiere a un método para analizar automáticamente la presencia de zonas no fabricables en moldes para piezas 3D durante su diseño en CAD que comprende crear un modelo maestro de mecanizado para un proceso de fabricación de una pieza, mediante generación de un
10 modelo contextual de fabricación a partir de un modelo parametrizado de la pieza, comprendiendo el modelo maestro de mecanizado una geometría para la pieza, y comprendiendo el modelo contextual de fabricación una serie de características de mecanizado. El sistema de generación del modelo maestro de mecanizado incluye un sistema CAD configurado para recibir el modelo parametrizado y generar el modelo
15 contextual de fabricación a partir del modelo parametrizado.

La solicitud de patente US 2010/0087943 describe un sistema para analizar automáticamente la presencia de zonas no fabricables en moldes para piezas 3D durante su diseño en CAD que comprende recibir un objeto CAD, determinar criterios para comprobar el objeto CAD, determinar reglas, extraer elementos de interés del
20 objeto CAD, comparar los elementos extraídos con las reglas, y etiquetar los elementos extraídos en base a las comparaciones.

La solicitud de patente JP-2009119716 describe un sistema para analizar automáticamente la presencia de zonas no fabricables en piezas 3D durante su diseño mediante un sistema implantado en un PC que comprende medios determinadores de
25 zonas no moldeables que determinan una superficie que presenta puntos, calculándose líneas normales que presentan componentes inversos como una zona no moldeable, medios detectores de formas de conexión cóncavas que determinan si la superficie no moldeable y una superficie adyacente están conectadas a una línea límite que se encuentra entre la superficie no moldeable y la superficie adyacente de
30 forma cóncava, y medios que determinan que la zona adyacente es la parte no moldeable cuando se determina que la superficie no moldeable y la superficie adyacente están conectadas de forma convexa.

La solicitud de patente JP-1229375 se refiere a un método de reconocimiento de formas complejas en el diseño de machos de molde que comprende generar datos
35 de forma y datos de sección para una forma de producto, asignar a los respectivos datos un nombre que se registra en un dispositivo de almacenamiento, de tal forma

que correspondan al nombre de la forma. Después, para diseñar el troquel de moldeado primero, a fin de transferir la forma de producto desde el dispositivo de almacenamiento una memoria RAM, se selecciona en una tabla de menú un elemento correspondiente a una entrada de una forma de producto usando un ratón, seguidamente se teclea el nombre de la forma de producto en un teclado, ya a continuación se realiza el diseño del trazado y el diseño de la base del molde empleando la forma del producto dibujada.

La solicitud de patente japonesa JP-11296566 describe un método de diseño de piezas por CAD basado en definir la pieza estudiada en distintos "elementos de forma" y aplicar restricciones de diseño, y corregir automáticamente la forma de la pieza aplicados los elementos de forma. La forma global de la pieza se define por una combinación de elementos de forma, se introducen reglas de restricción para los elementos de forma en bases de conocimiento, y se recupera un elemento de forma seleccionado. Se realiza una inspección de forma comparando la regla de restricción correspondiente recuperada con los datos del elemento de forma real y cuando se incumple la regla de restricción, los datos del elemento de forma se corrigen automáticamente.

La patente US-7086028 describe un método para analizar automáticamente cambios realizado durante el diseño en CAD, por ejemplo sobre dimensiones y tolerancias (GF&T) mediante un programa de ordenador que trabaja para recibir una indicación relativa a una modificación de un diseño. El diseño se muestra como parte de un entorno CAD. En respuesta a la indicación recibida, el programa trabaja automáticamente para generar y mostrar información relativa al cambio de diseño con respecto al dibujo, basada el menos parcialmente en la indicación recibida. Como resultado, se genera automáticamente información sobre los cambios de diseño que se puede trazar y transferir.

Las principales limitaciones que condicionan la aplicación a la industria de los modelos de análisis existentes en la actualidad son que su aplicación práctica se limita a piezas de geometría simple y su utilidad básicamente queda limitada para moldes y utillaje prototipo, la necesidad de introducir las ecuaciones matemáticas que definen las superficies del objeto, y su complejidad teórica y computacional.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

La presente invención tiene por objeto superar los inconvenientes del estado de la técnica mediante un método de validación automatizada de la fabricabilidad de diseños de objetos tridimensionales en base a su geometría, que comprende transformar una definición geométrica de un objeto tridimensional que se desea fabricar mediante un

proceso de fabricación seleccionado entre procesos de fundición, procesos de moldeo por inyección de plástico, procesos de mecanizado y combinaciones de tales procesos, en una malla cúbica tridimensional, y analizar la fabricabilidad del objeto tridimensional en base a la malla cúbica tridimensional inicial, que se caracteriza porque comprende

5 incorporar primeros datos que identifican la definición geométrica del objeto tridimensional en un primer fichero de datos, y segundos datos que representan al menos un valor de precisión de análisis en un segundo fichero de datos;

10 incorporar, a un tercer fichero de datos, datos de fabricación inferior, datos de fabricación superior y datos a fabricación lateral con respecto a una dirección de fabricación principal de un proceso de fabricación propuesto, seleccionados entre datos de procesos de fundición, datos procesos de moldeo por inyección, y datos de procesos de mecanizado;

15 una etapa de reducción en la que la definición geométrica del objeto tridimensional se reduce a una malla cúbica tridimensional definida por puntos de intersección distanciados unos de otros por sendas distancias correspondientes cada una al valor de precisión de análisis en un sistema de coordenadas cartesiano compuesto por un primer eje correspondiente a la dirección de fabricación principal así como un segundo eje y un tercer eje que definen respectivas direcciones de fabricación laterales y que preferentemente son perpendiculares a la dirección de fabricación principal, mediante un proceso que comprende

20 - establecer para cada punto de intersección primeras coordenadas reales en primeras secciones paralelas a un primer plano definido entre el primer eje y el tercer eje, segundas coordenadas reales en segundas secciones paralelas a un segundo plano definido entre el primer eje y el segundo eje y terceras coordenadas reales en terceras secciones paralelas a un tercer plano definido entre el segundo eje y el tercer eje, definiendo cada coordenada real un nodo de la malla cúbica tridimensional;

25 - calcular para cada punto de intersección, una cota entre su coordenada real y un múltiplo del valor de precisión de análisis más cercano en cada uno de los ejes;

30 - clasificar y almacenar las coordenadas redondeadas al valor del mallado de cada punto de intersección, en función de su cota, en sendas matrices que respectivamente contienen, con respecto a una de las direcciones de fabricación, puntos de cota mínima pertenecientes de zonas fabricables en dirección contraria a las direcciones de fabricación, puntos de cota máxima pertenecientes zonas fabricables en las direcciones de fabricación, y puntos de cota intermedia pertenecientes zonas no fabricables en ninguna de las direcciones;

una primera etapa de reasignación de puntos en la malla cúbica tridimensional que comprende

- comparar los puntos de intersección almacenados en las matrices para detectar puntos de intersección coincidentes contenidos en más de una matriz, reasignar cada punto de intersección coincidente a una matriz de jerarquía superior en base a una escala de prioridad y eliminar el punto de intersección coincidente de cada matriz de jerarquía inferior, comprendiendo la escala de prioridad un primer orden de prioridad correspondiente a matrices de primer orden con puntos de intersección pertenecientes a zonas fabricables a lo largo del primer eje, un segundo orden de prioridad correspondiente a matrices de segundo orden con puntos de intersección pertenecientes a zonas fabricables al menos a lo largo del segundo eje o del tercer eje, y un tercer orden de prioridad correspondiente a matrices de tercer orden con puntos de intersección pertenecientes a zonas no fabricables a lo largo de ninguno de los ejes,
- determinar en cada matriz con puntos de intersección pertenecientes a una zona fabricable, puntos de intersección dispersos y aislados pertenecientes a una matriz de jerarquía inferior, comparar las coordenadas de cada punto de intersección disperso directamente con las coordenadas de los puntos de intersección que lo rodean, reasignar cada punto de intersección disperso a la matriz de jerarquía superior a la que pertenecen dichos puntos de intersección que lo rodean;

una segunda etapa de reasignación de puntos en la malla cúbica tridimensional que comprende

- realizar, con respecto a las matrices que comprenden los puntos de intersección reasignados, un desplazamiento virtual de cada punto de intersección del segundo orden de prioridad a lo largo del eje respectivo hacia el exterior del contorno de la malla cúbica tridimensional, teniendo el desplazamiento virtual un valor igual que el valor de precisión de análisis, comparar las cotas en los ejes de cada punto desplazado del segundo orden de prioridad con cotas en los ejes de puntos de intersección vecinos correspondientes a zonas fabricables de primer orden de prioridad, determinar si el punto desplazado presenta cotas inferiores o superiores con respecto a dichas cotas vecinas en dicho primer eje, reasignar las coordenadas de cada punto de desplazado del segundo orden de prioridad a una matriz de primer orden, y eliminar de la matriz de jerarquía inferior las coordenadas de cada punto desplazado reasignado;

- generar un mapa de manufactura representando las zonas fabricables a lo largo del primer eje, a las zonas fabricables a lo largo del segundo y tercer los eje

laterales y a las zonas no fabricables, sobreponiéndolas en la definición geométrica del objeto tridimensional en sendos colores diferentes, que pueden ser, por ejemplo, azul para las zonas fabricables mediante fabricación inferior se representan, verde para las zonas fabricables mediante fabricación superior, amarillo las zonas fabricables laterales, y rojo para las zonas no fabricables.

Preferentemente, el valor de precisión de análisis es 0,01 a 0,02 veces la magnitud de una diagonal de un prisma circunscrito localizado entre coordenadas límite máximas y mínimas de vértices entre los que encuentra confinada la definición geométrica del objeto tridimensional, si bien no debe ser inferior a una magnitud mínima elegida con respecto a los detalles que presenta el objeto tridimensional.

Los puntos de de intersección pueden establecerse mediante un mediante un proceso que comprende, en primer lugar, calcular un prisma circunscrito localizado entre coordenadas límite máximas y mínimas de vértices entre los que encuentra confinada la definición geométrica del objeto tridimensional. A continuación se secciona el prisma circunscrito por un primer haz de planos paralelos a dicho primer plano para obtener un conjunto de primeras secciones de la definición geométrica del objeto tridimensional, un segundo haz de planos paralelos a dicho segundo plano para obtener un conjunto de segundas secciones de la definición geométrica del objeto tridimensional, y un tercer haz de planos paralelos a dicho tercer plano para obtener un conjunto de terceras secciones de la definición geométrica del objeto tridimensional, estando las secciones de cada conjunto de secciones distanciadas entre sí por una distancia correspondiente al valor de precisión de análisis. Después se determinan los primeros puntos de intersección de cada una de las primeras secciones con rectas paralelas de un primer haz de rectas paralelas a la dirección principal de fabricación los segundos puntos de intersección de cada una de las segundas secciones con rectas paralelas de un segundo haz de rectas paralelas a la primera dirección lateral de fabricación definida por el segundo eje, y los terceros puntos de intersección de cada una de las terceras secciones, con rectas paralelas de un tercer haz de rectas paralelas a la segunda dirección lateral de fabricación definida por el tercer eje.

En una realización preferente de la invención, las coordenadas redondeadas al valor del mallado de cada punto de intersección se clasifican y almacenan respectivamente en

una primera matriz que contiene primeros puntos de cota mínima pertenecientes a una zona fabricable mediante fabricación inferior en dirección contraria a la dirección principal de fabricación,

una segunda matriz que contiene primeros puntos de cota máxima pertenecientes a una zona fabricable mediante fabricación superior en la dirección principal de fabricación,

5 una tercera matriz que contiene primeros puntos de cota intermedia pertenecientes a una zona no fabricable ni en la dirección principal de fabricación ni en dicha dirección contraria,

una cuarta matriz que contiene segundos puntos de cota mínima pertenecientes a una zona fabricable en dirección contraria a una primera dirección lateral de fabricación,

10 una quinta matriz que contiene segundos puntos de cota pertenecientes a una zona fabricable en la primera dirección lateral de fabricación,

una sexta matriz que contiene segundos puntos de cota intermedia pertenecientes a una zona no fabricable ni en la primera dirección lateral de fabricación ni en dicha dirección contraria,

15 una séptima matriz que contiene terceros puntos de cota mínima pertenecientes a una zona fabricable en dirección contraria a una segunda dirección lateral de fabricación,

una octava matriz que contiene terceros puntos de cota máxima pertenecientes a una zona fabricable en la segunda dirección lateral de fabricación, y

20 una novena matriz que contiene terceros puntos de cota intermedia pertenecientes a una zona no fabricable ni en la segunda dirección lateral de fabricación ni en dicha segunda dirección lateral contraria.

Cuando el proceso de fabricación propuesto está seleccionado entre procesos de mecanizado,

25 los primeros puntos de cota mínima pertenecientes a una zona fabricable mediante fabricación inferior pueden ser puntos mecanizables girando la definición geométrica del objeto tridimensional en 180°;

los primeros puntos de cota máxima pertenecientes a una zona fabricable mediante fabricación superior pueden ser puntos directamente mecanizables sin girar
30 la definición geométrica del objeto tridimensional;

los segundos puntos de cota mínima pertenecientes a una zona fabricable en dirección contraria a una primera dirección lateral de fabricación y los segundos puntos de cota máxima pertenecientes a una zona fabricable en la primera dirección lateral de fabricación, pueden ser puntos mecanizables girando la definición geométrica del
35 objeto tridimensional en 90° en una primera dirección de giro; y

los terceros puntos de cota mínima pertenecientes a una zona fabricable en

dirección contraria a una segunda dirección lateral de fabricación, los terceros puntos de cota máxima pertenecientes a una zona fabricable en la segunda dirección lateral de fabricación, pueden ser puntos mecanizables girando la definición geométrica del objeto tridimensional en 90° en una primera dirección de giro.

5 Por otra parte, cuando el proceso de fabricación propuesto está seleccionado entre procesos de moldeo y procesos de fundición,

los primeros puntos de cota mínima pertenecientes a una zona fabricable a fabricación inferior pueden ser puntos formables en una cavidad inferior;

10 los primeros puntos de cota máxima pertenecientes a una zona fabricable a fabricación superior pueden ser puntos formables en una cavidad superior;

15 los segundos puntos de cota mínima pertenecientes a una zona fabricable en dirección contraria a una primera dirección lateral de fabricación y los segundos puntos de cota máxima pertenecientes a una zona fabricable en la primera dirección lateral de fabricación, pueden ser puntos formables con ayuda de al menos una primera corredera; y

20 los terceros puntos de cota mínima pertenecientes a una zona fabricable en dirección contraria a una segunda dirección lateral de fabricación, los terceros puntos de cota máxima pertenecientes a una zona fabricable en la segunda dirección lateral de fabricación, pueden ser puntos formables con ayuda de al menos una segunda corredera.

25 Para realizar la reasignación de puntos en el mallado se hace necesario introducir una clasificación en importancia entre los distintos grupos de matrices obtenidos en la discretización; una jerarquía de reasignación en concordancia con criterios de simplicidad en el diseño del proceso de fabricación, al objeto de reducir al mínimo los costes de utillaje y manufactura. A cada zona de fabricación le asignaremos un color diferenciado para su representación gráfica. Los criterios de simplicidad se establecen con respecto al proceso de fabricación elegido, moldeo (por inyección de plástico o fundición), o mecanizado. Así, un proceso de fabricación de moldeo será tanto más simple cuando sólo necesite de dos cavidades (superior e inferior) para producir la pieza lo que implica, que toda la pieza es desmoldeable, si necesita correderas, es decir dispositivos móviles para fabricar zonas en contradesmoldeo, el molde se encarece y aumenta la complejidad a la hora de producir la pieza, mientras que un proceso de mecanizado la fabricación de la pieza será tanto más simple cuanto menor sea el número de posiciones necesarias para su fabricación frente a la máquina herramienta.

35 En esta segunda etapa de reasignación se analizan los resultados de la

discretización del en una malla cúbica tridimensional comparando los puntos de matrices de menor orden (resultantes del barrido a lo largo de los ejes X e Y, y que en principio son considerados como fabricables lateralmente ó no fabricables), con los puntos de su entorno correspondiente a la zona desmoldeable de primer orden, es decir, mediante desmoldeo directo sin correderas mediante cavidad superior o inferior. Si cumplen las condiciones impuestas por los criterios de reasignación de puntos diseñados, ascenderán en la jerarquía de fabricación, consiguiendo por tanto un utillaje más simple. A diferencia de la primera etapa de reasignación, en el cual la reasignación se efectuaba de manera directa, en esta segunda etapa de asignación el algoritmo se sirve del valor de la precisión del mallado, para provocar sobre cada uno de los puntos de la zona fabricable lateralmente un desplazamiento virtual que se detallará más adelante y que permite comparar su coordenada con la del resto de puntos de la malla cúbica tridimensional permitiendo identificar los contornos exteriores e interiores del objeto tridimensional a fabricar.

Para conseguir, como primer propósito, la reasignación de puntos de intersección contenidos, después de la primera etapa de reasignación, en matrices con puntos de cota máxima o mínima pertenecientes a zonas fabricables en alguna de las direcciones laterales pero no en matrices con puntos de cota máxima o mínima fabricables en la dirección de fabricación principal, la segunda etapa de reasignación de puntos puede comprender

realizar el desplazamiento virtual de cada punto de intersección contenido en la cuarta matriz a lo largo del segundo eje en dirección contraria a la primera dirección lateral de fabricación, y reasignar a la primera matriz que contiene los primeros puntos de cota mínima pertenecientes a una zona fabricable mediante fabricación inferior, cada punto desplazado a lo largo del segundo eje en dirección contraria a la primera dirección lateral de fabricación, que presenta una cota igual a un punto en el tercer eje y una cota menor con respecto a la cota en el primer eje de un punto de intersección vecino contenido en la primera matriz;

realizar el desplazamiento virtual de cada punto de intersección contenido en la quinta matriz a lo largo del segundo eje en dirección de la primera dirección lateral de fabricación, y reasignar a la primera matriz que contiene los primeros puntos de cota mínima pertenecientes a una zona fabricable mediante fabricación inferior, cada punto desplazado a lo largo del segundo eje en dirección de la primera dirección lateral de fabricación, que presenta una cota igual a un punto en el tercer eje y una cota menor con respecto a la cota en el primer eje de un punto de intersección vecino contenido

en la primera matriz.

Asimismo, para conseguir este primer propósito, la segunda etapa de reasignación de puntos puede comprender

5 realizar el desplazamiento virtual de cada punto de intersección contenido en la cuarta matriz a lo largo del segundo eje en dirección contraria a la primera dirección lateral de fabricación, y reasignar a la segunda matriz que contiene los primeros puntos de cota máxima pertenecientes a una zona fabricable mediante fabricación superior, cada punto desplazado a lo largo del segundo eje en dirección contraria a la primera dirección lateral de fabricación, que presenta una cota igual a un punto en el
10 tercer eje y una cota mayor con respecto a la cota en el primer eje de un punto de intersección vecino contenido en la segunda matriz; y

realizar el desplazamiento virtual de cada punto de intersección contenido en la quinta matriz a lo largo del segundo eje en dirección de la primera dirección lateral de fabricación, y reasignar a la segunda matriz que contiene los primeros puntos de cota
15 máxima pertenecientes a una zona fabricable mediante fabricación superior, cada punto desplazado a lo largo del segundo eje en dirección de la primera dirección lateral de fabricación, que presenta una cota igual a un punto en el tercer eje y una cota mayor con respecto a la cota en el primer eje de un punto de intersección vecino contenido en la segunda matriz.

20 Además, para conseguir este primer propósito, la segunda etapa de reasignación de puntos puede comprender

realizar el desplazamiento virtual de cada punto de intersección contenido en la séptima matriz a lo largo del tercer eje en dirección contraria a la segunda dirección lateral de fabricación, y reasignar a la primera matriz que contiene los primeros puntos
25 de cota mínima pertenecientes a una zona fabricable mediante fabricación inferior, cada punto desplazado a lo largo del tercer eje en dirección contraria a la segunda dirección lateral de fabricación que presenta una cota igual a un punto en el segundo eje y una cota menor con respecto a la cota en el primer eje de un punto de intersección vecino contenido en la primera matriz; y

30 realizar el desplazamiento virtual de cada punto de intersección contenido en la octava matriz a lo largo del segundo eje en dirección de la segunda dirección lateral de fabricación, y reasignar a la primera matriz que contiene los primeros puntos de cota mínima pertenecientes a una zona fabricable a fabricación inferior, cada punto desplazado a lo largo del tercer eje en dirección de la segunda dirección lateral de
35 fabricación, que presenta una cota igual a un punto en el segundo eje y una cota menor con respecto a la cota en el primer eje de un punto de intersección vecino

contenido en la primera matriz.

La segunda etapa de reasignación de puntos puede, para conseguir este primer propósito, comprender también

5 realizar el desplazamiento virtual de cada punto de intersección contenido en la séptima matriz a lo largo del tercer eje en dirección contraria a la segunda dirección lateral de fabricación, y reasignar a la segunda matriz que contiene los primeros puntos de cota máxima pertenecientes a una zona fabricable mediante fabricación superior, cada punto desplazado a lo largo del tercer eje en dirección contraria a la segunda dirección lateral de fabricación, que presenta una cota igual a un punto en el
10 segundo eje y una cota mayor con respecto a la cota en el primer eje de un punto de intersección vecino contenido en la segunda matriz;

realizar el desplazamiento virtual de cada punto de intersección contenido en la octava matriz a lo largo del tercer eje en dirección de la segunda dirección lateral de fabricación, y reasignar a la segunda matriz que contiene los primeros puntos de cota
15 máxima pertenecientes a una zona fabricable mediante fabricación superior, cada punto desplazado a lo largo del tercer eje en dirección de la segunda dirección lateral de fabricación, que presenta una cota igual a un punto en el segundo eje y una cota mayor con respecto a la cota en el primer eje de un punto de intersección vecino contenido en la segunda matriz.

20 Para conseguir la reasignación de puntos de intersección contenidos, después de la primera etapa de reasignación, en matrices con puntos de cota intermedia pertenecientes a zonas no fabricables, la segunda etapa de reasignación de puntos también puede comprender una o más de las fases que se describen a continuación:

Así, para conseguir la reasignación de los puntos de intersección contenidos en
25 la tercera matriz que contiene los primeros puntos de cota intermedia pertenecientes a una zona no fabricable ni en la dirección principal de fabricación ni en dicha dirección contraria, se puede optar por una o más de las siguientes fases:

- realizar el desplazamiento virtual de cada punto de intersección contenido en la
30 tercera matriz a lo largo del segundo eje, en dirección contraria a la primera dirección lateral de fabricación, y reasignar a la primera matriz que contiene los primeros puntos de cota mínima pertenecientes a una zona fabricable mediante fabricación inferior, cada punto desplazado a lo largo del segundo eje en dirección contraria a la primera dirección lateral de fabricación que presenta
35 una cota igual a un punto en el tercer eje y una cota menor con respecto a la cota en el primer eje de un punto de intersección vecino contenido en la

primera matriz.

5 - realizar el desplazamiento virtual de cada punto de intersección contenido en la tercera matriz a lo largo del segundo eje en dirección de la primera dirección lateral de fabricación, y reasignar a la primera matriz que contiene los primeros puntos de cota mínima pertenecientes a una zona fabricable mediante fabricación inferior, cada punto desplazado a lo largo del segundo eje en dirección de la primera dirección lateral de fabricación que presenta una cota igual a un punto en el tercer eje y una cota menor con respecto a la cota en el primer eje de un punto de intersección vecino contenido en la primera matriz.

10

15 - realizar el desplazamiento virtual de cada punto de intersección contenido en la tercera matriz a lo largo del tercer eje en dirección contraria a la primera dirección lateral de fabricación, y reasignar a la segunda matriz que contiene los primeros puntos de cota máxima pertenecientes a una zona fabricable mediante fabricación superior, cada punto desplazado a lo largo del segundo eje en dirección de la primera dirección lateral de fabricación que presenta una cota igual a un punto en el tercer eje y una cota mayor con respecto a la cota en el primer eje de un punto de intersección vecino contenido en la segunda matriz.

20

25 - realizar el desplazamiento virtual de cada punto de intersección contenido en la tercera matriz a lo largo del tercer eje en la primera dirección lateral de fabricación, y reasignar a la segunda matriz que contiene los primeros puntos de cota máxima pertenecientes a una zona fabricable mediante fabricación superior, cada punto desplazado a lo largo del segundo eje en dirección de la primera dirección lateral de fabricación, que presenta una cota igual a un punto en el tercer eje y una cota mayor con respecto a la cota en el primer eje de un punto de intersección vecino contenido en la segunda matriz.

30

A su vez, para conseguir la reasignación de los puntos de intersección contenidos en la sexta matriz que contiene los segundos puntos de cota intermedia pertenecientes a una zona no fabricable ni en la primera dirección lateral de fabricación ni en dicha dirección contraria se puede optar por una o más de las siguientes fases:

35

- realizar el desplazamiento virtual de cada punto de intersección contenido en la sexta matriz a lo largo del segundo eje, en dirección contraria a la primera dirección lateral de fabricación, y reasignar a la primera matriz que contiene los primeros puntos de cota mínima pertenecientes a una zona fabricable mediante fabricación inferior, cada punto desplazado a lo largo del segundo eje en dirección contraria a la primera dirección lateral de fabricación, que presenta una cota igual a un punto en el tercer eje y una cota menor con respecto a la cota en el primer eje de un punto de intersección vecino contenido en la primera matriz.
- realizar el desplazamiento virtual de cada punto de intersección contenido en la sexta matriz a lo largo del segundo eje, en dirección a la primera dirección lateral de fabricación, y reasignar a la primera matriz que contiene los primeros puntos de cota mínima pertenecientes a una zona fabricable mediante fabricación inferior, cada punto desplazado a lo largo del segundo eje en dirección contraria a la primera dirección lateral de fabricación, que presenta una cota igual a un punto en el tercer eje y una cota menor con respecto a la cota en el primer eje de un punto de intersección vecino contenido en la primera matriz.
- realizar el desplazamiento virtual de cada punto de intersección contenido en la sexta matriz a lo largo del tercer eje en dirección contraria a la primera dirección lateral de fabricación, y reasignar a la segunda matriz que contiene los primeros puntos de cota máxima pertenecientes a una zona fabricable mediante fabricación superior, cada punto desplazado a lo largo del segundo eje en dirección de la primera dirección lateral de fabricación, que presenta una cota igual a un punto en el tercer eje y una cota mayor con respecto a la cota en el primer eje de un punto de intersección vecino contenido en la segunda matriz.
- realizar el desplazamiento virtual de cada punto de intersección contenido en la sexta matriz a lo largo del tercer eje en dirección de la primera dirección lateral de fabricación, y reasignar a la segunda matriz que contiene los primeros puntos de cota máxima pertenecientes a una zona fabricable mediante fabricación superior, cada punto desplazado a lo largo del segundo eje en dirección de la primera dirección lateral de fabricación, que presenta una cota

igual a un punto en el tercer eje y una cota mayor con respecto a la cota en el primer eje de un punto de intersección vecino contenido en la segunda matriz.

Finalmente, para conseguir la reasignación de los puntos de intersección contenidos en la novena matriz que contiene los segundos puntos de cota intermedia pertenecientes a una zona no fabricable ni en la primera dirección lateral de fabricación ni en dicha dirección contraria se puede optar por una o más de las siguientes fases:

- 10 - realizar el desplazamiento virtual de cada punto de intersección contenido en la novena matriz a lo largo del segundo eje, en dirección contraria a la primera dirección lateral de fabricación, y reasignar a la primera matriz que contiene los primeros puntos de cota mínima pertenecientes a una zona fabricable mediante fabricación inferior, cada punto desplazado a lo largo del segundo eje en
15 dirección contraria a la primera dirección lateral de fabricación, que presenta una cota igual a un punto en el tercer eje y una cota menor con respecto a la cota en el primer eje de un punto de intersección vecino contenido en la primera matriz.
- 20 - realizar el desplazamiento virtual de cada punto de intersección contenido en la novena matriz a lo largo del segundo eje, en la primera dirección lateral de fabricación, y reasignar a la primera matriz que contiene los primeros puntos de cota mínima pertenecientes a una zona fabricable mediante fabricación inferior, cada punto desplazado a lo largo del segundo eje en dirección
25 contraria a la primera dirección lateral de fabricación, que presenta una cota igual a un punto en el tercer eje y una cota menor con respecto a la cota en el primer eje de un punto de intersección vecino contenido en la primera matriz.
- 30 - realizar el desplazamiento virtual de cada punto de intersección contenido en la novena matriz a lo largo del tercer eje en dirección de la primera dirección lateral de fabricación, y reasignar a la segunda matriz que contiene los primeros puntos de cota máxima pertenecientes a una zona fabricable mediante fabricación superior, cada punto desplazado a lo largo del segundo eje en dirección de la primera dirección lateral de fabricación, que presenta una
35 cota igual a un punto en el tercer eje y una cota mayor con respecto a la cota en el primer eje de un punto de intersección vecino contenido en la segunda

matriz.

- realizar el desplazamiento virtual de cada punto de intersección contenido en la novena matriz a lo largo del tercer eje en dirección de la primera dirección lateral de fabricación, y reasignar a la segunda matriz que contiene los primeros puntos de cota máxima pertenecientes a una zona fabricable mediante fabricación superior, cada punto desplazado a lo largo del segundo eje en dirección de la primera dirección lateral de fabricación, que presenta una cota igual a un punto en el tercer eje y una cota mayor con respecto a la cota en el primer eje de un punto de intersección vecino contenido en la segunda matriz.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

A continuación se describirán aspectos y realizaciones de la invención en base a unos dibujos esquemáticos que forman parte integrante de la presente descripción, y en los que:

la figura 1 es una vista de una definición geométrica de un objeto tridimensional en un eje de coordenadas cartesianas y sus coordenadas límite máximas y mínimas de vértices entre los que encuentra confinada;

la figura 2 es una vista de la definición geométrica de la figura 1 y del prisma circunscrito localizado entre dichas coordenadas límite máximas y mínimas de vértices;

la figura 3 muestra una realización de cómo se secciona el prisma circunscrito por un primer haz de planos paralelos para obtener un conjunto de primeras secciones de la definición geométrica del objeto tridimensional;

la figura 4 muestra una realización de cómo se secciona el prisma circunscrito por un segundo haz de planos paralelos para obtener un conjunto de segundas secciones de la definición geométrica del objeto tridimensional;

la figura 5 muestra una realización de cómo se secciona el prisma circunscrito por un tercer haz de planos paralelos para obtener un conjunto de terceras secciones de la definición geométrica del objeto tridimensional;

la figura 6 muestra una realización de cómo se determinan primeros puntos de intersección de una de las primeras secciones con un primer haz de rectas paralelas;

la figura 7 muestra una realización de cómo se determinan segundos puntos de intersección de una de las segundas secciones con un segundo haz de rectas paralelas;

la figura 8 muestra una realización de cómo se determinan terceros puntos de intersección de una de las terceras secciones con un tercer haz de rectas paralelas;

la figura 9 muestra las secciones obtenidas después de haberse seccionado la definición geométrica del objeto tridimensional de la figura 1 mediante los mencionados haces de secciones y de rectas paralelas;

la figura 10 muestra una realización del método conforme a la presente invención hasta e incluyendo una realización de la segunda etapa de reasignación;

la figura 11 muestra una realización de la generación de un mapa de manufactura aplicable después de la segunda etapa de reasignación mostrada en la figura 10;

la figura 12 muestra con más detalle la reasignación de puntos contenidos en las matrices con puntos de cota mínima o máxima pertenecientes zonas fabricables en direcciones laterales de fabricación;

la figura 13 muestra con más detalle la reasignación de puntos contenidos en las matrices con puntos de cota intermedia pertenecientes zonas no fabricables en ninguna dirección de fabricación;

MODOS DE REALIZAR LA INVENCION

Las figuras 1 a 8 muestran una realización de cómo se establecen los puntos de de intersección (P_k) que definen un mallado cúbico tridimensional (B') (figura 9) en un eje de coordenadas cartesiano $-XYZ-$ de ejes $-X, Y, Z-$ perpendiculares entre sí, donde la dirección principal de fabricación dz y su dirección contraria $-dz$ se definen a lo largo del primer eje $-Z-$, la primera dirección de fabricación lateral dx y su dirección contraria dx se definen a lo largo del segundo eje $-X-$, y la segunda dirección de fabricación lateral dy y su dirección contraria $-dy$ se definen a lo largo del tercer eje $-Y-$.

En la figura 1 se pueden apreciar las rectas que delimitan la extensión máxima frontal, trasera, lateral derecha, lateral izquierda, inferior y superior de la representación geométrica del objeto tridimensional $-B-$. Los puntos en los que se interseccionan estas rectas están localizadas en coordenadas representativas de respectivos vértices entre los que, como se puede ver en la figura 2, se encuentra confinada la definición geométrica del objeto tridimensional (B).

El prisma circunscrito (B^*) se secciona por un primer haz de planos (\square_j) paralelos a dicho primer plano ($Y0Z$) (figura 3) para obtener un conjunto de primeras secciones (S_j) (figura 9) de la definición geométrica del objeto tridimensional (B), un segundo haz de planos (\square_j') paralelos (figura 4) a dicho segundo plano ($X0Z$) para

obtener un conjunto de segundas secciones (S_j') (figura 9) de la definición geométrica del objeto tridimensional (\mathcal{B}), y un tercer haz de planos (Π_j'') (figura 5) paralelos a dicho tercer plano (XOY) para obtener un conjunto de terceras secciones (S_j'') (figura 9) de la definición geométrica del objeto tridimensional (\mathcal{B}). Las secciones (S_j, S_j', S_j'') de cada conjunto de secciones están distanciadas entre sí por una distancia correspondiente al valor de precisión de análisis (ϵ).

Como se puede ver en las figuras 6 a 8, se determinan primeros puntos de intersección (P_k) de cada una de las primeras secciones (S_j), con rectas paralelas (R_c) de un primer haz de rectas (R_c) paralelas a la dirección principal de fabricación (d_z) (figura 6), segundos puntos de intersección (P_k) de cada una de las segundas secciones (S_j'), con rectas paralelas (R_c') de un segundo haz de rectas (R_c') paralelas a la primera dirección lateral de fabricación (d_x) definida por el segundo eje (X) (figura 7), y terceros puntos de intersección (P_k) de cada una de las terceras secciones (S_j''), con rectas paralelas (R_c'') de un tercer haz de rectas (R_c'') paralelas a la segunda dirección lateral de fabricación (d_y) definida por el tercer eje (Y) (figura 8). En las figuras 6 a 8 sólo se muestra respectivamente una de las secciones de los haces de secciones ilustradas en las figuras 3 a 5, para evitar que las representaciones gráficas resulten excesivamente complejas. Los puntos de intersección de los haces de rectas paralelas con las demás secciones de los respectivos haces de secciones se establecen de forma análoga a lo que se muestra respectivamente en las figuras 6 a 8.

Como se puede apreciar en las figuras 10 y 11, en la realización mostrada del método conforme a la presente invención, los datos que identifican la definición geométrica del objeto tridimensional (\mathcal{B}) en un primer fichero de datos (1). En un segundo fichero de datos (2) se incorporan segundos datos que representan al menos un valor de precisión de análisis (ϵ), mientras que en un tercer fichero de datos (3) se incorporan, datos de fabricación inferior, datos de fabricación superior y datos a fabricación lateral con respecto a una dirección de fabricación principal (d_z) de un proceso de fabricación propuesto, seleccionados entre datos de procesos de fundición, datos procesos de moldeo por inyección, y datos de procesos de mecanizado. El valor de precisión de análisis (ϵ) es 0,01 a 0,02 veces la magnitud de una diagonal de un prisma circunscrito (B^*) localizado entre coordenadas límite máximas y mínimas de vértices entre los que encuentra confinada la definición geométrica del objeto tridimensional (\mathcal{B}), e inferior a una magnitud mínima elegida con respecto de detalles que presenta el objeto tridimensional (\mathcal{B}).

En una etapa de reducción, la definición geométrica del objeto tridimensional (B) se primero reduce a una malla cúbica tridimensional (B') definida por puntos de intersección (P_k) distanciados unos de otros por sendas distancias correspondientes cada una al valor de precisión de análisis (ϵ) en un sistema de coordenadas cartesiano compuesto por un primer eje (Z) correspondiente a la dirección de fabricación principal (d_z), así como un segundo eje (X) y un tercer eje (Y) que definen respectivas direcciones de fabricación laterales (d_x, d_y). Cada punto de intersección (P_k) del mallado cúbico tridimensional está localizado en una coordenada en el sistema de coordenadas (XYZ).

10

Para cada punto de intersección (P_k) se establecen primeras coordenadas reales en primeras secciones paralelas a un primer plano (Y0Z) definido entre el primer eje (Z) y el tercer eje (Y), segundas coordenadas reales en segundas secciones paralelas a un segundo plano (X0Z) definido entre el primer eje (Z) y el segundo eje (X) y terceras coordenadas reales en terceras secciones paralelas a un tercer plano (X0Y) definido entre el segundo eje (X) y el tercer eje (Y), definiendo cada coordenada real un nodo de la malla cúbica tridimensional (B'). A continuación se calcula, para cada punto de intersección (P_k), una cota entre su coordenada real y un múltiplo del valor de precisión de análisis (ϵ) más cercano en cada uno de los ejes (X, Y, Z). Las coordenadas redondeadas (XYZ') al valor del mallado de cada punto de intersección (P_k) se clasifican y almacenan, en función de su cota, en sendas matrices ($\Omega, \theta, \psi; \Pi; \Sigma, \Gamma; \Phi; \Upsilon; \Delta$)

15

20

que respectivamente contienen, con respecto a una de las direcciones de fabricación, puntos de cota mínima ($\Omega, \theta, \psi \subseteq B' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes de zonas fabricables en dirección contraria a las direcciones de fabricación, puntos de cota máxima ($\Pi; \Sigma, \Gamma \subseteq B' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes zonas fabricables en las direcciones de fabricación, y puntos de cota intermedia ($\Phi; \Upsilon; \Delta \subseteq B' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes zonas no fabricables en ninguna de las direcciones.

25

30

En una primera etapa de reasignación de puntos en la malla cúbica tridimensional (B') se comparan los puntos de intersección (P_k) almacenados en las matrices ($\Pi, \Omega, \Phi; \theta, \Sigma, \Upsilon; \psi; \Gamma, \Delta \subseteq B' \subseteq \mathbb{R}^3$) para detectar puntos de intersección (P_k) coincidentes contenidos en más de una matriz, y se reasigna cada punto de intersección (P_k) coincidente a una matriz de jerarquía superior en base a una escala de prioridad y se elimina el punto de intersección (P_k) coincidente de cada matriz de

35

jerarquía inferior. La escala de prioridad comprende un primer orden de prioridad correspondiente a matrices de primer orden ($\Pi, \Omega \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) con puntos de intersección (P_k) pertenecientes a zonas fabricables a lo largo del primer eje (Z), un segundo orden de prioridad correspondiente a matrices de segundo orden ($\theta, \Sigma \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) con puntos de intersección (P_k) pertenecientes a zonas fabricables al menos a lo largo del segundo eje (X) o del tercer eje (Y) ($\psi; \Gamma \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$), y un tercer orden de prioridad correspondiente a matrices de tercer orden ($\Phi, \Delta, \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) con puntos de intersección (P_k) pertenecientes a zonas no fabricables a lo largo de ninguno de los ejes (X, Y, Z). A continuación, se determina en cada matriz con puntos de intersección (P_k) pertenecientes a una zona fabricable, puntos de intersección (P_k) dispersos y aislados pertenecientes a una matriz de jerarquía inferior, se comparan las coordenadas de cada punto de intersección (P_k) disperso directamente con las coordenadas de los puntos de intersección (P_k) que lo rodean, y se reasigna cada punto de intersección (P_k) disperso a la matriz de jerarquía superior a la que pertenecen dichos puntos de intersección (P_k) que lo rodean.

En una segunda etapa de reasignación de puntos en la malla cúbica tridimensional (\mathcal{B}') se realiza, con respecto a las matrices que comprenden los puntos de intersección (P_k) reasignados, un desplazamiento virtual (δ) de cada punto de intersección (P_k) del segundo orden de prioridad a lo largo del eje (X, Y) respectivo hacia el exterior del contorno de la malla cúbica tridimensional (\mathcal{B}'), teniendo el desplazamiento virtual (δ) un valor igual que el valor de precisión de análisis (ϵ), se comparan las cotas en los ejes (X, Y, Z) de cada punto desplazado del segundo orden de prioridad con cotas en los ejes (X, Y, Z) de puntos de intersección vecinos (P_q) correspondientes a zonas fabricables de primer orden de prioridad, se determina si el punto desplazado presenta cotas inferiores o superiores con respecto a dichas cotas vecinas en dicho primer eje (Z), se reasignan las coordenadas (XYZ) de cada punto de desplazado del segundo orden de prioridad a una matriz de primer orden, y se eliminan de la matriz de jerarquía inferior las coordenadas de cada punto desplazado reasignado.

Después de la segunda etapa de reasignación se genera un mapa de manufactura (M) en el que las zonas fabricables a lo largo del primer eje (Z), a las zonas fabricables a lo largo del segundo y tercer los eje laterales (X, Y), y a las zonas no fabricables, se superponen en la definición geométrica del objeto tridimensional (\mathcal{B})

en sendos colores diferentes las zonas fabricables mediante fabricación inferior se representan en azul (C_A), las zonas fabricables mediante fabricación superior se representan en verde ($C_{A'}$), las zonas fabricables laterales se representan en amarillo (C_B), y las zonas no fabricables se representan en rojo (C_C).

5

En las realizaciones mostradas en la figura 12 y 13, las coordenadas redondeadas (XYZ') al valor del mallado de cada punto de intersección (P_k) se clasifican y almacenan respectivamente en

una primera matriz (Ω) que contiene primeros puntos de cota mínima ($\Omega \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona fabricable mediante fabricación inferior en dirección contraria (-d) a la dirección principal de fabricación (d),

una segunda matriz (Π) que contiene primeros puntos de cota máxima ($\Pi \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona fabricable mediante fabricación superior en la dirección principal de fabricación (d),

una tercera matriz (Φ) que contiene primeros puntos de cota intermedia ($\Phi \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona no fabricable ni en la dirección principal de fabricación (d) ni en dicha dirección contraria (-d),

una cuarta matriz (θ) que contiene segundos puntos de cota mínima ($\theta \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona fabricable en dirección contraria (- d_x) a una primera dirección lateral de fabricación (d_x),

una quinta matriz (Σ) que contiene segundos puntos de cota máxima ($\Sigma \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona fabricable en la primera dirección lateral de fabricación (d_x),

una sexta matriz (Y) que contiene segundos puntos de cota intermedia ($Y \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona no fabricable ni en la primera dirección lateral de fabricación (d_x) ni en dicha dirección contraria (- d_x),

una séptima matriz (ψ) que contiene terceros puntos de cota mínima ($\psi \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona fabricable en dirección contraria (- d_y) a una segunda dirección lateral de fabricación (d_y),

una octava matriz (Γ) que contiene terceros puntos de cota máxima ($\Gamma \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona fabricable en la segunda dirección lateral de fabricación (d_y), y

una novena matriz (Δ) que contiene terceros puntos de cota intermedia ($\Delta \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona no fabricable ni en la segunda dirección lateral de fabricación (d_y) ni en dicha segunda dirección lateral contraria (- d_y).

Particularmente, de acuerdo con la realización mostrada en la figura 12, la segunda etapa de reasignación de puntos comprende varias fases.

La primera de dichas fase comprende realizar el desplazamiento virtual (δ) de cada punto de intersección (P_k) contenido en la cuarta matriz (θ) a lo largo del segundo eje (X) en dirección contraria ($-d_x$) a la primera dirección lateral de fabricación (d_x), y reasignar a la primera matriz (Ω) que contiene los primeros puntos de cota mínima ($\Omega \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona fabricable mediante fabricación inferior, cada punto desplazado a lo largo del segundo eje (X) en dirección contraria ($-d_x$) a la primera dirección lateral de fabricación (d_x), que presenta una cota igual a un punto ($P_q \in \Omega$) en el tercer eje (Y) y una cota menor con respecto a la cota en el primer eje (Z) de un punto de intersección vecino (P_q) contenido en la primera matriz (Ω); y realizar el desplazamiento virtual (δ) de cada punto de intersección (P_k) contenido en la quinta matriz (Σ) a lo largo del segundo eje (X) en dirección de la primera dirección lateral de fabricación (d_x), y reasignar a la primera matriz (Ω) que contiene los primeros puntos de cota mínima ($\Omega \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona fabricable mediante fabricación inferior, cada punto desplazado a lo largo del segundo eje (X) en dirección de la primera dirección lateral de fabricación (d_x), que presenta una cota igual a un punto ($P_q \in \Omega$) en el tercer eje (Y) y una cota menor con respecto a la cota en el primer eje (Z) de un punto de intersección vecino (P_q) contenido en la primera matriz (Ω).

La segunda de dichas fases de la segunda etapa de reasignación de puntos comprende realizar el desplazamiento virtual (δ) de cada punto de intersección (P_k) contenido en la cuarta matriz (θ) a lo largo del segundo eje (X) en dirección contraria ($-d_x$) a la primera dirección lateral de fabricación (d_x), y reasignar a la segunda matriz (Π) que contiene los primeros puntos de cota máxima ($\Pi \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona fabricable mediante fabricación superior, cada punto desplazado a lo largo del segundo eje (X) en dirección contraria ($-d_x$) a la primera dirección lateral de fabricación (d_x), que presenta una cota igual a un punto ($P_q \in \Pi$) en el tercer eje (Y) y una cota mayor con respecto a la cota en el primer eje (Z) de un punto de intersección vecino (P_q) contenido en la segunda matriz (θ); y realizar el desplazamiento virtual (δ) de cada punto de intersección (P_k) contenido en la quinta matriz (Σ) a lo largo del segundo eje (X) en dirección de la primera dirección lateral de fabricación (d_x), y reasignar a la segunda matriz (Π) que contiene los primeros puntos de cota máxima ($\Pi \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona fabricable mediante fabricación superior, cada punto

desplazado a lo largo del segundo eje (X) en dirección de la primera dirección lateral de fabricación (d_x), que presenta una cota igual a un punto ($P_q \in \Pi$) en el tercer eje (Y) y una cota mayor con respecto a la cota en el primer eje (Z) de un punto de intersección vecino (P_q) contenido en la segunda matriz (Π).

5 La tercera de dichas fases de la segunda etapa de reasignación de puntos comprende realizar el desplazamiento virtual (δ) de cada punto de intersección (P_k) contenido en la séptima matriz (ψ) a lo largo del tercer eje (Y) en dirección contraria ($-d_y$) a la segunda dirección lateral de fabricación (d_y), y reasignar a la primera matriz (Ω) que contiene los primeros puntos de cota mínima ($\Omega \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una
 10 zona fabricable mediante fabricación inferior, cada punto desplazado a lo largo del tercer eje (Y) en dirección contraria ($-d_y$) a la segunda dirección lateral de fabricación (d_y), que presenta una cota igual a un punto ($P_q \in \Omega$) en el segundo eje (X) y una cota menor con respecto a la cota en el primer eje (Z) de un punto de intersección vecino (P_q) contenido en la primera matriz (Ω); y realizar el desplazamiento virtual (δ) de cada
 15 punto de intersección (P_k) contenido en la octava matriz (Γ) a lo largo del segundo eje (Y) en dirección de la segunda dirección lateral de fabricación (d_y), y reasignar a la primera matriz (Ω) que contiene los primeros puntos de cota mínima ($\Omega \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona fabricable a fabricación inferior, cada punto desplazado a lo largo del tercer eje (Y) en dirección de la segunda dirección lateral de fabricación (d_y),
 20 que presenta una cota igual a un punto ($P_q \in \Omega$) en el segundo eje (X) y una cota menor con respecto a la cota en el primer eje (Z) de un punto de intersección vecino (P_q) contenido en la primera matriz (Ω).

La cuarta de dichas fases de la segunda etapa de reasignación de puntos comprende realizar el desplazamiento virtual (δ) de cada punto de intersección (P_k)
 25 contenido en la séptima matriz (ψ) a lo largo del tercer eje (Y) en dirección contraria ($-d_y$) a la segunda dirección lateral de fabricación (d_y), y reasignar a la segunda matriz (Π) que contiene los primeros puntos de cota máxima ($\Pi \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona fabricable mediante fabricación superior, cada punto desplazado a lo largo del tercer eje (Y) en dirección contraria ($-d_y$) a la segunda dirección lateral de
 30 fabricación (d_y), que presenta una cota igual a un punto ($P_q \in \Pi$) en el segundo eje (X) y una cota mayor con respecto a la cota en el primer eje (Z) de un punto de intersección vecino (P_q) contenido en la segunda matriz (Π); y realizar el desplazamiento virtual (δ) de cada punto de intersección (P_k) contenido en la octava matriz (Γ) a lo largo del tercer eje (Y) en dirección de la segunda dirección lateral de
 35 fabricación (d_y), y reasignar a la segunda matriz (Π) que contiene los primeros puntos

de cota máxima ($\Pi \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona fabricable mediante fabricación superior, cada punto desplazado a lo largo del tercer eje (Y) en dirección de la segunda dirección lateral de fabricación (d_y), que presenta una cota igual a un punto ($P_q \in \Pi$) en el segundo eje (X) y una cota mayor con respecto a la cota en el primer eje (Z) de un punto de intersección vecino (P_q) contenido en la segunda matriz (Π).

Estas cuatro fases permiten reasignar puntos de intersección (P_k) contenidos, después de la primera etapa de reasignación, en matrices con puntos de cota máxima o mínima pertenecientes a zonas fabricables en alguna de las direcciones laterales pero no en matrices con puntos de cota máxima o mínima fabricables en la dirección de fabricación principal.

Para conseguir la reasignación de puntos de intersección (P_k) contenidos, después de la primera etapa de reasignación, en matrices con puntos de cota intermedia pertenecientes a zonas no fabricables, la segunda etapa de reasignación de puntos también puede comprender una o más de las fases que se describen a continuación.

Para conseguir esta reasignación de los puntos de intersección contenidos en la tercera matriz (Φ) que contiene los primeros puntos de cota intermedia ($\Phi \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona no fabricable ni en la primera dirección lateral de fabricación (d_x) ni en dicha dirección contraria ($-d_x$), alternativa o complementariamente la segunda etapa de reasignación de puntos comprende

- realizar el desplazamiento virtual (δ) de cada punto de intersección (P_k) contenido en la tercera matriz (Φ) que contiene los primeros puntos de cota intermedia ($\Phi \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona no fabricable ni en la dirección principal de fabricación (d) ni en dicha dirección contraria ($-d$), a lo largo del segundo eje (X), en dirección contraria ($-d_x$) a la primera dirección lateral de fabricación (d_x), y reasignar a la primera matriz (Ω) que contiene los primeros puntos de cota mínima ($\Omega \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona fabricable mediante fabricación inferior, cada punto desplazado a lo largo del segundo eje (X) en dirección contraria ($-d_x$) a la primera dirección lateral de fabricación (d_x), que presenta una cota igual a un punto ($P_q \in \Omega$) en el tercer eje (Y) y una cota menor con respecto a la cota en el primer eje (Z) de un punto de intersección vecino (P_q) contenido en la primera matriz (Ω); y/o

- realizar el desplazamiento virtual (δ) de cada punto de intersección (P_k) contenido en la tercera matriz (Φ) que contiene los primeros puntos de cota intermedia

- ($\Phi \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona no fabricable ni en la primera dirección lateral de fabricación (d_x) ni en dicha dirección contraria ($-d_x$), a lo largo del segundo eje (X) en dirección de la primera dirección lateral de fabricación (d_z), y reasignar a la primera matriz (Ω) que contiene los primeros puntos de cota mínima ($\Omega \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona fabricable mediante fabricación inferior, cada punto desplazado a lo largo del segundo eje (X) en dirección de la primera dirección lateral de fabricación (d_x) que presenta una cota igual a un punto ($P_q \in \Omega$) en el tercer eje (Y) y una cota menor con respecto a la cota en el primer eje (Z) de un punto de intersección vecino (P_q) contenido en la primera matriz (Ω); y/o
- 5
- 10 - realizar el desplazamiento virtual (δ) de cada punto de intersección (P_k) contenido en la tercera matriz (Φ) a lo largo del tercer eje (Y) en dirección contraria ($-d_x$) a la primera dirección lateral de fabricación (d_z), y reasignar a la segunda matriz (Π) que contiene los primeros puntos de cota máxima ($\Pi \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona fabricable mediante fabricación superior, cada punto desplazado a lo largo del
- 15 segundo eje (X) en dirección de la primera dirección lateral de fabricación (d_x), que presenta una cota igual a un punto ($P_q \in \Pi$) en el tercer eje (Y) y una cota mayor con respecto a la cota en el primer eje (Z) de un punto de intersección vecino (P_q) contenido en la segunda matriz (Π); y/o
- realizar el desplazamiento virtual (δ) de cada punto de intersección (P_k) contenido en la tercera matriz (Φ) lo largo del tercer eje (Y) en la primera dirección lateral de fabricación (d_z), y reasignar a la segunda matriz (Π) que contiene los primeros puntos de cota máxima ($\Pi \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona fabricable mediante fabricación superior, cada punto desplazado a lo largo del segundo eje (X) en dirección de la primera dirección lateral de fabricación (d_x), que presenta una cota
- 20 igual a un punto ($P_q \in \Pi$) en el tercer eje (Y) y una cota mayor con respecto a la cota en el primer eje (Z) de un punto de intersección vecino (P_q) contenido en la segunda matriz (Π).
- 25

Por su parte, para conseguir la reasignación de los puntos de intersección contenidos en la tercera matriz (Y) que contiene los segundos puntos de cota intermedia ($Y \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona no fabricable ni en la primera dirección lateral de fabricación (d_x) ni en dicha dirección contraria ($-d_x$), alternativa o complementariamente la segunda etapa de reasignación de puntos comprende

30

- realizar el desplazamiento virtual (δ) de cada punto de intersección (P_k) contenido en la sexta matriz (Y) a lo largo del segundo eje (X), en dirección contraria (-
- 35

d_x) a la primera dirección lateral de fabricación (d_x), y reasignar a la primera matriz (Ω) que contiene los primeros puntos de cota mínima ($\Omega \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona fabricable mediante fabricación inferior, cada punto desplazado a lo largo del segundo eje (X) en dirección contraria ($-d_x$) a la primera dirección lateral de fabricación (d_x), que presenta una cota igual a un punto ($P_q \in \Omega$) en el tercer eje (Y) y una cota menor con respecto a la cota en el primer eje (Z) de un punto de intersección vecino (P_q) contenido en la primera matriz (Ω); y/o

- realizar el desplazamiento virtual (δ) de cada punto de intersección (P_k) contenido en la sexta matriz (Y) a lo largo del segundo eje (X), en dirección a la primera dirección lateral de fabricación (d_x), y reasignar a la primera matriz (Ω) que contiene los primeros puntos de cota mínima ($\Omega \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona fabricable mediante fabricación inferior, cada punto desplazado a lo largo del segundo eje (X) en dirección contraria ($-d_x$) a la primera dirección lateral de fabricación (d_x), que presenta una cota igual a un punto ($P_q \in \Omega$) en el tercer eje (Y) y una cota menor con respecto a la cota en el primer eje (Z) de un punto de intersección vecino (P_q) contenido en la primera matriz (Ω); y/o

- realizar el desplazamiento virtual (δ) de cada punto de intersección (P_k) contenido en la sexta matriz (Y) a lo largo del tercer eje (Y) en dirección contraria ($-d_x$) a la primera dirección lateral de fabricación (d_x), y reasignar a la segunda matriz (Π) que contiene los primeros puntos de cota máxima ($\Pi \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona fabricable mediante fabricación superior, cada punto desplazado a lo largo del segundo eje (X) en dirección de la primera dirección lateral de fabricación (d_x), que presenta una cota igual a un punto ($P_q \in \Pi$) en el tercer eje (Y) y una cota mayor con respecto a la cota en el primer eje (Z) de un punto de intersección vecino (P_q) contenido en la segunda matriz (Π); y/o

- realizar el desplazamiento virtual (δ) de cada punto de intersección (P_k) contenido en la sexta matriz (Y) a lo largo del tercer eje (Y) en dirección de la primera dirección lateral de fabricación (d_x), y reasignar a la segunda matriz (Π) que contiene los primeros puntos de cota máxima ($\Pi \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona fabricable mediante fabricación superior, cada punto desplazado a lo largo del segundo eje (X) en dirección de la primera dirección lateral de fabricación (d_x), que presenta una cota igual a un punto ($P_q \in \Pi$) en el tercer eje (Y) y una cota mayor con respecto a la cota en el primer eje (Z) de un punto de intersección vecino (P_q) contenido en la segunda matriz (Π).

35

Por su parte, para conseguir la reasignación de los puntos de intersección contenidos en la novena matriz (Δ) que contiene los terceros puntos de cota intermedia ($\Delta \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona no fabricable ni en la segunda dirección lateral de fabricación (d_y) ni en dicha segunda dirección lateral contraria ($-d_y$),
 5 alternativa o complementariamente la segunda etapa de reasignación de puntos comprender

- realizar el desplazamiento virtual (δ) de cada punto de intersección (P_k) contenido en la novena matriz (Δ) a lo largo del segundo eje (X), en dirección contraria a la primera dirección lateral de fabricación (d_x), y reasignar a la primera
 10 matriz (Ω) que contiene los primeros puntos de cota mínima ($\Omega \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona fabricable mediante fabricación inferior, cada punto desplazado a lo largo del segundo eje (X) en dirección contraria ($-d_x$) a la primera dirección lateral de fabricación (d_x), que presenta una cota igual a un punto ($P_q \in \Omega$) en el tercer eje (Y) y una cota menor con respecto a la cota en el primer eje (Z) de un
 15 punto de intersección vecino (P_q) contenido en la primera matriz (Ω); y/o

- realizar el desplazamiento virtual (δ) de cada punto de intersección (P_k) contenido en la a lo largo del segundo eje (X), en la primera dirección lateral de fabricación (d_x), y reasignar a la primera matriz (Ω) que contiene los primeros puntos de cota mínima ($\Omega \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona fabricable mediante
 20 fabricación inferior, cada punto desplazado a lo largo del segundo eje (X) en dirección contraria ($-d_x$) a la primera dirección lateral de fabricación (d_x), que presenta una cota igual a un punto ($P_q \in \Omega$) en el tercer eje (Y) y una cota menor con respecto a la cota en el primer eje (Z) de un punto de intersección vecino (P_q) contenido en la primera matriz (Ω); y/o

- realizar el desplazamiento virtual (δ) de cada punto de intersección (P_k) contenido en la novena matriz (Δ) a lo largo del tercer eje (Y) en dirección de la primera dirección lateral de fabricación (d_x), y reasignar a la segunda matriz (Π) que contiene los primeros puntos de cota máxima ($\Pi \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona fabricable mediante fabricación superior, cada punto desplazado a lo largo del
 30 segundo eje (X) en dirección de la primera dirección lateral de fabricación (d_x), que presenta una cota igual a un punto ($P_q \in \Pi$) en el tercer eje (Y) y una cota mayor con respecto a la cota en el primer eje (Z) de un punto de intersección vecino (P_q) contenido en la segunda matriz (Π); y/o

- realizar el desplazamiento virtual (δ) de cada punto de intersección (P_k) contenido en la novena matriz (Δ) a lo largo del tercer eje (Y) en dirección de la
 35

- primera dirección lateral de fabricación (d_x), y reasignar a la segunda matriz (Π) que contiene los primeros puntos de cota máxima ($\Pi \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona fabricable mediante fabricación superior, cada punto desplazado a lo largo del segundo eje (X) en dirección de la primera dirección lateral de fabricación (d_x), que
- 5 presenta una cota igual a un punto ($P_q \in \Pi$) en el tercer eje (Y) y una cota mayor con respecto a la cota en el primer eje (Z) de un punto de intersección vecino (P_q) contenido en la segunda matriz (Π).

REIVINDICACIONES

1. Método de validación automatizada de la fabricabilidad de diseños de objetos tridimensionales en base a su geometría, que comprende transformar una definición geométrica de un objeto tridimensional que se desea fabricar mediante un proceso de fabricación seleccionado entre procesos de fundición, procesos de moldeo por inyección de plástico, procesos de mecanizado y combinaciones de tales procesos, en una malla cúbica tridimensional, y analizar la fabricabilidad del objeto tridimensional en base a la malla cúbica tridimensional inicial, **caracterizado** porque comprende
- 5
- 10 incorporar primeros datos que identifican la definición geométrica del objeto tridimensional (B) en un primer fichero de datos (1), y segundos datos que representan al menos un valor de precisión de análisis (ϵ) en un segundo fichero de datos (2);
- incorporar, a un tercer fichero de datos (3), datos de fabricación inferior, datos de fabricación superior y datos a fabricación lateral con respecto a una dirección de fabricación principal (d_z) de un proceso de fabricación propuesto, seleccionados entre
- 15 datos de procesos de fundición, datos procesos de moldeo por inyección, y datos de procesos de mecanizado;
- una etapa de reducción en la que la definición geométrica del objeto tridimensional (B) se reduce a una malla cúbica tridimensional (B') definida por puntos de intersección (P_k) distanciados unos de otros por sendas distancias correspondientes cada una al valor de precisión de análisis (ϵ) en un sistema de coordenadas (XYZ) cartesiano compuesto por un primer eje (Z) correspondiente a la dirección de fabricación principal (d_z), así como un segundo eje (X) y un tercer eje (Y) que definen respectivas direcciones de fabricación laterales (d_x, d_y), mediante un
- 20 proceso que comprende
- establecer para cada punto de intersección (P_k) primeras coordenadas reales en primeras secciones paralelas a un primer plano (YOZ) definido entre el primer eje (Z) y el tercer eje (Y), segundas coordenadas reales en segundas secciones paralelas a un segundo plano (XOZ) definido entre el primer eje (Z) y el segundo eje (X) y
 - 30 terceras coordenadas reales en terceras secciones paralelas a un tercer plano (XOY) definido entre el segundo eje (X) y el tercer eje (Y), definiendo cada coordenada real un nodo de la malla cúbica tridimensional (B');
 - calcular para cada punto de intersección (P_k), una cota entre su coordenada real y un múltiplo del valor de precisión de análisis (ϵ) más cercano en cada uno de los
 - 35 ejes (X, Y, Z);
 - clasificar y almacenar las coordenadas redondeadas (XYZ') al valor del mallado

de cada punto de intersección (P_k), en función de su cota, en sendas matrices que respectivamente contienen, con respecto a una de las direcciones de fabricación, puntos de cota mínima ($\Omega, \theta, \psi \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes de zonas fabricables en dirección contraria a las direcciones de fabricación, puntos de cota máxima ($\Pi; \Sigma, \Gamma$
 5 $\subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes zonas fabricables en las direcciones de fabricación, y puntos de cota intermedia ($\Phi; Y; \Delta \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes zonas no fabricables en ninguna de las direcciones;

una primera etapa de reasignación de puntos en la malla cúbica tridimensional (\mathcal{B}') que comprende

10 - comparar los puntos de intersección (P_k) almacenados en las matrices ($\Pi, \Omega, \Phi; \theta, \Sigma, Y; \psi; \Gamma, \Delta \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) para detectar puntos de intersección (P_k) coincidentes contenidos en más de una matriz, reasignar cada punto de intersección (P_k) coincidente a una matriz de jerarquía superior en base a una escala de prioridad y eliminar el punto de intersección (P_k) coincidente de cada matriz de jerarquía inferior,
 15 comprendiendo la escala de prioridad un primer orden de prioridad correspondiente a matrices de primer orden ($\Pi, \Omega \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) con puntos de intersección (P_k) pertenecientes a zonas fabricables a lo largo del primer eje (Z), un segundo orden de prioridad correspondiente a matrices de segundo orden ($\theta, \Sigma \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) con puntos de intersección (P_k) pertenecientes a zonas fabricables al menos a lo largo del segundo
 20 eje (X) o del tercer eje(Y) ($\psi; \Gamma \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$), y un tercer orden de prioridad correspondiente a matrices de tercer orden ($\Phi, Y, \Delta, \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) con puntos de intersección (P_k) pertenecientes a zonas no fabricables a lo largo de ninguno de los ejes (X, Y, Z),

- determinar en cada matriz con puntos de intersección (P_k) pertenecientes a una
 25 zona fabricable, puntos de intersección (P_k) dispersos y aislados pertenecientes a una matriz de jerarquía inferior, comparar las coordenadas de cada punto de intersección (P_k) disperso directamente con las coordenadas de los puntos de intersección (P_k) que lo rodean, reasignar cada punto de intersección (P_k) disperso a la matriz de jerarquía superior a la que pertenecen dichos puntos de intersección (P_k) que lo rodean;

30 una segunda etapa de reasignación de puntos en la malla cúbica tridimensional (\mathcal{B}') que comprende

realizar, con respecto a las matrices que comprenden los puntos de intersección (P_k) reasignados, un desplazamiento virtual (δ) de cada punto de intersección (P_k) del segundo orden de prioridad a lo largo del eje (X, Y) respectivo
 35 hacia el exterior del contorno de la malla cúbica tridimensional (\mathcal{B}'), teniendo el

desplazamiento virtual (δ) un valor igual que el valor de precisión de análisis (ϵ), comparar las cotas en los ejes (X, Y Z) de cada punto desplazado del segundo orden de prioridad con cotas en los ejes (X, Y, Z) de puntos de intersección vecinos (P_q) correspondientes a zonas fabricables de primer orden de prioridad, determinar si el

5 punto desplazado presenta cotas inferiores o superiores con respecto a dichas cotas vecinas en dicho primer eje (Z), reasignar las coordenadas (XYZ") de cada punto de desplazado del segundo orden de prioridad a una matriz de primer orden, y eliminar de la matriz de jerarquía inferior las coordenadas de cada punto desplazado reasignado;

generar un mapa de manufactura (M) representando las zonas fabricables a lo

10 largo del primer eje (Z), a las zonas fabricables a lo largo del segundo y tercer los eje laterales (X, Y), y a las zonas no fabricables, sobreponiéndolas en la definición geométrica del objeto tridimensional (B) en sendos colores (C_x, C_y, C_z) diferentes.

2. Método de validación automatizada, según la reivindicación 1, caracterizado porque

15 los ejes de fabricación laterales (d_x, d_y) son perpendiculares a la dirección de fabricación principal (d_z).

las coordenadas redondeadas (XYZ') al valor del mallado de cada punto de intersección (P_k) se clasifican y almacenan respectivamente en

una primera matriz (Ω) que contiene primeros puntos de cota mínima ($\Omega \subseteq B' \subseteq$

20 \mathbb{R}^3) pertenecientes a una zona fabricable mediante fabricación inferior en dirección contraria (-d) a la dirección principal de fabricación (d),

una segunda matriz (Π) que contiene primeros puntos de cota máxima ($\Pi \subseteq B' \subseteq$

\mathbb{R}^3) pertenecientes a una zona fabricable mediante fabricación superior en la dirección principal de fabricación (d),

una tercera matriz (Φ) que contiene primeros puntos de cota intermedia (Φ

25 $\subseteq B' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona no fabricable ni en la dirección principal de fabricación (d) ni en dicha dirección contraria (-d),

una cuarta matriz (θ) que contiene segundos puntos de cota mínima ($\theta \subseteq B' \subseteq$

\mathbb{R}^3) pertenecientes a una zona fabricable en dirección contraria ($-d_x$) a una primera

30 dirección lateral de fabricación (d_x),

una quinta matriz (Σ) que contiene segundos puntos de cota máxima ($\Sigma \subseteq B' \subseteq$

\mathbb{R}^3) pertenecientes a una zona fabricable en la primera dirección lateral de fabricación (d_x),

una sexta matriz (Y) que contiene segundos puntos de cota intermedia (Y

35 $\subseteq B' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona no fabricable ni en la primera dirección lateral de

fabricación (d_x) ni en dicha dirección contraria ($-d_x$),

una séptima matriz (ψ) que contiene terceros puntos de cota mínima ($\psi \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona fabricable en dirección contraria ($-d_y$) a una segunda dirección lateral de fabricación (d_y),

5 una octava matriz (Γ) que contiene terceros puntos de cota máxima ($\Gamma \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona fabricable en la segunda dirección lateral de fabricación (d_y), y

una novena matriz (Δ) que contiene terceros puntos de cota intermedia ($\Delta \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona no fabricable ni en la segunda dirección lateral de fabricación (d_y) ni en dicha segunda dirección lateral contraria ($-d_y$).

10

3. Método de validación automatizada, según la reivindicación 2, caracterizado porque los puntos de de intersección (P_k) se establecen mediante un mediante un proceso que comprende

15 - calcular un prisma circunscrito (\mathcal{B}^*) localizado entre coordenadas límite máximas y mínimas de vértices entre los que encuentra confinada la definición geométrica del objeto tridimensional (\mathcal{B}),

- seccionar el prisma circunscrito (\mathcal{B}^*) por un primer haz de planos (\square_j) paralelos a dicho primer plano (YOZ) para obtener un conjunto de primeras secciones (S_j) de la definición geométrica del objeto tridimensional (\mathcal{B}), un segundo haz de planos (\square_j') paralelos a dicho segundo plano (XOZ) para obtener un conjunto de segundas secciones (S_j') de la definición geométrica del objeto tridimensional (\mathcal{B}), y un tercer haz de planos (\square_j'') paralelos a dicho tercer plano (XOY) para obtener un conjunto de terceras secciones (S_j'') de la definición geométrica del objeto tridimensional (\mathcal{B}),
 20 estando las secciones (S_j, S_j', S_j'') de cada conjunto de secciones distanciadas entre sí por una distancia correspondiente al valor de precisión de análisis (ϵ),

25 - determinar los primeros puntos de intersección (P_k) de cada una de las primeras secciones (S_j), con rectas paralelas (R_c) de un primer haz de rectas (R_c) paralelas a la dirección principal de fabricación (d_z),

30 - determinar los segundos puntos de intersección (P_k) de cada una de las segundas secciones (S_j'), con rectas paralelas (R_c') de un segundo haz de rectas (R_c') paralelas a la primera dirección lateral de fabricación (d_x) definida por el segundo eje (X), y

35 - determinar los terceros puntos de intersección (P_k) de cada una de las terceras secciones (S_j''), con rectas paralelas (R_c'') de un tercer haz de rectas (R_c'') paralelas a

la segunda dirección lateral de fabricación (d_y) definida por el tercer eje (Y).

4. Método de validación automatizada, según la reivindicación 2 y 3, caracterizado porque, cuando el proceso de fabricación propuesto está seleccionado entre procesos de mecanizado,

los primeros puntos de cota mínima ($\Omega \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona fabricable mediante fabricación inferior son puntos mecanizables girando la definición geométrica del objeto tridimensional en 180° ;

los primeros puntos de cota máxima ($\Pi \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona fabricable mediante fabricación superior son puntos directamente mecanizables sin girar la definición geométrica del objeto tridimensional;

los segundos puntos de cota mínima ($\Theta \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona fabricable en dirección contraria ($-d_x$) a una primera dirección lateral de fabricación (d_x) y los segundos puntos de cota máxima ($\Sigma \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona fabricable en la primera dirección lateral de fabricación (d_x), son puntos mecanizables girando la definición geométrica del objeto tridimensional en 90° en una primera dirección de giro;

los terceros puntos de cota mínima ($\Psi \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona fabricable en dirección contraria ($-d_y$) a una segunda dirección lateral de fabricación (d_y), los terceros puntos de cota máxima ($\Gamma \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona fabricable en la segunda dirección lateral de fabricación (d_y), son puntos mecanizables girando la definición geométrica del objeto tridimensional en 90° en una primera dirección de giro.

5. Método de validación automatizada, según la reivindicación 2 o 3, caracterizado porque, cuando el proceso de fabricación propuesto está seleccionado entre procesos de moldeo y procesos de fundición,

los primeros puntos de cota mínima ($\Omega \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona fabricable a fabricación inferior son puntos formables en una cavidad inferior;

los primeros puntos de cota máxima ($\Pi \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona fabricable a fabricación superior son puntos formables en una cavidad superior;

los segundos puntos de cota mínima ($\Theta \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona fabricable en dirección contraria ($-d_x$) a una primera dirección lateral de fabricación (d_x) y los segundos puntos de cota máxima ($\Sigma \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona fabricable en la primera dirección lateral de fabricación (d_x), son puntos formables con

ayuda de al menos una primera corredera;

los terceros puntos de cota mínima ($\psi \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona fabricable en dirección contraria ($-d_y$) a una segunda dirección lateral de fabricación (d_y), los terceros puntos de cota máxima ($\Gamma \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona fabricable en la segunda dirección lateral de fabricación (d_y), son puntos formables con ayuda de al menos una segunda corredera.

6. Método de validación automatizada, según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 5, caracterizado porque, la segunda etapa de reasignación de puntos comprende

realizar el desplazamiento virtual (δ) de cada punto de intersección (P_k) contenido en la cuarta matriz (θ) a lo largo del segundo eje (X) en dirección contraria ($-d_x$) a la primera dirección lateral de fabricación (d_x), y reasignar a la primera matriz (Ω) que contiene los primeros puntos de cota mínima ($\Omega \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona fabricable mediante fabricación inferior, cada punto desplazado a lo largo del segundo eje (X) en dirección contraria ($-d_x$) a la primera dirección lateral de fabricación (d_x), que presenta una cota igual a un punto ($P_q \in \Omega$) en el tercer eje (Y) y una cota menor con respecto a la cota en el primer eje (Z) de un punto de intersección vecino (P_q) contenido en la primera matriz (Ω);

realizar el desplazamiento virtual (δ) de cada punto de intersección (P_k) contenido en la quinta matriz (Σ) a lo largo del segundo eje (X) en dirección de la primera dirección lateral de fabricación (d_x), y reasignar a la primera matriz (Ω) que contiene los primeros puntos de cota mínima ($\Omega \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona fabricable mediante fabricación inferior, cada punto desplazado a lo largo del segundo eje (X) en dirección de la primera dirección lateral de fabricación (d_x), que presenta una cota igual a un punto ($P_q \in \Omega$) en el tercer eje (Y) y una cota menor con respecto a la cota en el primer eje (Z) de un punto de intersección vecino (P_q) contenido en la primera matriz (Ω).

7. Método de validación automatizada, según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 6, caracterizado porque, la segunda etapa de reasignación de puntos comprende

realizar el desplazamiento virtual (δ) de cada punto de intersección (P_k) contenido en la cuarta matriz (θ) a lo largo del segundo eje (X) en dirección contraria ($-d_x$) a la primera dirección lateral de fabricación (d_x), y reasignar a la segunda matriz (Π) que contiene los primeros puntos de cota máxima ($\Pi \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona fabricable mediante fabricación superior, cada punto desplazado a lo largo del

segundo eje (X) en dirección contraria ($-d_x$) a la primera dirección lateral de fabricación (d_x), que presenta una cota igual a un punto ($P_q \in \Pi$) en el tercer eje (Y) y una cota mayor con respecto a la cota en el primer eje (Z) de un punto de intersección vecino (P_q) contenido en la segunda matriz (Π);

5 realizar el desplazamiento virtual (δ) de cada punto de intersección (P_k) contenido en la quinta matriz (Σ) a lo largo del segundo eje (X) en dirección de la primera dirección lateral de fabricación (d_x), y reasignar a la segunda matriz (Π) que contiene los primeros puntos de cota máxima ($\Pi \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona fabricable mediante fabricación superior, cada punto desplazado a lo largo del
10 segundo eje (X) en dirección de la primera dirección lateral de fabricación (d_x), que presenta una cota igual a un punto ($P_q \in \Pi$) en el tercer eje (Y) y una cota mayor con respecto a la cota en el primer eje (Z) de un punto de intersección vecino (P_q) contenido en la segunda matriz (Π).

15 8. Método de validación automatizada, según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 7, caracterizado porque, la segunda etapa de reasignación de puntos comprende

 realizar el desplazamiento virtual (δ) de cada punto de intersección (P_k) contenido en la séptima matriz (ψ) a lo largo del tercer eje (Y) en dirección contraria ($-d_y$) a la segunda dirección lateral de fabricación (d_y), y reasignar a la primera matriz (Ω)
20 que contiene los primeros puntos de cota mínima ($\Omega \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona fabricable mediante fabricación inferior, cada punto desplazado a lo largo del tercer eje (Y) en dirección contraria ($-d_y$) a la segunda dirección lateral de fabricación (d_y), que presenta una cota igual a un punto ($P_q \in \Omega$) en el segundo eje (X) y una cota menor con respecto a la cota en el primer eje (Z) de un punto de intersección vecino
25 (P_q) contenido en la primera matriz (Ω);

 realizar el desplazamiento virtual (δ) de cada punto de intersección (P_k) contenido en la octava matriz (Γ) a lo largo del segundo eje (Y) en dirección de la segunda dirección lateral de fabricación (d_y), y reasignar a la primera matriz (Ω) que contiene los primeros puntos de cota mínima ($\Omega \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona
30 fabricable a fabricación inferior, cada punto desplazado a lo largo del tercer eje (Y) en dirección de la segunda dirección lateral de fabricación (d_y), que presenta una cota igual a un punto ($P_q \in \Omega$) en el segundo eje (X) y una cota menor con respecto a la cota en el primer eje (Z) de un punto de intersección vecino (P_q) contenido en la primera matriz (Ω).

35

9. Método de validación automatizada, según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 8, caracterizado porque, la segunda etapa de reasignación de puntos comprende

realizar el desplazamiento virtual (δ) de cada punto de intersección (P_k) contenido en la séptima matriz (ψ) a lo largo del tercer eje (Y) en dirección contraria ($-d_y$) a la segunda dirección lateral de fabricación (d_y), y reasignar a la segunda matriz (Π) que contiene los primeros puntos de cota máxima ($\Pi \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona fabricable mediante fabricación superior, cada punto desplazado a lo largo del tercer eje (Y) en dirección contraria ($-d_y$) a la segunda dirección lateral de fabricación (d_y), que presenta una cota igual a un punto ($P_q \in \Pi$) en el segundo eje (X) y una cota mayor con respecto a la cota en el primer eje (Z) de un punto de intersección vecino (P_q) contenido en la segunda matriz (Π);

realizar el desplazamiento virtual (δ) de cada punto de intersección (P_k) contenido en la octava matriz (Γ) a lo largo del tercer eje (Y) en dirección de la segunda dirección lateral de fabricación (d_y), y reasignar a la segunda matriz (Π) que contiene los primeros puntos de cota máxima ($\Pi \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona fabricable mediante fabricación superior, cada punto desplazado a lo largo del tercer eje (Y) en dirección de la segunda dirección lateral de fabricación (d_y), que presenta una cota igual a un punto ($P_q \in \Pi$) en el segundo eje (X) y una cota mayor con respecto a la cota en el primer eje (Z) de un punto de intersección vecino (P_q) contenido en la segunda matriz (Π).

10.- Método de validación automatizada, según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 9, caracterizado porque, la segunda etapa de reasignación de puntos comprende

realizar el desplazamiento virtual (δ) de cada punto de intersección (P_k) contenido en la cuarta matriz (θ) a lo largo del segundo eje (X) en dirección contraria ($-d_x$) a la segunda dirección lateral de fabricación (d_x), y asignar a la cuarta matriz (θ) que contiene los cuartos puntos de cota mínima ($\theta \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona fabricable mediante fabricación lateral, cada punto desplazado a lo largo del segundo eje (X) en dirección contraria ($-d_x$) a la primera dirección lateral de fabricación (d_x), que presenta una cota igual a un punto ($P_q \in \Pi$) en el tercer eje (Y) y una cota menor con respecto a la cota en el primer eje (Z) de un punto de intersección vecino (P_q) contenido en la segunda matriz (Π);

realizar el desplazamiento virtual (δ) de cada punto de intersección (P_k) contenido en la quinta matriz (Σ) a lo largo del segundo eje (X) en dirección de la segunda dirección lateral de fabricación (d_x), y asignar a la quinta matriz (Σ) que

contiene los primeros puntos de cota máxima ($\Sigma \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona fabricable mediante fabricación lateral, cada punto desplazado a lo largo del segundo eje (X) en dirección de la segunda dirección lateral de fabricación (d_x), que presenta una cota igual a un punto ($P_q \in \Pi$) en el tercer eje (Y) y una cota menor con respecto a la cota en el primer eje (Z) de un punto de intersección vecino (P_q) contenido en la segunda matriz (Π).

11. Método de validación automatizada, según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 10, caracterizado porque, la segunda etapa de reasignación de puntos comprende

realizar el desplazamiento virtual (δ) de cada punto de intersección (P_k) contenido en la séptima matriz (ψ) a lo largo del tercer eje (Y) en dirección contraria ($-d_y$) a la segunda dirección lateral de fabricación (d_y), y asignar a la séptima matriz (ψ) que contiene los primeros puntos de cota mínima ($\psi \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona fabricable mediante fabricación lateral, cada punto desplazado a lo largo del tercer eje (Y) en dirección contraria ($-d_y$) a la segunda dirección lateral de fabricación (d_y), que presenta una cota igual a un punto ($P_q \in \Pi$) en el segundo eje (X) y una cota menor con respecto a la cota en el primer eje (Z) de un punto de intersección vecino (P_q) contenido en la segunda matriz (Π);

realizar el desplazamiento virtual (δ) de cada punto de intersección (P_k) contenido en la octava matriz (Γ) a lo largo del tercer eje (Y) en dirección de la segunda dirección lateral de fabricación (d_y), y asignar a la octava matriz (Γ) que contiene los primeros puntos de cota máxima ($\Gamma \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona fabricable mediante fabricación lateral, cada punto desplazado a lo largo del tercer eje (Y) en dirección de la segunda dirección lateral de fabricación (d_y), que presenta una cota igual a un punto ($P_q \in \Pi$) en el segundo eje (X) y una cota menor con respecto a la cota en el primer eje (Z) de un punto de intersección vecino (P_q) contenido en la segunda matriz (Π).

12.- Método de validación automatizada, según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 11, caracterizado porque, la segunda etapa de reasignación de puntos comprende

realizar el desplazamiento virtual (δ) de cada punto de intersección (P_k) contenido en la cuarta matriz (θ) a lo largo del segundo eje (X) en dirección contraria ($-d_x$) a la segunda dirección lateral de fabricación (d_x), y reasignar a la primera matriz (Ω) o a la segunda matriz (Π) que contienen los primeros y segundos puntos de cota mínima y máxima respectivamente ($\Omega, \Pi \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona

fabricable mediante fabricación inferior o superior, cada punto desplazado a lo largo del segundo eje (X) en dirección contraria ($-d_x$) a la primera dirección lateral de fabricación (d_x), que presenta una cota distinta a un punto ($P_q \in \mathcal{B}'$) en el segundo eje (X)

5 realizar el desplazamiento virtual (δ) de cada punto de intersección (P_k) contenido en la quinta matriz (Σ) a lo largo del segundo eje (X) en dirección de la segunda dirección lateral de fabricación (d_x), y reasignar a la primera matriz (Ω) o a la segunda matriz (Π) que contienen los primeros y segundos puntos de cota mínima y máxima respectivamente ($\Omega, \Pi \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona fabricable
 10 mediante fabricación inferior o superior, cada punto desplazado a lo largo de la segunda dirección lateral de fabricación (d_x), que presenta una cota distinta a un punto ($P_q \in \mathcal{B}'$) en el segundo eje (X).

13. Método de validación automatizada, según una cualquiera de las reivindicaciones
 15 2 a 12, caracterizado porque, la segunda etapa de reasignación de puntos comprende
 realizar el desplazamiento virtual (δ) de cada punto de intersección (P_k) contenido en la séptima matriz (ψ) a lo largo del tercer eje (Y) en dirección contraria ($-d_y$) a la segunda dirección lateral de fabricación (d_y), y reasignar a la primera matriz (Ω) o a la segunda matriz (Π) que contienen los primeros y segundos puntos de cota
 20 mínima y máxima respectivamente ($\Omega, \Pi \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona fabricable mediante fabricación inferior o superior, cada punto desplazado a lo largo del tercer eje (Y) en dirección contraria ($-d_y$) a la segunda dirección lateral de fabricación (d_y), que presenta una cota distinta a un punto ($P_q \in \mathcal{B}'$) en el tercer eje (Y)

 realizar el desplazamiento virtual (δ) de cada punto de intersección (P_k)
 25 contenido en la octava matriz (Γ) a lo largo del tercer eje (Y) en dirección de la segunda dirección lateral de fabricación (d_y), y reasignar a la primera matriz (Ω) o a la segunda matriz (Π) que contienen los primeros y segundos puntos de cota mínima y máxima respectivamente ($\Omega, \Pi \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona fabricable
 mediante fabricación inferior o superior, cada punto desplazado a lo largo del tercer eje
 30 (Y) en la tercera dirección lateral de fabricación (d_y), que presenta una cota distinta a un punto ($P_q \in \mathcal{B}'$) en el tercer eje (Y).

14. Método de validación automatizada, según una cualquiera de las reivindicaciones
 2 a 13, caracterizado porque, la segunda etapa de reasignación de puntos comprende
 35 realizar el desplazamiento virtual (δ) de cada punto de intersección (P_k)

contenido en la tercera matriz (Φ) que contiene los primeros puntos de cota intermedia ($\Phi \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona no fabricable ni en la dirección principal de fabricación (d) ni en dicha dirección contraria (-d), a lo largo de la dirección principal de fabricación),y en dirección contraria (-d) y reasignar a la cuarta matriz (θ) que
 5 contiene los puntos de cota mínima ($\theta \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona fabricable mediante fabricación lateral, cada punto desplazado a lo largo del eje (d) y en dirección contraria (-d) a la dirección principal de fabricación (d_x), que presenta una cota igual a un punto ($P_q \in \theta$) en el tercer eje (Y) y una cota menor con respecto a la cota en el segundo eje (X) y una cota igual en Z de un punto de intersección vecino
 10 (P_q) contenido en la cuarta matriz (θ).

15.- Método de validación automatizada, según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 14, caracterizado porque, la segunda etapa de reasignación de puntos comprende
 realizar el desplazamiento virtual (δ) de cada punto de intersección (P_k)
 15 contenido en la tercera matriz (Φ) que contiene los primeros puntos de cota intermedia ($\Phi \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona no fabricable ni en la dirección principal de fabricación (d) ni en dicha dirección contraria (-d), a lo largo de la dirección principal de fabricación),y en dirección contraria (-d) y reasignar a la quinta matriz (Σ) que contiene los puntos de cota máxima ($\Sigma \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona
 20 fabricable mediante fabricación lateral, cada punto desplazado a lo largo del eje (d) y en dirección contraria (-d) a la dirección principal de fabricación (d_x), que presenta una cota igual a un punto ($P_q \in \Sigma$) en el tercer eje (Y) y una cota mayor con respecto a la cota en el segundo eje (X) y una cota igual en Z de un punto de intersección vecino (P_q) contenido en la quinta matriz (θ).

25
 16.- Método de validación automatizada, según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 15, caracterizado porque, la segunda etapa de reasignación de puntos comprende
 realizar el desplazamiento virtual (δ) de cada punto de intersección (P_k)
 contenido en la tercera matriz (Φ) que contiene los primeros puntos de cota intermedia
 30 ($\Phi \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona no fabricable ni en la dirección principal de fabricación (d) ni en dicha dirección contraria (-d), a lo largo de la dirección principal de fabricación),y en dirección contraria (-d) y reasignar a la septima matriz (ψ) que contiene los puntos de cota mínima ($\psi \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona fabricable mediante fabricación lateral, cada punto desplazado a lo largo del eje (d) y en
 35 dirección contraria (-d) a la dirección principal de fabricación (d_x), que presenta una

cota igual a un punto ($P_q \in \psi$) en el segundo eje (X) y una cota menor con respecto a la cota en el tercer eje (Y) y una cota igual en el eje Z de un punto de intersección vecino (P_q) contenido en la séptima matriz (ψ).

5 17.- Método de validación automatizada, según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 16, caracterizado porque, la segunda etapa de reasignación de puntos comprende
 realizar el desplazamiento virtual (δ) de cada punto de intersección (P_k)
 contenido en la tercera matriz (Φ) que contiene los primeros puntos de cota intermedia
 ($\Phi \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona no fabricable ni en la dirección principal de
 10 fabricación (d) ni en dicha dirección contraria (-d), a lo largo de la dirección principal de
 fabricación), y en dirección contraria (-d) y reasignar a la octava matriz (Γ) que
 contiene los puntos de cota máxima ($\Gamma \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona fabricable
 mediante fabricación lateral, cada punto desplazado a lo largo del eje (d) y en
 dirección contraria (-d) a la dirección principal de fabricación (d), que presenta una
 15 cota igual a un punto ($P_q \in \Gamma$) en el segundo eje (X) y una cota mayor con respecto a la
 cota en el tercer eje (Y) y una cota igual en el eje Z de un punto de intersección vecino
 (P_q) contenido en la octava matriz (Γ).

18.- Método de validación automatizada, según una cualquiera de las reivindicaciones
 20 2 a 16, caracterizado porque, la segunda etapa de reasignación de puntos comprende
 realizar el desplazamiento virtual (δ) de cada punto de intersección (P_k)
 contenido en la tercera matriz (Φ) que contiene los primeros puntos de cota intermedia
 ($\Phi \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona no fabricable ni en la dirección principal de
 fabricación (d) ni en dicha dirección contraria (-d), a lo largo de la dirección principal de
 25 fabricación), y en dirección contraria (-d) y reasignar a la cuarta matriz (θ) que
 contiene los puntos de cota mínima ($\theta \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona fabricable
 mediante fabricación lateral, cada punto desplazado a lo largo del eje (d) y en
 dirección contraria (-d) a la dirección principal de fabricación (d), que presenta una
 cota distinta a un punto ($P_q \in B$) en el tercer eje (Y) y una cota menor o mayor con
 30 respecto a la cota en el segundo eje (X) y una cota igual en el eje Z de un punto de
 intersección vecino (P_q) contenido en pieza (B').

19.- Método de validación automatizada, según una cualquiera de las reivindicaciones
 2 a 17, caracterizado porque, la segunda etapa de reasignación de puntos comprende
 35 realizar el desplazamiento virtual (δ) de cada punto de intersección (P_k)

contenido en la tercera matriz (Φ) que contiene los primeros puntos de cota intermedia ($\Phi \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona no fabricable ni en la dirección principal de fabricación (d) ni en dicha dirección contraria (-d), a lo largo de la dirección principal de fabricación), y en dirección contraria (-d) y reasignar a la séptima matriz (ψ) que
 5 contiene los puntos de cota mínima ($\psi \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona fabricable mediante fabricación lateral, cada punto desplazado a lo largo del eje (d) y en dirección contraria (-d) a la dirección principal de fabricación (d), que presenta una cota distinta a un punto ($P_q \in B$) en el segundo eje (X) y una cota menor o mayor con respecto a la cota en el tercer eje (Y) y una cota igual en el eje Z de un punto de
 10 intersección vecino (P_q) contenido en pieza (B').

20.- Método de validación automatizada, según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 18, caracterizado porque, la segunda etapa de reasignación de puntos comprende
 realizar el desplazamiento virtual (δ) de cada punto de intersección (P_k)
 15 contenido en la sexta matriz (Y) a lo largo del segundo eje (X) en dirección contraria (- d_x) a la primera dirección lateral de fabricación (d_x), y reasignar a la segunda matriz (Π) que contiene los primeros puntos de cota máxima ($\Pi \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona fabricable mediante fabricación superior, cada punto desplazado a lo largo del segundo eje (X) en dirección contraria (- d_x) a la primera dirección lateral de fabricación
 20 (d_x), que presenta una cota igual a un punto ($P_q \in \Pi$) en el tercer eje (Y) y una cota mayor con respecto a la cota en el primer eje (Z) de un punto de intersección vecino (P_q) contenido en la segunda matriz (Π);

realizar el desplazamiento virtual (δ) de cada punto de intersección (P_k)
 contenido en la sexta matriz (Y) a lo largo del segundo eje (X) en la primera dirección
 25 de fabricación lateral (d_x) , y reasignar a la segunda matriz (Π) que contiene los primeros puntos de cota máxima ($\Pi \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona fabricable mediante fabricación superior, cada punto desplazado a lo largo del segundo eje (X) en la primera dirección lateral de fabricación (d_x), que presenta una cota igual a un punto ($P_q \in \Pi$) en el tercer eje (Y) y una cota mayor con respecto a la cota en el primer
 30 eje (Z) de un punto de intersección vecino (P_q) contenido en la segunda matriz (Π).

21.- Método de validación automatizada, según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 19, caracterizado porque, la segunda etapa de reasignación de puntos comprende
 realizar el desplazamiento virtual (δ) de cada punto de intersección (P_k)
 35 contenido en la novena matriz (Δ) a lo largo del tercer eje (Y) en dirección contraria (-

d_y) a la segunda dirección lateral de fabricación (d_y), reasignar a la segunda matriz (Π) que contiene los primeros puntos de cota máxima ($\Pi \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona fabricable mediante fabricación superior, cada punto desplazado a lo largo del tercer eje (Y) en dirección contraria ($-d_y$) a la segunda dirección lateral de fabricación

5 (d_y), que presenta una cota igual a un punto ($P_q \in \Pi$) en el segundo eje (Y) y una cota mayor con respecto a la cota en el primer eje (Z) de un punto de intersección vecino (P_q) contenido en la segunda matriz (Π);

realizar el desplazamiento virtual (δ) de cada punto de intersección (P_k) contenido en la novena matriz (Δ) a lo largo del tercer eje (Y) en la segunda dirección

10 lateral de fabricación (d_y), reasignar a la segunda matriz (Π) que contiene los primeros puntos de cota máxima ($\Pi \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona fabricable mediante fabricación superior, cada punto desplazado a lo largo del tercer eje (Y) en la segunda dirección lateral de fabricación (d_y), que presenta una cota igual a un punto ($P_q \in \Pi$) en el segundo eje (Y) y una cota mayor con respecto a la cota en el primer eje (Z) de un

15 punto de intersección vecino (P_q) contenido en la segunda matriz (Π).

22.- Método de validación automatizada, según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 20, caracterizado porque, la segunda etapa de reasignación de puntos comprende

realizar el desplazamiento virtual (δ) de cada punto de intersección (P_k) contenido en la sexta matriz (Y) a lo largo del segundo eje (X) en dirección contraria ($-d_x$) a la primera dirección lateral de fabricación (d_x), y reasignar a la primera matriz (Ω) que contiene los primeros puntos de cota mínima ($\Omega \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona fabricable mediante fabricación inferior, cada punto desplazado a lo largo del segundo eje (X) en dirección contraria ($-d_x$) a la primera dirección lateral de fabricación

20 (d_x), que presenta una cota igual a un punto ($P_q \in \Omega$) en el tercer eje (Y) y una cota menor con respecto a la cota en el primer eje (Z) de un punto de intersección vecino (P_q) contenido en la primera matriz (Ω);

realizar el desplazamiento virtual (δ) de cada punto de intersección (P_k) contenido en la sexta matriz (Y) a lo largo del segundo eje (X) en dirección de la

30 primera dirección lateral de fabricación (d_x), y reasignar a la primera matriz (Ω) que contiene los primeros puntos de cota mínima ($\Omega \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona fabricable mediante fabricación inferior, cada punto desplazado a lo largo del segundo eje (X) en dirección de la primera dirección lateral de fabricación (d_x), que presenta una cota igual a un punto ($P_q \in \Omega$) en el tercer eje (Y) y una cota menor con respecto a

35 la cota en el primer eje (Z) de un punto de intersección vecino (P_q) contenido en la

primera matriz (Ω).

23.- Método de validación automatizada, según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 21, caracterizado porque, la segunda etapa de reasignación de puntos comprende

5 realizar el desplazamiento virtual (δ) de cada punto de intersección (P_k) contenido en la novena matriz (Δ) a lo largo del tercer eje (Y) en dirección contraria ($-d_y$) a la segunda dirección lateral de fabricación (d_y), y reasignar a la primera matriz (Ω) que contiene los primeros puntos de cota mínima ($\Omega \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona fabricable mediante fabricación inferior, cada punto desplazado a lo largo del
10 tercer eje (Y) en dirección contraria ($-d_y$) a la segunda dirección lateral de fabricación (d_y), que presenta una cota igual a un punto ($(P_q \in \Omega)$ en el segundo eje (X) y una cota menor con respecto a la cota en el primer eje (Z) de un punto de intersección vecino (P_q) contenido en la primera matriz (Ω);

realizar el desplazamiento virtual (δ) de cada punto de intersección (P_k)
15 contenido en la novena matriz (Δ) a lo largo del segundo eje (Y) en dirección de la segunda dirección lateral de fabricación (d_y), y reasignar a la primera matriz (Ω) que contiene los primeros puntos de cota mínima ($\Omega \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona fabricable a fabricación inferior, cada punto desplazado a lo largo del tercer eje (Y) en dirección de la segunda dirección lateral de fabricación (d_y), que presenta una cota
20 igual a un punto ($P_q \in \Omega$) en el segundo eje (X) y una cota menor con respecto a la cota en el primer eje (Z) de un punto de intersección vecino (P_q) contenido en la primera matriz (Ω).

24.- Método de validación automatizada, según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 22, caracterizado porque, la segunda etapa de reasignación de puntos comprende

realizar el desplazamiento virtual (δ) de cada punto de intersección (P_k)
25 contenido en la sexta matriz (Y) a lo largo del segundo eje (X) en dirección contraria ($-d_x$) a la primera dirección lateral de fabricación (d_x), y reasignar a la cuarta matriz (θ) que contiene los puntos de cota mínima ($\theta \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona fabricable mediante fabricación lateral, cada punto desplazado a lo largo de la
30 segunda dirección de fabricación lateral (d_x), que presenta una cota igual a un punto ($(P_q \in \theta)$ en el eje (Z) y una cota menor con respecto a la cota en el tercer eje (Y) de un punto de intersección vecino (P_q) contenido en la cuarta matriz (θ).

35 25.- Método de validación automatizada, según una cualquiera de las reivindicaciones

2 a 23 caracterizado porque, la segunda etapa de reasignación de puntos comprende
 realizar el desplazamiento virtual (δ) de cada punto de intersección (P_k)
 contenido en la sexta matriz (Y) a lo largo del segundo eje (X) en dirección contraria ($-$
 d_x) a la primera dirección lateral de fabricación (d_x), y reasignar a la quinta matriz (Σ)
 5 que contiene los puntos de cota máxima ($\Sigma \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona
 fabricable mediante fabricación lateral, cada punto desplazado a lo largo de la
 segunda dirección de fabricación lateral, que presenta una cota igual a un punto ($(P_q \in$
 $\theta)$ en la dirección principal de fabricación (z) y una cota mayor con respecto a la cota
 en el tercer eje (Y), de un punto de intersección vecino (P_q) contenido en la quinta
 10 matriz (Σ).

26.- Método de validación automatizada, según una cualquiera de las reivindicaciones
 2 a 23, caracterizado porque, la segunda etapa de reasignación de puntos comprende
 realizar el desplazamiento virtual (δ) de cada punto de intersección (P_k)
 15 contenido en la novena matriz (Δ) a lo largo del tercer eje (Y) en dirección contraria ($-$
 d_y) a la segunda dirección lateral de fabricación (d_y), y reasignar a la séptima matriz
 (ψ) que contiene los puntos de cota mínima ($\psi \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona
 fabricable mediante fabricación lateral, cada punto desplazado a lo largo del eje de
 fabricación lateral (d_y) y en dirección contraria ($-d_y$), que presenta una cota igual a un
 20 punto ($(P_q \in \psi)$ en el tercer eje (Y) y una cota menor con respecto a la cota en el
 segundo eje (X) de un punto de intersección vecino (P_q), e igual cota en Z contenido
 en la séptima matriz (ψ).

27.- Método de validación automatizada, según una cualquiera de las reivindicaciones
 25 2 a 23, caracterizado porque, la segunda etapa de reasignación de puntos comprende
 realizar el desplazamiento virtual (δ) de cada punto de intersección (P_k)
 contenido en la novena matriz (Δ) a lo largo del tercer eje (Y) en dirección contraria ($-$
 d_y) a la segunda dirección lateral de fabricación (d_y), y reasignar a la octava matriz (Γ)
 que contiene los puntos de cota máxima ($\Gamma \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona
 30 fabricable mediante fabricación lateral, cada punto desplazado a lo largo del eje de
 fabricación lateral (d_y) y en dirección contraria ($-d_y$), que presenta una cota igual a un
 punto ($(P_q \in \Gamma)$ en el tercer eje (Y) y una cota mayor con respecto a la cota en el
 segundo eje (X), e igual cota en Z de un punto de intersección vecino (P_q) contenido
 en la octava matriz (Γ).

35

28.- Método de validación automatizada, según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 24, caracterizado porque, la segunda etapa de reasignación de puntos comprende
 5 realizar el desplazamiento virtual (δ) de cada punto de intersección (P_k) contenido en la sexta matriz (Y) a lo largo del segundo eje (X) en dirección contraria ($-d_x$) a la primera dirección lateral de fabricación (d_x), y asignar a la sexta matriz (Y) que
 contiene los puntos de cota intermedia ($Y \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona no fabricable mediante fabricación lateral, cada punto desplazado a lo largo de la primera
 10 dirección de fabricación lateral (d_x), que presenta una cota igual a un punto ($(P_u \in \Phi)$) en el segundo eje (X) y en el tercer eje Y, y una cota mayor con respecto a la cota en el eje (Z) y que presenta una cota igual a un punto vecino (P_q) y a un punto (P_t) contenido en la novena matriz (Δ) a lo largo de la dirección principal de fabricación, y de la dirección en X y cuya cota en Y es mayor que la cota en Y del punto (P_t) y menor que la cota del punto (P_q) contenidos en la novena matriz Δ .

29.- Método de validación automatizada, según una cualquiera de las reivindicaciones, caracterizado porque, la segunda etapa de reasignación de puntos comprende
 15 realizar el desplazamiento virtual (δ) de cada punto de intersección (P_k) contenido en la sexta matriz (Y) a lo largo del segundo eje (X) en la primera dirección lateral de fabricación (d_x), y asignar a la sexta matriz (Y) que contiene los puntos de
 20 cota intermedia ($Y \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona no fabricable mediante fabricación lateral, cada punto desplazado a lo largo de la primera dirección de desmoldeo lateral (d_x), que presenta una cota igual a un punto ($(P_u \in \Phi)$) en el segundo eje (X) y en el tercer eje Y, y una cota mayor con respecto a la cota en el eje (Z) y que
 25 presenta una cota igual a un punto vecino (P_q) y a un punto (P_t) contenido en la novena matriz (Δ) a lo largo de la dirección principal de fabricación, y de la dirección en X y cuya cota en Y es menor que la cota en Y del punto (P_t) y mayor que la cota del punto (P_q) contenidos en la novena matriz Δ .

30.- Método de validación automatizada, según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 25, caracterizado porque, la segunda etapa de reasignación de puntos comprende
 30 realizar el desplazamiento virtual (δ) de cada punto de intersección (P_k) contenido en la novena matriz (Δ) a lo largo del tercer eje (Y) en dirección contraria ($-d_y$) a la segunda dirección lateral de fabricación (d_y), y asignar a la novena matriz (Δ) que contiene los puntos de cota intermedia ($\Delta \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona
 35 no fabricable mediante fabricación lateral, cada punto desplazado a lo largo de la

segunda dirección de fabricación lateral (d_y), que presenta una cota igual a un punto ($(P_u \in \Phi)$) en el tercer eje (Y) y en el segundo eje X, y una cota mayor con respecto a la cota en el eje (Z) y que presenta una cota igual a un punto vecino (P_q) y a un punto (P_t) contenido en la sexta matriz (Y) a lo largo de la dirección principal de fabricación, y de la dirección en Y y cuya cota en X es mayor que la cota en X del punto (P_t) y menor que la cota del punto (P_q) contenidos en la sexta matriz Y.

31.- Método de validación automatizada, según una cualquiera de las reivindicaciones, caracterizado porque, la segunda etapa de reasignación de puntos comprende

realizar el desplazamiento virtual (δ) de cada punto de intersección (P_k) contenido en la novena matriz (Δ) a lo largo del tercer eje (Y) en dirección de la segunda dirección lateral de fabricación (d_y), y asignar a la novena matriz (Δ) que contiene los puntos de cota intermedia ($\Delta \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona no fabricable mediante fabricación lateral, cada punto desplazado a lo largo de la dirección de fabricación lateral (d_y), que presenta una cota igual a un punto ($(P_u \in \Phi)$) en el tercer eje (Y) y en el segundo eje X, y una cota mayor con respecto a la cota en el eje (Z) y que presenta una cota igual a un punto vecino (P_q) y a un punto (P_t) contenido en la sexta matriz (Y) a lo largo de la dirección principal de fabricación, y de la dirección en Y y cuya cota en X es menor que la cota en X del punto (P_t) y mayor que la cota del punto (P_q) contenidos en la sexta matriz Y.

32.- Método de validación automatizada, según una cualquiera de las reivindicaciones de 2 a 26, caracterizado porque, la segunda etapa de reasignación de puntos comprende

realizar el desplazamiento virtual (δ) de cada punto de intersección (P_k) contenido en la sexta matriz (Y) a lo largo del primera dirección de fabricación lateral (X) en dirección contraria ($-d_x$) a la primera dirección lateral de fabricación (d_x), y reasignar a la primera matriz (Ω) que contiene los puntos de cota mínima ($\Omega \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona fabricable inferior a lo largo de la primera dirección principal de fabricación o a la segunda matriz (Π) que contiene los puntos de cota máxima ($\Pi \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) a lo largo de la dirección principal de fabricación, cada punto desplazado a lo largo de la primera dirección de fabricación lateral (d_x), que presenta una cota igual a un punto ($(P_q \in \Omega)$) en el segundo eje (X) o una cota igual a un punto ($(P_t \in \Pi)$) en el segundo eje (X).

33.- Método de validación automatizada, según una cualquiera de las reivindicaciones,

caracterizado porque, la segunda etapa de reasignación de puntos comprende

realizar el desplazamiento virtual (δ) de cada punto de intersección (P_k) contenido en la sexta matriz (Y) a lo largo de la primera dirección lateral de fabricación (d_x), y reasignar a la primera matriz (Ω) que contiene los puntos de cota mínima ($\Omega \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona fabricable inferior a lo largo de la dirección principal de fabricación o a la segunda matriz (Π) que contiene los puntos de cota máxima ($\Pi \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) a lo largo de la dirección principal de fabricación, cada punto desplazado a lo largo de la dirección de fabricación lateral (d_x), que presenta una cota igual a un punto ($(P_q \in \Omega)$ en el segundo eje (X) o una cota igual a un punto ($(P_t \in \Pi)$ en el segundo eje (X).

34.- Método de validación automatizada, según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 27, caracterizado porque, la segunda etapa de reasignación de puntos comprende

realizar el desplazamiento virtual (δ) de cada punto de intersección (P_k) contenido en la novena matriz (Δ) a lo largo de la segunda dirección de fabricación lateral (X) en dirección contraria ($-d_y$) a la segunda dirección lateral de fabricación (d_y), y reasignar a la primera matriz (Ω) que contiene los puntos de cota mínima ($\Omega \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona fabricable inferior a lo largo de la dirección principal de fabricación o a la segunda matriz (Π) que contiene los puntos de cota máxima ($\Pi \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) a lo largo de la dirección principal de fabricación, cada punto desplazado a lo largo de la dirección de fabricación lateral (d_y), que presenta una cota igual a un punto ($(P_q \in \Omega)$ en el tercer eje (Y) o una cota igual a un punto ($(P_t \in \Pi)$ en el tercer eje (Y).

35.- Método de validación automatizada, según una cualquiera de las reivindicaciones, caracterizado porque, la segunda etapa de reasignación de puntos comprende

realizar el desplazamiento virtual (δ) de cada punto de intersección (P_k) contenido en la novena matriz (Δ) a lo largo de la segunda dirección lateral de fabricación (d_y), y reasignar a la primera matriz (Ω) que contiene los puntos de cota mínima ($\Omega \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona fabricable inferior a lo largo de la dirección principal de fabricación o a la segunda matriz (Π) que contiene los puntos de cota máxima ($\Pi \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) a lo largo de la dirección principal de fabricación, cada punto desplazado a lo largo de la dirección de fabricación lateral (d_y), que presenta una cota igual a un punto ($(P_q \in \Omega)$ en el tercer eje (Y) o una cota igual a un punto ($(P_t \in \Pi)$ en el tercer eje (Y).

35

36.- Método de validación automatizada, según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 28 caracterizado porque, la segunda etapa de reasignación de puntos comprende
 5 realizar el desplazamiento virtual (δ) de cada punto de intersección (P_k) contenido en la sexta matriz (Y) a lo largo de la primera dirección lateral de fabricación en dirección contraria ($-d_x$), y reasignar a la séptima matriz (ψ) que contiene los puntos de cota mínima ($\psi \subseteq B' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a la segunda zona fabricable mediante fabricación lateral, cada punto desplazado a lo largo de la segunda dirección de fabricación lateral (d_x) y en dirección contraria ($-dx$), que presente una cota menor o mayor a un punto ($P_q \in B$) en la segunda dirección lateral de fabricación (Y) y una cota
 10 igual en Z de un punto de intersección vecino (P_q) contenido en pieza (B').

37.- Método de validación automatizada, según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 28 caracterizado porque, la segunda etapa de reasignación de puntos comprende
 15 realizar el desplazamiento virtual (δ) de cada punto de intersección (P_k) contenido en la sexta matriz (Y) a lo largo de la primera dirección lateral de fabricación (d_x) y reasignar a la séptima matriz (ψ) que contiene los puntos de cota mínima ($\psi \subseteq B' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a la segunda zona fabricable mediante fabricación lateral, cada punto desplazado a lo largo de la segunda dirección de fabricación lateral (d_x), que presente una cota menor o mayor a un punto ($P_q \in B$) en el segunda dirección
 20 lateral de fabricación (Y) y una cota igual en Z de un punto de intersección vecino (P_q) contenido en pieza (B').

38.- Método de validación automatizada, según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 29 caracterizado porque, la segunda etapa de reasignación de puntos comprende
 25 realizar el desplazamiento virtual (δ) de cada punto de intersección (P_k) contenido en la novena matriz (Δ) que contiene los puntos de cota intermedia ($\Delta \subseteq B' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona no fabricable en la segunda dirección lateral de fabricación, y reasignar a la séptima matriz (ψ) que contiene los puntos de cota mínima ($\psi \subseteq B' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona fabricable mediante fabricación lateral, cada punto desplazado a lo largo de la segunda dirección de fabricación lateral (d_y), que presenta una cota menor o mayor a un punto ($P_q \in B$) en
 30 el la primera dirección de fabricación lateral y una cota igual con respecto a la cota en el eje (Z) y en la segunda dirección de fabricación lateral de un punto de intersección vecino (P_q) contenido en pieza (B').

35

39.- Método de validación automatizada, según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 29 caracterizado porque, la segunda etapa de reasignación de puntos comprende realizar el desplazamiento virtual (δ) de cada punto de intersección (P_k) contenido en la novena matriz (Δ) que contiene los puntos de cota intermedia ($\Delta \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona no fabricable en la segunda dirección lateral de fabricación, y reasignar a la séptima matriz (ψ) que contiene los puntos de cota mínima ($\psi \subseteq \mathcal{B}' \subseteq \mathbb{R}^3$) pertenecientes a una zona fabricable mediante fabricación lateral, cada punto desplazado a lo largo del la segunda dirección de fabricación lateral en dirección contraria ($-d_y$), que presenta una cota menor o mayor a un punto ($P_q \in \mathcal{B}$) en la primera dirección de fabricación lateral y una cota igual con respecto a la cota en el eje (Z) y en el la segunda dirección de fabricación lateral de un punto de intersección vecino (P_q) contenido en pieza (\mathcal{B}').

40.- Método de validación automatizada, según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el valor de precisión de análisis (ϵ) es 0,01 a 0,02 veces la magnitud de una diagonal de un prisma circunscrito (\mathcal{B}^*) localizado entre coordenadas límite máximas y mínimas de vértices entre los que encuentra confinada la definición geométrica del objeto tridimensional (\mathcal{B}).

41.- Método de validación automatizada, según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 31, caracterizado porque el valor de precisión de análisis (ϵ) es inferior a una magnitud mínima elegida con respecto de detalles que presenta el objeto tridimensional (\mathcal{B}).

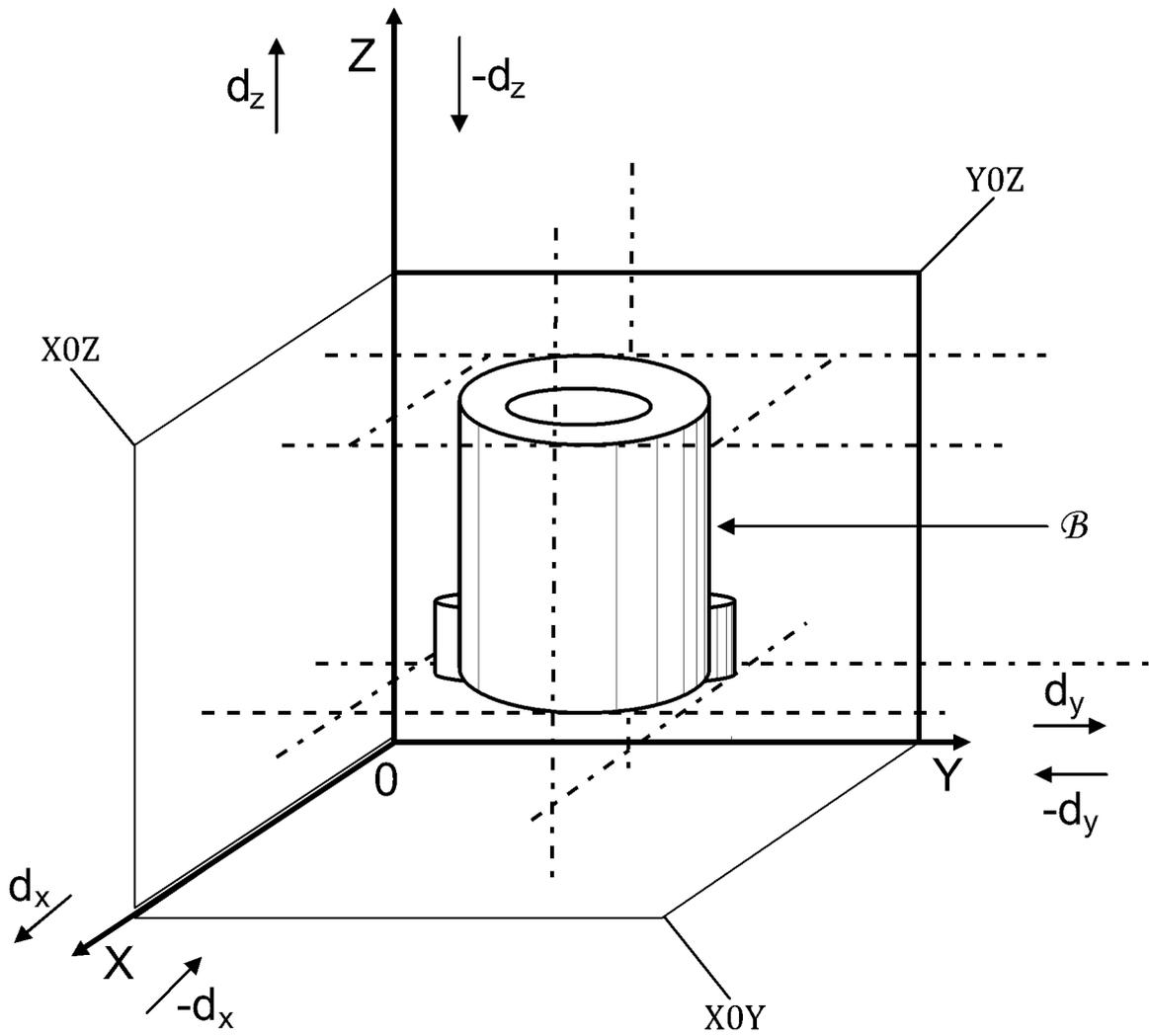


FIG. 1

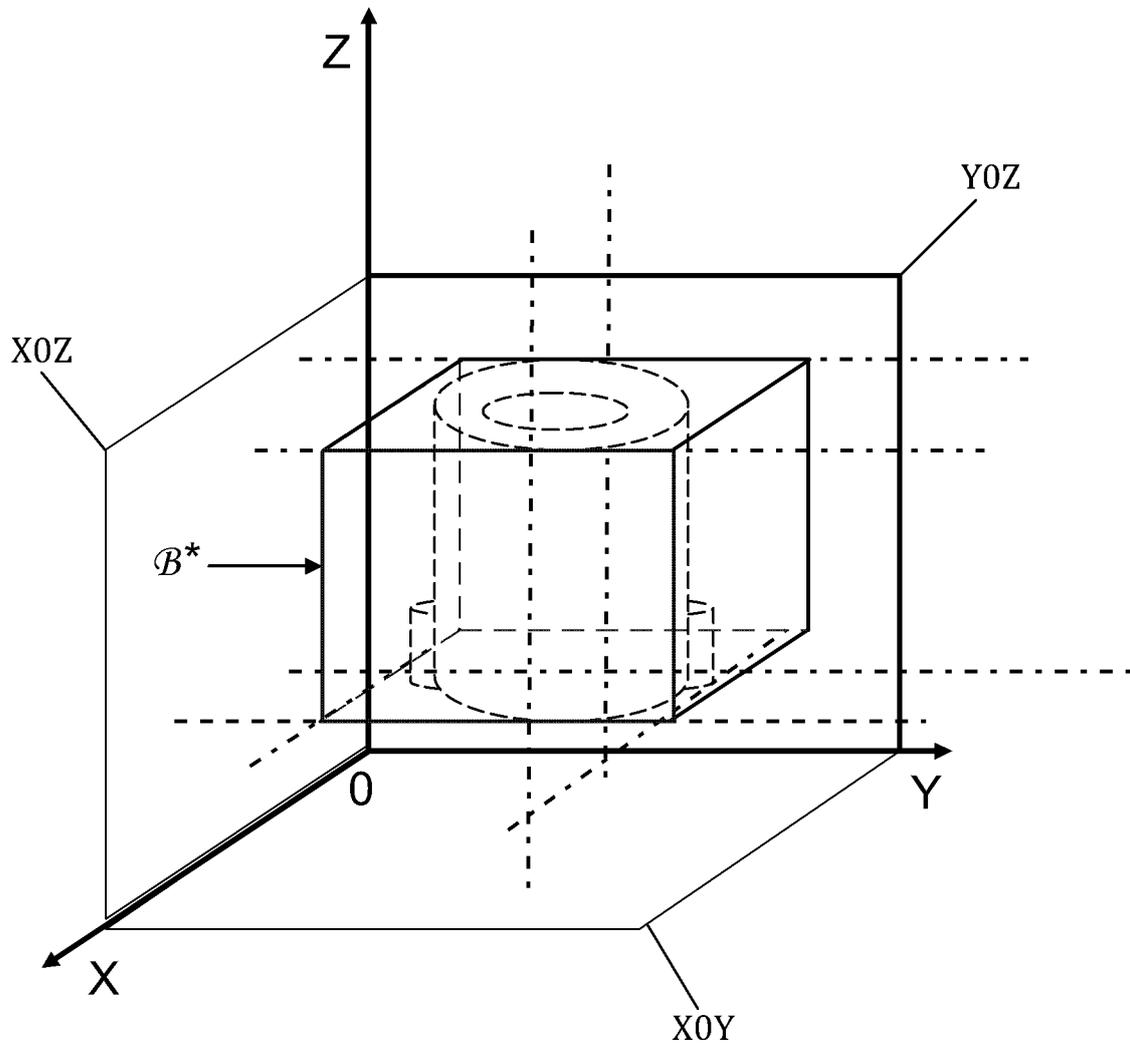


FIG. 2

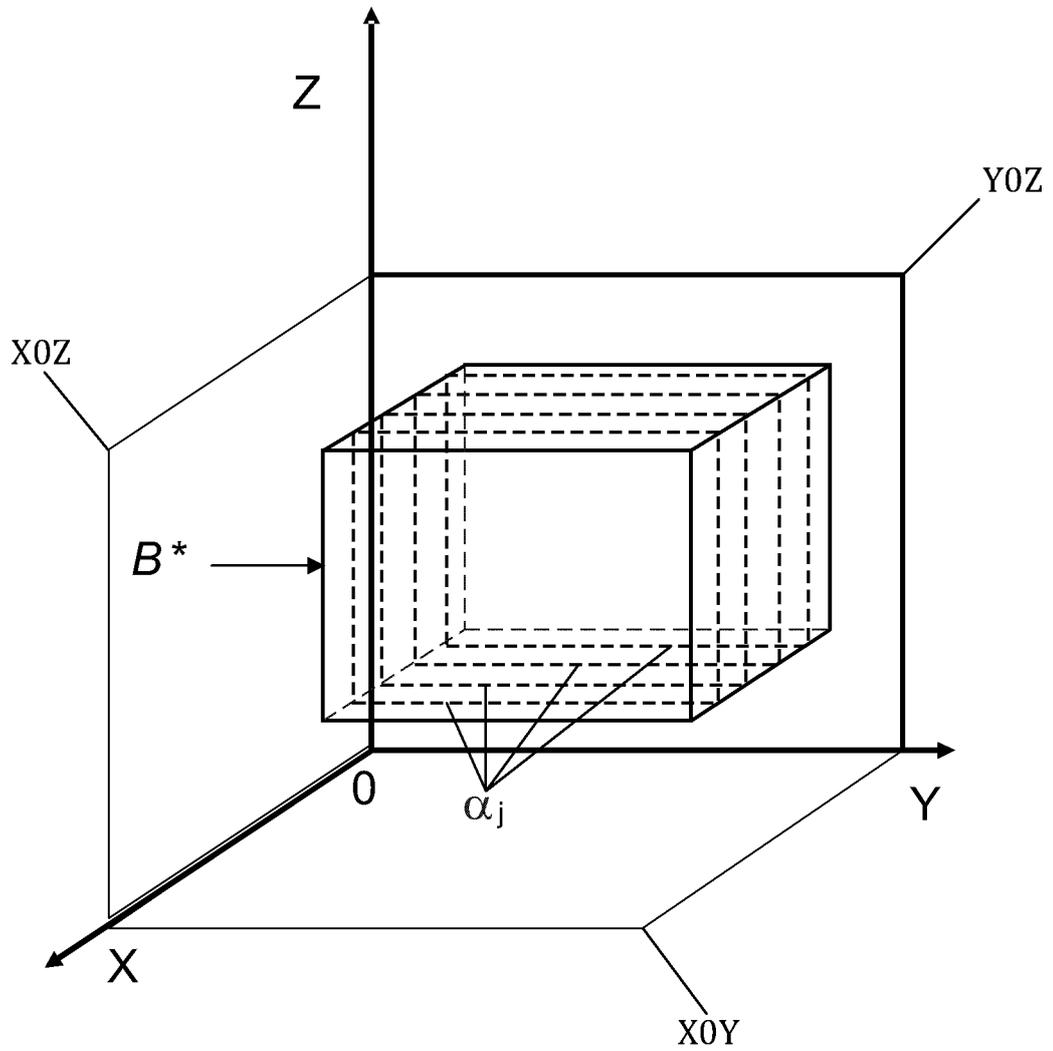


FIG. 3

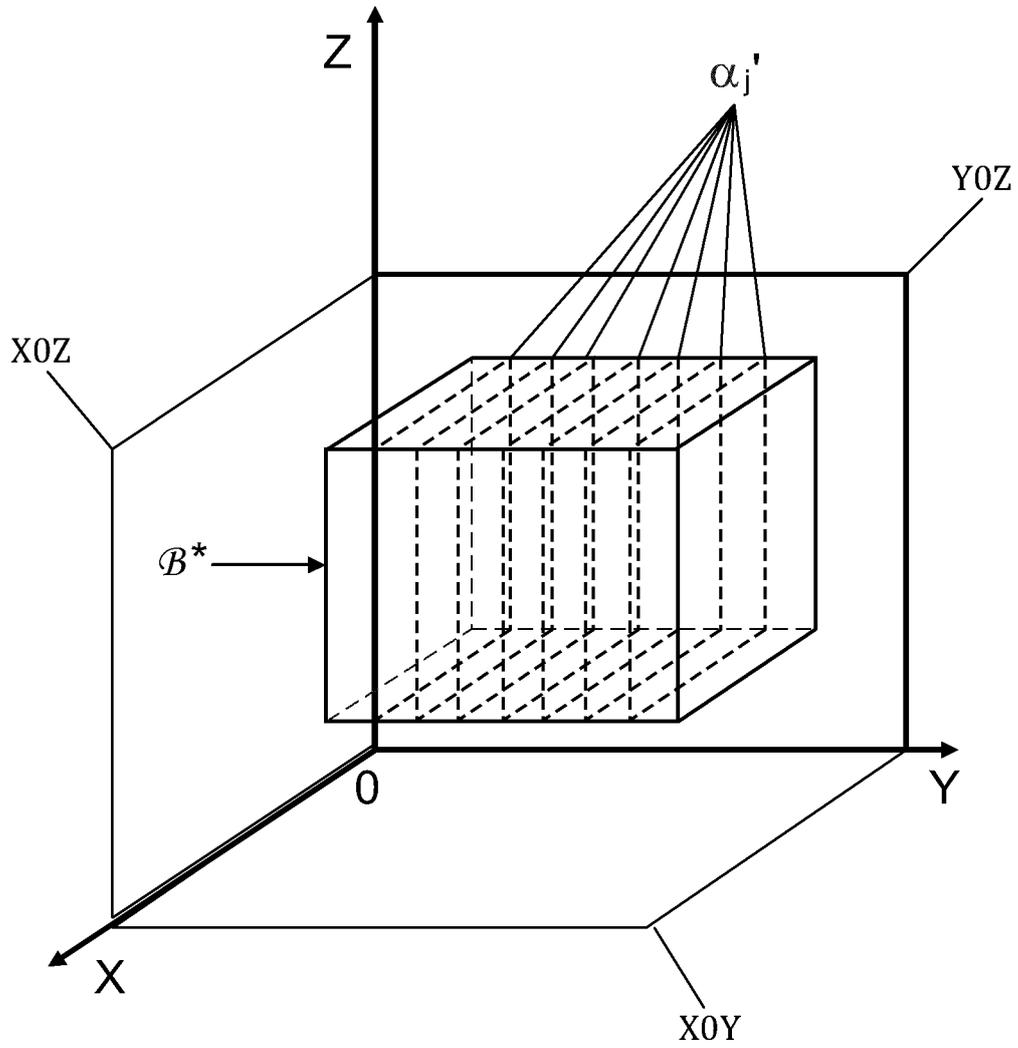


FIG. 4

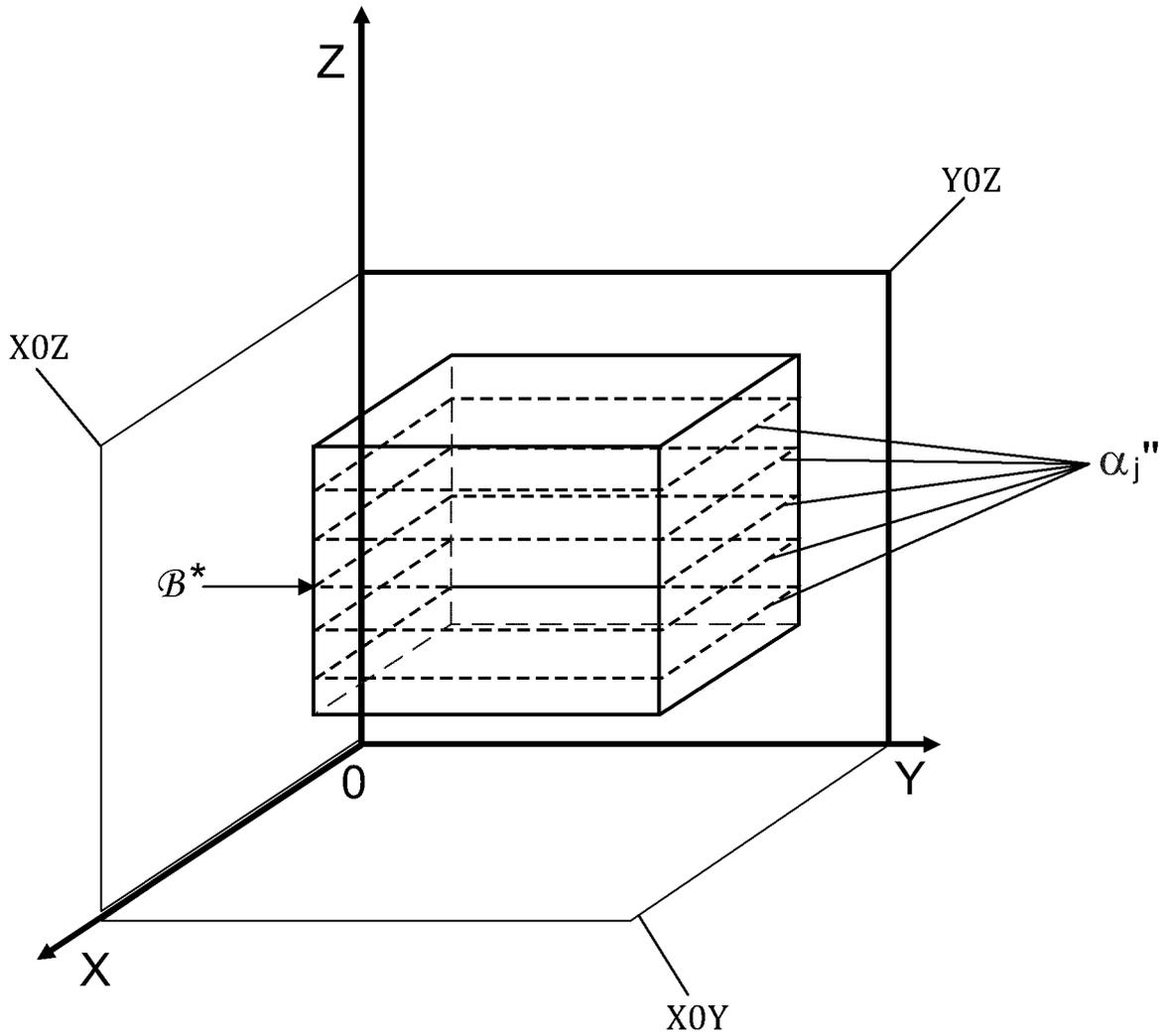


FIG. 5

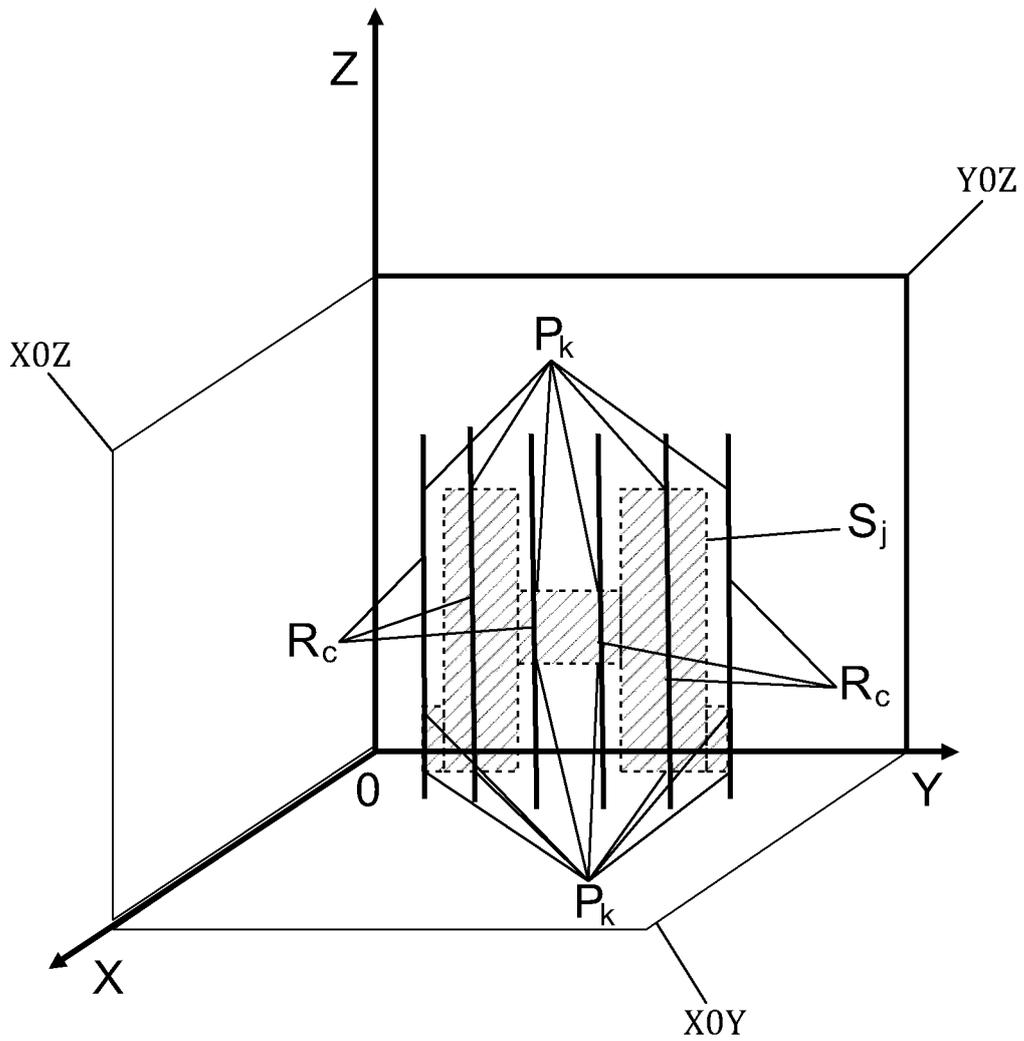


FIG. 6

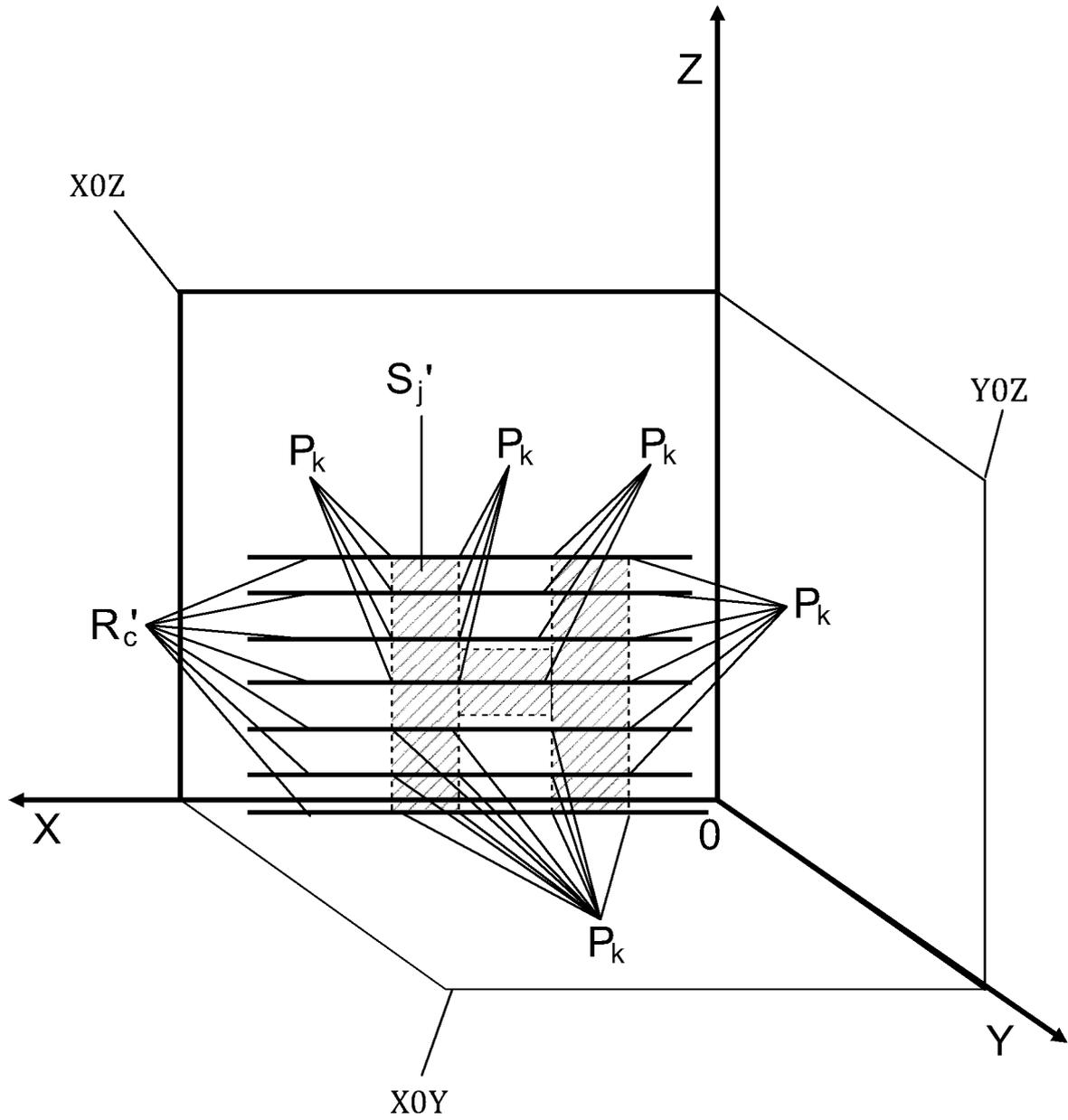


FIG. 7

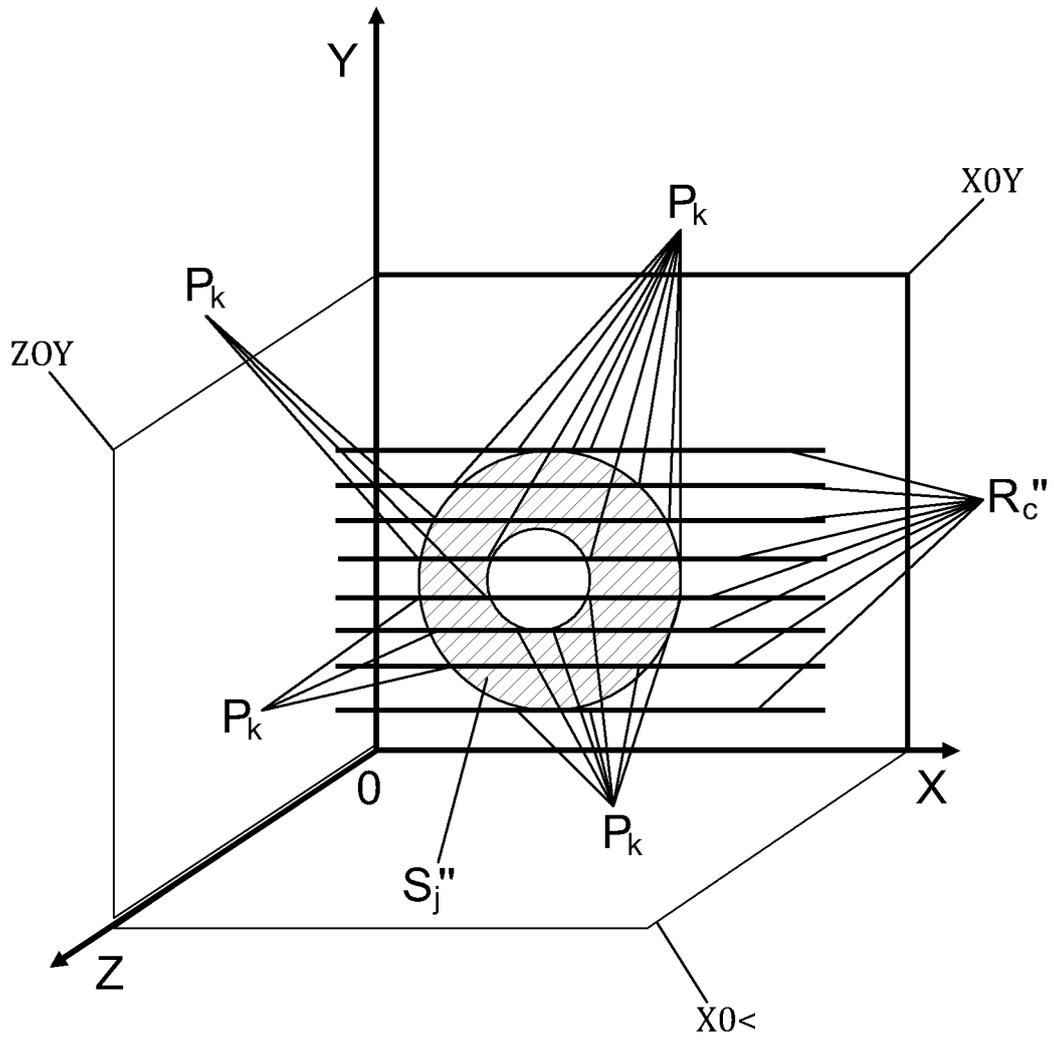


FIG. 8

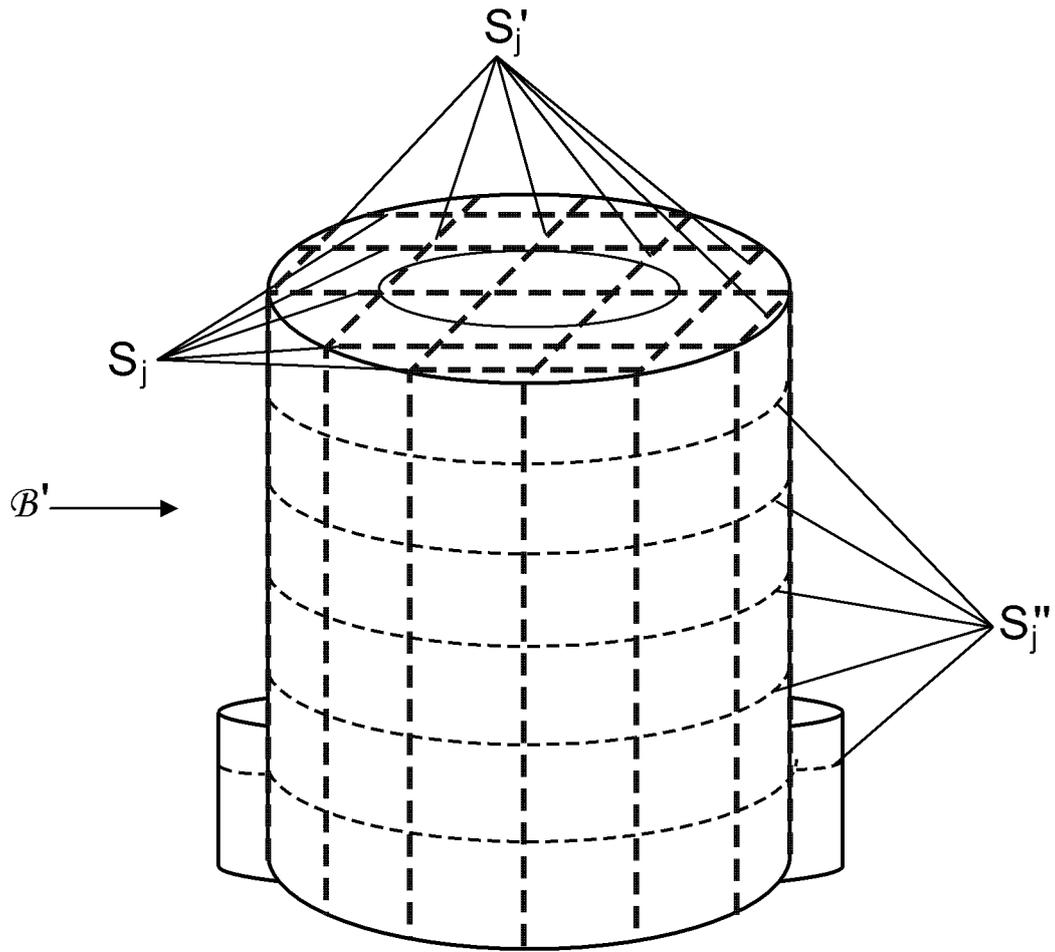


FIG. 9

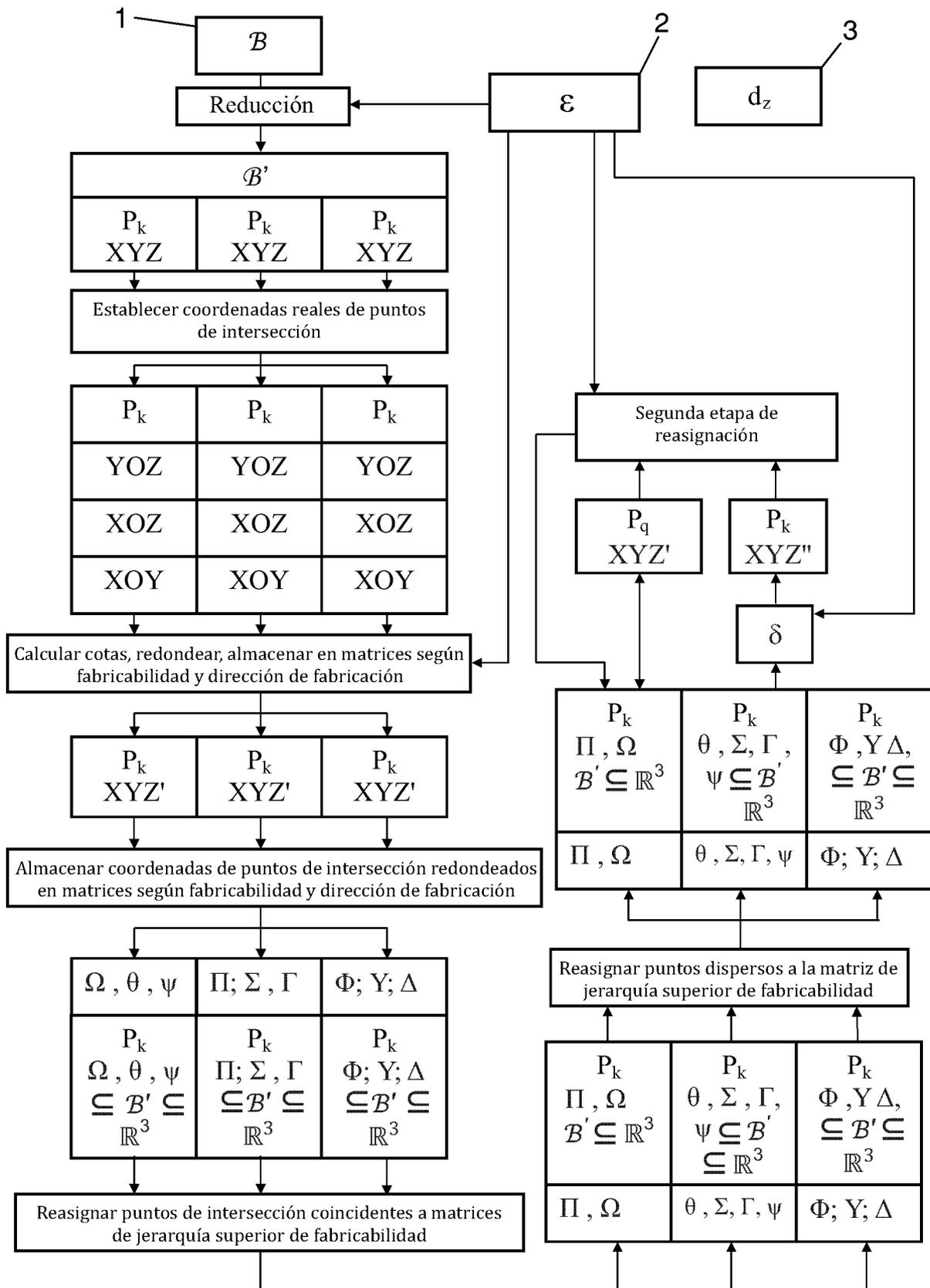


FIG. 10

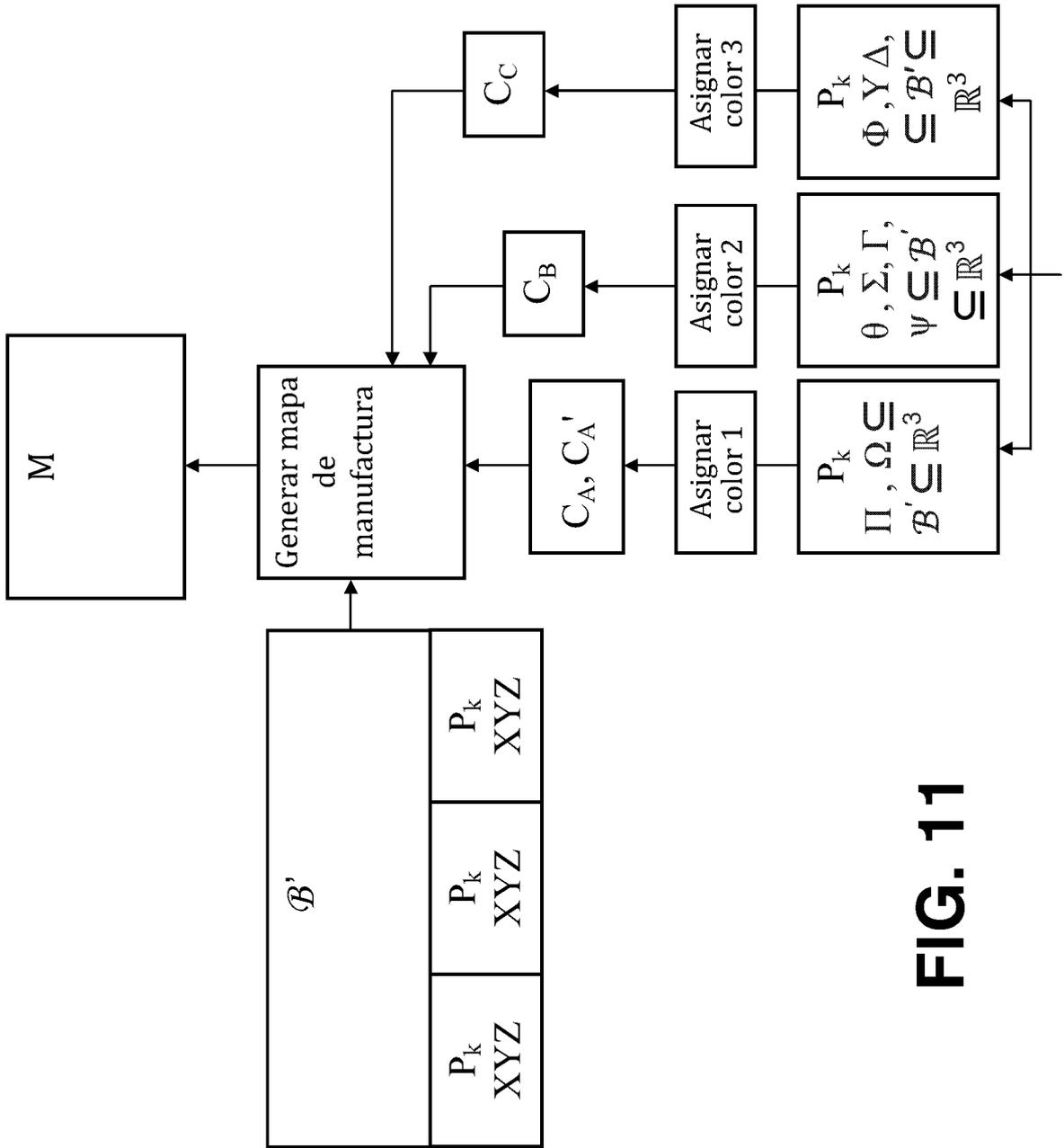


FIG. 11

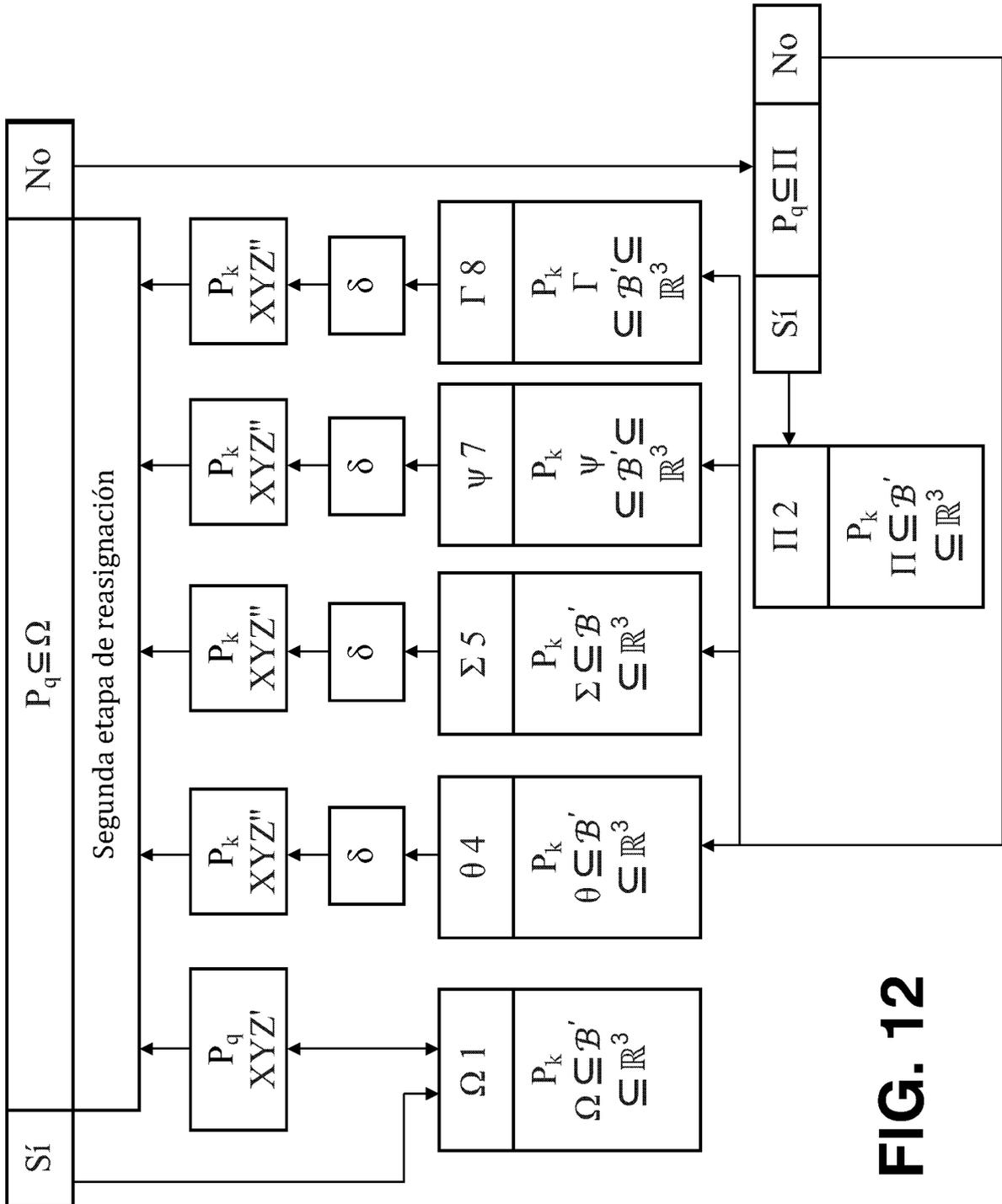


FIG. 12

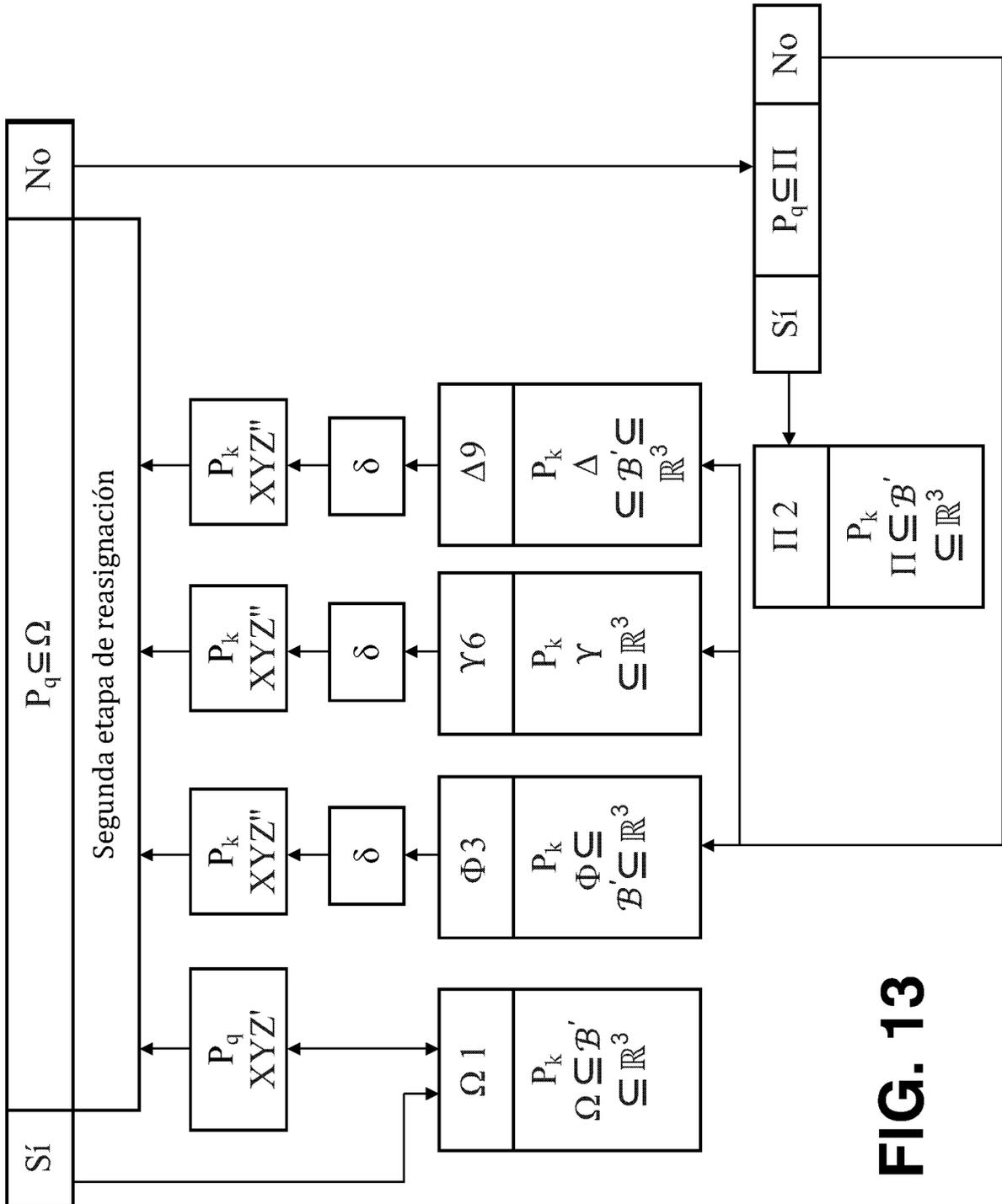


FIG. 13