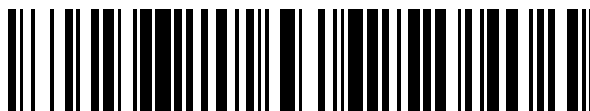


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 693 744**

51 Int. Cl.:

**G05B 19/18** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.08.2011** E 11177985 (6)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.10.2018** EP 2420906

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para generar datos de control para configurar un diente de un dentado de engranaje recto por mecanizado de fresado de una pieza de trabajo en una máquina-herramienta**

30 Prioridad:

**18.08.2010 DE 102010039490**

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

**13.12.2018**

73 Titular/es:

**DECKEL MAHO PFRONTEN GMBH (100.0%)  
Deckel-Maho-Strasse 1  
87459 Pfronten, DE**

72 Inventor/es:

**NEUMAIER, JOSEF;  
LOCHBIHLER, THOMAS y  
HANSEN, UWE-CARSTEN**

74 Agente/Representante:

**UNGRÍA LÓPEZ, Javier**

**ES 2 693 744 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Procedimiento y dispositivo para generar datos de control para configurar un diente de un dentado de engranaje recto por mecanizado de fresado de una pieza de trabajo en una máquina-herramienta

5 La presente invención se refiere a un procedimiento y a un dispositivo para generar datos de control para configurar un diente de un dentado de engranaje recto por mecanizado de fresado de una pieza de trabajo en una máquina-herramienta de control numérico, que comprende al menos 5 ejes, en particular máquina-herramienta universal, por el recorrido sucesivo, en particular contorneado línea por línea, de trayectorias de mecanizado con una herramienta de fresado de la máquina-herramienta a partir de los datos de control generados.

15 En particular, la presente invención se refiere a un procedimiento y a un dispositivo para generar datos de control para configurar un diente de un dentado de engranaje recto por mecanizado de fresado de una pieza de trabajo en una máquina-herramienta de control numérico, que comprende al menos 5 ejes, como, por ejemplo, una fresadora, una fresadora universal o un centro de mecanizado, elaborándose el flanco de diente correspondientemente a una geometría de flanco de diente predefinida por el desplazamiento de contorneado línea por línea de una herramienta de fresado de la máquina-herramienta a lo largo de las trayectorias de mecanizado predefinidas por los datos de control, con el fin de retirar material de contorneado línea por línea con desprendimiento de viruta de la pieza de trabajo y así elaborar un flanco de diente.

20 Además, la presente invención se refiere a un procedimiento y a un dispositivo para generar datos de control para elaborar una pieza de trabajo que presenta un dentado, con las etapas de predefinir datos de información de dentado, calcular un modelo de la pieza de trabajo a partir de los datos de información de dentado predefinidos, que comprende la etapa de calcular una geometría de flanco de diente predefinida a partir de los datos de información de dentado predefinidos, y generar datos de control para elaborar la pieza de trabajo, que comprende la etapa de generar datos de control para configurar al menos un diente de un dentado de engranaje recto en la pieza de trabajo.

30 Además, la presente invención se refiere a una máquina-herramienta de control numérico, que comprende al menos 5 ejes, en particular máquina-herramienta universal como, por ejemplo, una fresadora, una fresadora universal o un centro de mecanizado, para el mecanizado de fresado de una pieza de trabajo por el recorrido sucesivo, en particular contorneado línea por línea, de trayectorias de mecanizado con una herramienta de fresado de la máquina-herramienta a partir de los datos de control generados, comprendiendo la máquina-herramienta en particular un dispositivo para generar datos de control.

35 Finalmente, la presente invención se refiere además a un producto de programa informático que comprende un programa informático, estando almacenado el programa informático en un medio de almacenamiento en la forma de una secuencia de estados, que corresponde a comandos que están configurados para procesarse por un medio de procesamiento de datos de un equipo de procesamiento de datos, de tal manera que se forma un dispositivo para generar datos de control.

40 **Trasfondo de la invención**

45 Respecto a la producción de piezas de trabajo que presentan un dentado de engranaje recto, por el estado de la técnica se conoce convencionalmente elaborar en particular engranajes rectos u otras piezas de trabajo que presentan un dentado de engranaje recto en máquinas-herramienta que forman dentados previstas para elaborar un dentado de engranaje recto, las denominadas máquinas especializadas que forman dentados. Estas máquinas especializadas deben diferenciarse de las máquinas-herramienta universales.

50 Por ejemplo, en el estado de la técnica, como máquinas especializadas de este tipo se conocen fresadoras por generación o máquinas de rectificación por generación, en las cuales se elabora un perfil de diente en una pieza de trabajo al controlarse una fresa de generación de perfil o una muela de rectificado de perfil de tal manera que se elaboran flancos de diente o dientes en la pieza de trabajo mediante una muela de rectificado de perfil o una herramienta de fresado por generación de perfil. En este sentido, las herramientas de fresado por generación de perfil o muelas de rectificado de perfil presentan ya en la sección transversal una forma que corresponde normalmente a la forma de perfil deseado de los flancos de diente que van a elaborarse en la pieza de trabajo. Al controlarse la herramienta de fresado por generación o la muela de perfil a lo largo de una trayectoria a través de la pieza de trabajo, se produce en este sentido una o, según el perfil de herramienta, incluso dos flancos de diente opuestos, que presentan el perfil correspondientemente a la forma de la herramienta.

60 Sin embargo, a diferencia de los procedimientos mencionados anteriormente en máquinas de dentado, es decir, máquinas especializadas, en particular máquinas de dentado especiales como, por ejemplo, fresadoras por generación o máquinas de rectificación por generación, la presente invención se refiere a un método recientemente desarrollado para producir piezas de trabajo que presentan un dentado (en particular, dentado de engranaje recto) en máquinas-herramienta de control numérico, que comprenden al menos 5 ejes, en particular máquinas-herramienta universales como, por ejemplo, una fresadora, una fresadora universal o un centro de mecanizado, en las que el dentado en la pieza de trabajo por herramientas de fresado estándar como, por ejemplo, una fresa frontal

con o sin radio final, en un mecanizado sucesivo o, en particular, contorneado línea por línea, por el recorrido sucesivo o, en particular, contorneado línea por línea, de trayectorias de mecanizado con una herramienta de fresado, se elabora un flanco de diente de la pieza de trabajo.

- 5 Una producción de este tipo de una pieza de trabajo que presenta un dentado en denominadas máquinas estándar o máquinas-herramienta universales como, por ejemplo, una fresadora, una fresadora universal o un centro de mecanizado, se describe, por ejemplo, en el artículo «Auf einfachem Weg zu guten Zähnen - Zahnräder mit hoher Qualität auf Standardmaschinen fräsen» de Hans-Peter Schossig (publicado en la revista *WERKSTATT UND BETRIEB*, editorial Carl-Hanser, Múnich, edición 2007, N.º 4/28, en las páginas 28 a 32, ISSN 0043-2792) y, aparte  
10 de eso, también en el documento WO 2008/133517 A1. El punto de partida de la presente invención es este método recientemente desarrollado y en particular sus perfeccionamientos, que se han desarrollado por el propio solicitante (véase, por ejemplo, el documento DE 10 2009 008 124).

### Resumen de la invención

- 15 En cuanto al procedimiento descrito anteriormente y conocido por el estado de la técnica, un objetivo de la presente invención es seguir simplificando el mecanizado o la producción de piezas de trabajo que presentan un dentado de engranaje recto y ampliar la posibilidad del mecanizado de fresado de una pieza de trabajo en una máquina-herramienta de control numérico, que comprenden al menos 5 ejes, en particular máquina-herramienta universal  
20 como, por ejemplo, una fresadora, una fresadora universal o un centro de mecanizado. En particular, un objetivo de la presente invención es facilitar un procedimiento y un dispositivo para generar datos de control que amplíen las posibilidades de aplicación recientemente desarrolladas de procedimientos no convencionales para producir una pieza de trabajo que presenta un dentado en una máquina-herramienta, en particular máquina-herramienta universal, por el fresado sucesivo o contorneado línea por línea de un flanco de diente en la pieza de trabajo a partir  
25 de datos de control generados. En particular, otro objetivo de la presente invención es posibilitar la producción de una pieza de trabajo que presenta un dentado de engranaje recto de tal manera que al menos un diente de la pieza de trabajo pueda producirse de forma sencilla y eficiente con un bombeado longitudinal deseado.

- 30 Para resolver los objetivos de la presente invención descritos anteriormente, se proponen un procedimiento para generar datos de control para configurar un diente de un dentado de engranaje recto de acuerdo con la reivindicación 1, un procedimiento para generar datos de control para elaborar una pieza de trabajo que presenta un dentado de acuerdo con la reivindicación 12, un dispositivo para generar datos de control para configurar un diente de un dentado de engranaje recto de acuerdo con la reivindicación 13, un dispositivo para generar datos de control para elaborar una pieza de trabajo que presenta un dentado de acuerdo con la reivindicación 14, una máquina-herramienta de control numérico, que comprende al menos 5 ejes, según la reivindicación 15, y un producto de programa informático de acuerdo con la reivindicación 16. Características de formas de realización preferentes de la presente invención se describen en las reivindicaciones dependientes.

- 40 De acuerdo con un aspecto de la presente invención, se propone un procedimiento para generar datos de control para configurar un diente de un dentado de engranaje recto por mecanizado de fresado de una pieza de trabajo en una máquina-herramienta de control numérico, que comprende al menos 5 ejes, en particular en una máquina-herramienta universal como, por ejemplo, en una fresadora, en una fresadora universal o en un centro de mecanizado, por el recorrido sucesivo, en particular contorneado línea por línea, de trayectorias de mecanizado con una herramienta de fresado de la máquina-herramienta a partir de los datos de control generados.  
45

- De acuerdo con la invención, el procedimiento comprende las etapas de predefinir una geometría de flanco de diente de al menos un flanco de diente del diente del dentado de engranaje recto, fijar parámetros para modificar la geometría de flanco de diente predefinida dependiendo de un bombeado longitudinal deseado del diente, y generar datos de control a partir de una geometría de flanco de diente modificada dependiendo de los parámetros fijados,  
50 correspondiendo la geometría de flanco de diente modificada a una geometría de flanco de diente de un diente con el bombeado longitudinal deseado. La fijación de parámetros para modificar la geometría de flanco de diente predefinida comprende una fijación de un respectivo parámetro de destalonado en una o varias posiciones de destalonado fijadas en el al menos un flanco de diente de la geometría de flanco de diente predefinida.

- 55 Por lo tanto, de acuerdo con la presente invención, se predefine una geometría de flanco de diente, por ejemplo, una geometría de flanco de diente matemáticamente exacta o teórica que corresponde a informaciones o datos predefinidos que determinan la geometría de flanco de diente como, por ejemplo, informaciones o datos que se refieren al tipo de dentado (por ejemplo, dentado recto, dentado helicoidal, dentado curvo, dentado espiral, o similar), forma de la pieza de trabajo y/o geometría de la pieza de trabajo, forma de dentado o forma de perfil (por ejemplo, perfil de evolvente, perfil cicloidal, perfil de arco circular, o similar), etc. A partir de tales informaciones o datos, puede calcularse o modelarse numéricamente una geometría de flanco de diente matemáticamente exacta o teórica, por  
60 ejemplo, mediante un programa CAD (siglas en inglés de «diseño asistido por ordenador»).

- 65 Sin embargo, los datos de control de acuerdo con la invención no se generan directamente a partir de la geometría de flanco de diente predefinida o a partir de un modelo de la geometría de flanco de diente predefinida, como se había previsto, por ejemplo, aún en el documento DE 10 2009 00814, sino que más bien se fijan además parámetros

para modificar la geometría de flanco de diente predefinida dependiendo de un bombeado longitudinal deseado del diente.

5 Después, a partir de los parámetros fijados para modificar la geometría de flanco de diente predefinida dependiendo de la geometría de flanco de diente predefinida, puede calcularse una geometría de flanco de diente modificada o cambiada, generándose, de acuerdo con la invención, los datos de control entonces a partir de la geometría de flanco de diente modificada.

10 Por lo tanto, se produce la ventaja de que el mecanizado de la pieza de trabajo en la máquina-herramienta a partir de los datos de control se lleva a cabo ya correspondientemente a la geometría de flanco de diente modificada, de manera que la pieza de trabajo acabada tras el mecanizado en la máquina-herramienta para elaborar el/los flanco(s) de diente presenta ya un flanco de diente o flancos de diente con una geometría de flanco de diente real correspondientemente a la geometría de flanco de diente modificada. Consecuentemente, la pieza de trabajo  
15 acabada presenta tras el mecanizado entonces ya uno o varios dientes con uno o dos flancos de diente modificados, de manera que la pieza de trabajo presenta tras el mecanizado ya un diente o varios dientes con el bombeado longitudinal deseado. No son necesarios procesamientos posteriores complicados y que requieren mucho tiempo del/de los flanco(s) del diente o de los dientes, por ejemplo, para elaborar posteriormente un bombeado longitudinal. Más bien, el diente o los dientes puede(n) elaborarse de manera ventajosa directamente a partir de los datos de control de tal manera que sin procesamiento posterior necesario se consiga ya un bombeado longitudinal deseado  
20 del diente o de los dientes. El término «bombeado longitudinal» de un diente del dentado de engranaje recto significa, en este sentido, que el diente del dentado de engranaje recto presenta una anchura del diente que se modifica, por ejemplo, por que el diente presenta una anchura del diente que se estrecha respecto a uno o los dos lados exteriores.

25 Por lo tanto, la presente invención posibilita de modo sencillo y eficiente cambiar o modificar una geometría de flanco de diente de un diente de un dentado de engranaje recto que corresponde a una geometría de flanco de diente matemáticamente exacta o teóricamente exacta, ya antes de generar los datos de control, por ejemplo, dependiendo de un bombeado longitudinal deseado.

30 Por lo tanto, puede aumentarse o ampliarse significativamente la versatilidad y las posibilidades de aplicación del procedimiento recientemente desarrollado para producir una pieza de trabajo que presenta un dentado en una máquina-herramienta de control numérico, que comprende al menos 5 ejes, por el recorrido sucesivo, en particular contorneado línea por línea, de trayectorias de mecanizado en filas en el flanco de diente o el mecanizado contorneado línea por línea del flanco de diente con una herramienta de fresado como, por ejemplo, una fresa frontal  
35 o herramienta de fresado similar.

En particular, la producción de dentado recto puede mejorarse, simplificarse y ampliarse significativamente en el ámbito de aplicación en comparación con procedimientos mediante las máquinas de dentado especiales conocidas hasta el momento como, por ejemplo, fresadoras por generación o máquinas de rectificación por generación, puesto  
40 que la producción de una geometría de flanco de diente modificada, que ya tiene en cuenta el bombeado longitudinal deseado, puede efectuarse directamente a partir de los datos de control generados de acuerdo con la invención. En el caso de los procedimientos convencionales descritos anteriormente de máquinas de dentado especiales como, por ejemplo, fresadoras por generación o máquinas de rectificación por generación, se predefine una forma de perfil del diente fundamentalmente por la forma de herramienta y para configurar un flanco de diente solo se recorre una trayectoria de mecanizado (dado el caso, múltiples veces), mediante lo cual está limitado el modelado de un diente con bombeado longitudinal y, dado el caso, es necesario un mecanizado posterior complicado y costoso del flanco de diente.  
45

Preferentemente, la etapa de generar datos de control comprende el cálculo de un modelo de la geometría de flanco de diente modificada a partir de la geometría de flanco de diente predefinida y de los parámetros fijados, en particular preferentemente el cálculo de un modelo del diente del dentado de engranaje recto a partir de la geometría de flanco de diente predefinida y de los parámetros fijados.  
50

Esto tiene la ventaja de que está presente o se calcula un modelo de la geometría de flanco de diente modificada, que difiere del modelo de una geometría de flanco de diente matemáticamente exacta o teórica correspondientemente a los parámetros fijados para modificar la geometría de flanco de diente predefinida, pudiendo generarse a partir del modelo de la geometría de flanco de diente modificada, de manera sencilla y, dado el caso, automatizada, datos de control como, por ejemplo, un programa de control numérico o partes de un programa de control numérico, a partir del modelo de la geometría de flanco de diente modificada.  
55  
60

Preferentemente, los parámetros para modificar la geometría de flanco de diente predefinida se fijan de tal manera que resulta un diente, que presenta la geometría de flanco de diente modificada, con el bombeado longitudinal deseado.

65 Dado que la fijación de parámetros para modificar la geometría de flanco de diente predefinida comprende una fijación de un respectivo parámetro de destalonado en una o varias posiciones de destalonado fijadas en el al menos

un flanco de diente de la geometría de flanco de diente predefinida, tiene la ventaja de que, para generar los datos de control para configurar un flanco de diente con el bombeado longitudinal deseado de manera sencilla únicamente tienen que indicarse, predefinirse o fijarse respectivos parámetros de destalonado en una o varias posiciones de destalonado fijadas para predefinir el bombeado longitudinal deseado para generar los datos de control que tienen en cuenta el bombeado longitudinal deseado.

Preferentemente, la una o varias posiciones de destalonado están fijadas o dispuestas en una línea de flanco de diente en al menos un flanco de diente, correspondiendo la línea de flanco de diente a una línea de corte entre una superficie de corte a través del diente y el al menos un flanco de diente de la geometría de flanco de diente predefinida.

Por lo tanto, esto tiene la ventaja de que la una o varias posiciones de destalonado en el flanco de diente están dispuestas o fijadas en una línea de flanco de diente definida y, consecuentemente, permiten fijar o predefinir el bombeado longitudinal al predefinir parámetros de destalonado en posiciones a lo largo de una línea de flanco de diente, en particular preferentemente a lo largo de una línea de flanco de diente que se extiende a lo largo del al menos un flanco de diente en la dirección de la profundidad del diente.

Preferentemente, la superficie de corte a través del diente es un plano de corte a través del diente, en particular un plano de sección horizontal a través del diente. Preferentemente, el plano de sección es tangente al círculo primitivo del dentado de engranaje recto. Preferentemente, el plano de sección es tangente al círculo primitivo en particular en un punto central del plano de sección.

Por lo tanto, se produce la ventaja de que los parámetros de destalonado se predefinen a lo largo de una línea de flanco de diente que se extiende a lo largo del al menos un flanco de diente en la dirección de la profundidad del diente, a este respecto, fundamentalmente en la dirección de la profundidad del diente, presenta una distancia constante respecto a la base del diente o cabeza del diente y, además, presenta una distancia idéntica respecto a la cabeza del diente y a la base del diente. Por lo tanto, los parámetros de destalonado pueden fijarse fundamentalmente de manera centrada en el flanco de diente fundamentalmente a la mitad de la altura del diente, es decir, en particular cerca o a la altura del círculo primitivo del diente del dentado de engranaje recto.

Según un ejemplo de realización ventajoso alternativo, la superficie de corte se extiende a lo largo de una superficie cilíndrica, cuyo eje central está orientado preferentemente de manera coaxial con respecto al eje de giro del dentado de engranaje recto. Preferentemente, la superficie de corte se extiende a lo largo del círculo primitivo del diente.

En este ejemplo de realización alternativo, se posibilita ventajosamente que las posiciones de destalonado en las que se fijan los parámetros de destalonado puedan fijarse exactamente a la mitad de la altura del diente, puesto que las posiciones de destalonado pueden definirse o fijarse precisamente a la altura del círculo primitivo. Además, las posiciones de destalonado en el flanco de diente se fijan a una altura constante, es decir, distanciadas respecto a la base del diente o respecto a la cabeza del diente, en particular a la mitad de la altura entre la base del diente y la cabeza del diente.

Preferentemente, la una o varias posiciones de destalonado están fijadas fundamentalmente a la altura del círculo primitivo del diente.

Preferentemente, el procedimiento comprende la otra etapa de fijar una o varias posiciones de destalonado a la geometría de flanco de diente predefinida.

Esto tiene la ventaja de que puede conseguirse una flexibilidad adicional, puesto que se posibilita no solo el valor del destalonado del flanco de diente para configurar el bombeado longitudinal al fijar los parámetros de destalonado, sino que puede fijarse la disposición de las posiciones de destalonado en la geometría de flanco de diente predefinida.

Si las posiciones de destalonado se fijan o disponen en una línea de flanco de diente, puede llevarse a cabo la etapa de fijar la una o varias posiciones de destalonado al fijar respectivos parámetros individuales por posición de destalonado, por ejemplo, al fijar respectivos parámetros que describen las distancias de la respectiva posición de destalonado respecto a una posición de destalonado adyacente o respecto al borde del flanco de diente.

Preferentemente, la geometría de flanco de diente modificada está reducida en comparación con la geometría de flanco de diente predefinida en cada una de las una o varias posiciones de destalonado fijadas correspondientemente al respectivo parámetro de destalonado fijado. Por lo tanto, por la definición de un destalonado del flanco de diente o geometría de flanco de diente en las posiciones de destalonado es posible predefinir un bombeado longitudinal de acuerdo con el bombeado longitudinal deseado.

Preferentemente, la geometría de flanco de diente predefinida se modifica de tal manera que el perfil de diente del flanco de diente está desplazado en la una o las varias posiciones de destalonado por la rotación del perfil de diente alrededor del eje central del dentado de engranaje recto correspondientemente al respectivo parámetro de

destalonado fijado.

Esto tiene la ventaja de que, por la indicación o fijación de un parámetro de destalonado en una posición de destalonado, puede determinarse ya la modificación de todo el perfil de diente en esta posición de destalonado al rotarse el perfil de diente en esta posición de destalonado correspondientemente al respectivo parámetro de destalonado fijado alrededor del eje central del dentado de engranaje recto, con el fin de desplazar correspondientemente el perfil en esta posición para modificar la geometría de flanco de diente.

Por lo tanto, la geometría de flanco de diente modificada se produce por los perfiles desplazados en la una o las varias posiciones de destalonado por la rotación del respectivo perfil de diente alrededor del eje central del dentado de engranaje recto correspondientemente al respectivo parámetro de destalonado fijado, interpolándose entre las posiciones de destalonado individuales preferentemente una geometría de flanco de diente homogénea y continua, de tal manera que siempre se produzcan transiciones ventajosamente tangenciales homogéneas o continuas en las posiciones de destalonado.

Esto tiene la ventaja de que por la indicación o fijación de menos parámetros de destalonado en posiciones de destalonado fijadas, puede facilitarse un algoritmo en el que el perfil de flanco de diente se desplace en las posiciones de destalonado por rotación sencilla, y pueda predefinirse por toda la geometría de flanco de diente tras la modificación, por lo tanto, solo por pocos parámetros correspondientemente a un bombeado longitudinal deseado. Por ejemplo, por la fijación sencilla de parámetros de destalonado en posiciones de destalonado que están dispuestas solo a la altura del círculo primitivo puede determinarse ya de modo sencillo el destalonado a lo largo de todo el perfil de diente.

Preferentemente, el procedimiento comprende la etapa adicional de representar un modelo de la geometría de flanco de diente modificada.

Esto tiene la ventaja de que puede comprobarse ópticamente la geometría de flanco de diente modificada, con el fin de fijar los parámetros de destalonado que van a corregirse, dado el caso, en etapas adicionales aún antes de generar los datos de control a partir del modelo calculado o fijar posiciones de destalonado corregidas, hasta que el modelo representado de la geometría de flanco de diente modificada corresponda a una geometría de flanco de diente modificada deseada, es decir, correspondientemente al bombeado longitudinal deseado, antes de que puedan generarse los datos de control a partir de la geometría de flanco de diente modificada deseada con bombeado longitudinal deseado.

Preferentemente, la etapa comprende predefinir una geometría de flanco de diente predefinida de datos de información de dentado y calcular la geometría de flanco de diente predefinida a partir de los datos de información de dentado predefinidos.

Preferentemente, los datos de información de dentado comprenden datos que indican un tamaño y forma de la pieza de trabajo, datos que indican una forma de dentado, en particular una forma de dentado de las formas de dentado dentado recto, dentado helicoidal y dentado curvo, datos que indican una forma de perfil de flanco de diente, en particular una forma de perfil de flanco de diente a partir de las formas de perfil de flanco de diente perfil de evolvente, perfil cicloidal, y perfil de arco circular, datos que indican un tamaño y forma de una geometría de diente del dentado, y/o datos que indican un número de los dientes del dentado.

Esto tiene la ventaja de que la geometría de flanco de diente predefinida puede predefinirse de modo sencillo al predefinir datos de información de dentado, teniendo que predefinirse o fijarse solo pocos datos de información de dentado para predefinir la geometría de flanco de diente predefinida. Por ejemplo, los datos de información de dentado pueden comprender datos que indican el tamaño y la forma de la pieza de trabajo. Además, pueden predefinirse datos de información de dentado que comprenden datos que indican el tipo de dentado deseado, por ejemplo, si debería producirse un dentado recto, dentado helicoidal, dentado curvo o dentado espiral. Además, en los datos de información de dentado pueden estar contenidos datos que indican una forma de perfil de flanco de diente deseada, dado el caso, matemáticamente exacta, en particular, por ejemplo, una forma de perfil de evolvente, una forma de perfil cicloidal o una forma de perfil de arco circular. Además, los datos de información de dentado pueden contener datos que indican un tamaño y forma de la geometría de diente del dentado, y/o datos que indican un número de los dientes del dentado de engranaje recto.

En particular, los datos de información de dentado indican preferentemente datos que posibilitan calcular la geometría de flanco de diente deseada y matemáticamente exacta, en particular por el cálculo de un modelo de la geometría de flanco de diente predefinida o incluso por el cálculo de un modelo de la pieza de trabajo acabada con dentado de engranaje recto, que presenta uno o varios dientes, con la geometría de flanco de diente predefinida.

De acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención, se propone un procedimiento para generar datos de control para elaborar una pieza de trabajo que presenta un dentado, que comprende las etapas: predefinir datos de información de dentado, calcular un modelo de la pieza de trabajo a partir de los datos de información de dentado predefinidos, que comprende la etapa de calcular una geometría de flanco de diente predefinida a partir de los datos

de información de dentado predefinidos, y generar datos de control para elaborar la pieza de trabajo, que comprende la etapa de generar datos de control para configurar un diente de un dentado de engranaje recto en la pieza de trabajo de acuerdo con un procedimiento del primer aspecto descrito anteriormente, preferentemente incluyendo uno o varios de los aspectos preferentes descritos anteriormente.

5 De acuerdo con un tercer aspecto de la presente invención, se propone un dispositivo para generar datos de control para configurar un diente de un dentado de engranaje recto por mecanizado de fresado de una pieza de trabajo en una máquina-herramienta de control numérico, que comprende al menos 5 ejes, en particular en una máquina-herramienta universal como, por ejemplo, en una fresadora, en una fresadora universal o en un centro de mecanizado, por el recorrido sucesivo de trayectorias de mecanizado con una herramienta de fresado de la máquina-herramienta a partir de los datos de control generados de acuerdo con un procedimiento del primer aspecto descrito anteriormente, preferentemente incluyendo uno o varios de los aspectos preferentes descritos anteriormente. El dispositivo comprende un primer medio de entrada para predefinir una geometría de flanco de diente de al menos un flanco de diente del diente del dentado de engranaje recto, un segundo medio de entrada para fijar parámetros para modificar la geometría de flanco de diente predefinida dependiendo de un bombeado longitudinal deseado del diente, y un medio de generación de datos de control para generar datos de control a partir de una geometría de flanco de diente modificada dependiendo de los parámetros fijados.

20 De acuerdo con un cuarto aspecto de la presente invención, se propone un dispositivo para generar datos de control para elaborar una pieza de trabajo que presenta un dentado, con un medio de entrada para predefinir datos de información de dentado, un medio de cálculo de modelo para calcular un modelo de la pieza de trabajo a partir de los datos de información de dentado predefinidos, que comprende calcular una geometría de flanco de diente predefinida a partir de los datos de información de dentado predefinidos, y un medio de generación de datos de control para generar datos de control para elaborar la pieza de trabajo, que comprende generar datos de control para configurar un diente de un dentado de engranaje recto en la pieza de trabajo de acuerdo con un procedimiento del primer aspecto descrito anteriormente, preferentemente incluyendo uno o varios de los aspectos preferentes descritos anteriormente.

30 Las formas de realización descritas en lo sucesivo se refieren al dispositivo descrito anteriormente de acuerdo con el tercer o cuarto aspecto de la presente invención.

35 Preferentemente, el dispositivo comprende un medio de cálculo de modelo para calcular un modelo de la geometría de flanco de diente modificada a partir de la geometría de flanco de diente predefinida y de los parámetros fijados, en particular para calcular un modelo del diente del dentado de engranaje recto a partir de la geometría de flanco de diente predefinida y de los parámetros fijados.

Preferentemente, el dispositivo comprende además un tercer medio de entrada para fijar una o varias posiciones de destalonado a la geometría de flanco de diente predefinida.

40 Preferentemente, el dispositivo comprende además un medio de representación de modelo para representar un modelo de la geometría de flanco de diente modificada. Preferentemente, el medio de representación está configurado además para representar un modelo de la geometría de flanco de diente predefinida, representar una geometría de pieza sin mecanizar de la pieza de trabajo, que indica una geometría de una pieza sin mecanizar de la pieza de trabajo antes de elaborar el dentado de engranaje recto, y/o representar una geometría de pieza acabada de la pieza de trabajo, que indica una geometría de una pieza acabada de la pieza de trabajo después de elaborar el dentado de engranaje recto.

50 Preferentemente, el dispositivo comprende el medio de entrada para predefinir o fijar los datos de información de dentado o, preferentemente, el primer medio de entrada comprende además medios de entrada para predefinir datos que indican un tamaño y forma o geometría de la pieza de trabajo; medios de entrada para predefinir datos que indican una forma de dentado, en particular una forma de dentado de las formas de dentado dentado recto, dentado helicoidal, dentado curvo o dentado espiral; medios de entrada para predefinir datos que indican una forma de perfil de flanco de diente, en particular una forma de perfil de flanco de diente a partir de las formas de perfil de flanco de diente perfil de evolvente, perfil cicloidal y perfil de arco circular; medios de entrada para predefinir datos que indican un tamaño y forma de una geometría de diente del dentado; y/o medios de entrada para predefinir datos que indican un número de los dientes del dentado de engranaje recto.

60 De acuerdo con un quinto aspecto de la presente invención, se propone una máquina-herramienta de control numérico, que comprende al menos 5 ejes, en particular fresadora, fresadora universal o centro de mecanizado, para el mecanizado de fresado de una pieza de trabajo por el recorrido sucesivo de trayectorias de mecanizado con una herramienta de fresado de la máquina-herramienta a partir de los datos de control generados, que comprende un dispositivo para generar datos de control de acuerdo con el tercer o cuarto aspecto.

65 De acuerdo con un sexto aspecto de la presente invención, se propone un producto de programa informático, que comprende un medio legible por ordenador y un programa informático almacenado en este, estando almacenado el programa informático en la forma de una secuencia de estados, que corresponde a comandos que están

configurados para procesarse por un medio de procesamiento de datos de un equipo de procesamiento de datos, de manera que se forma un dispositivo para generar datos de control de acuerdo con el tercer o cuarto aspecto.

**Breve descripción de las figuras**

- 5 La fig. 1 muestra una representación esquemática ejemplar de un diente de un dentado de engranaje recto en una pieza de trabajo.
- 10 La fig. 2 muestra, de manera ejemplar, una sección transversal del diente de la fig. 1.
- La fig. 3 muestra esquemáticamente, de manera ejemplar, una vista de una superficie de corte a través del diente a lo largo de la superficie de corte A-A de la fig. 2.
- 15 La fig. 4 muestra esquemáticamente, de manera ejemplar, una vista de sección transversal del diente para ilustrar el desplazamiento del perfil de diente de acuerdo con un ejemplo de realización de la presente invención.
- La fig. 5 muestra esquemáticamente, de manera ejemplar, una vista de sección transversal del diente para ilustrar el desplazamiento del perfil de diente de acuerdo con otro ejemplo de realización de la presente invención.
- 20 La fig. 6 ilustra un desplazamiento rotativo de un perfil de diente de acuerdo con un ejemplo de realización de la invención.
- 25 Las fig. 7A y 7B ilustran, de manera ejemplar, un desplazamiento vertical de un perfil de diente en la dirección de la altura del diente de acuerdo con un ejemplo de realización de la invención.
- La fig. 8A muestra esquemáticamente un dispositivo para generar datos de control según un ejemplo de realización de la presente invención.
- 30 La fig. 8B muestra esquemáticamente un medio de entrada del dispositivo de la fig. 8A.

**Descripción detallada de ejemplos de realización preferentes de la presente invención**

- 35 En lo sucesivo, se describen detalladamente ejemplos de realización preferentes de la presente invención con referencia a las figuras adjuntas. Sin embargo, la presente invención no está limitada a los ejemplos de realización descritos. La presente invención está definida por el alcance de las reivindicaciones. Características idénticas o similares de los ejemplos de realización se caracterizan en las figuras con las mismas referencias.
- 40 La fig. 1 muestra esquemáticamente un diente 1 ejemplar de un dentado de engranaje recto de una pieza de trabajo que va a fabricarse, en este caso, a modo de ejemplo, un dentado recto. El diente 1 en la fig. 1 presenta una base del diente 1a, una cabeza del diente 1b y flancos de diente, en particular flanco de diente 1c, extendiéndose entre la cabeza del diente 1b y la base del diente 1a el flanco de diente 1c en el que se desenrolla el flanco contrario del engranaje recto contrario durante el funcionamiento posterior del engranaje recto. El flanco de diente 1c también se denomina a menudo el área de dentado activo del lado del diente 1.
- 45 En este sentido, el flanco de diente 1c en la fig. 1 corresponde a modo de ejemplo al área del diente 1 que presenta un perfil de flanco de diente exacto correspondientemente a una geometría de flanco de diente predefinida matemáticamente. En las áreas de la cabeza del diente 1b y de la base del diente 1a, la forma del diente 1 puede diferir de la geometría de flanco de diente predefinida o del perfil de flanco de diente predefinido, de manera que esta
- 50 área no se cuenta en lo sucesivo entre el flanco de diente 1c, puesto que, en lo sucesivo, se parte de la base de que el flanco de diente 1c en el perfil presenta el perfil de flanco de diente predefinido de dentado activo.
- En diente 1 presenta, en la fig. 1, el flanco de diente con una geometría de flanco de diente predefinida antes de modificar la geometría de flanco de diente. En particular, el flanco de diente 1c presenta por toda la profundidad del
- 55 diente 1 la misma forma de perfil de diente matemáticamente exacta, en este caso, a modo de ejemplo, un perfil de evolvente. La anchura del diente del diente 1 en la fig. 1 es constante por toda la profundidad del diente, es decir, el diente 1 en la fig. 1 aún no presenta ningún bombeado longitudinal.
- Es posible calcular un modelo geométrico del flanco de diente 1c de un dentado de engranaje recto, por ejemplo, mediante un sistema CAD, siempre que se predefinan o fijen datos de información de dentado necesarios. Para ello, pueden necesitarse en particular los siguientes datos para poder calcular un modelo matemático o numérico del flanco de diente 1c:
- 60
- datos que indican un tamaño y forma de toda la pieza de trabajo antes y/o después del mecanizado (por ejemplo, datos para calcular una geometría de pieza sin mecanizar y/o de pieza acabada o un modelo de una geometría de pieza sin mecanizar y/o de pieza acabada),
- 65

- datos que indican un tipo de dentado, en particular, por ejemplo, una forma de dentado de las formas de dentado posibles dentado recto, dentado helicoidal, dentado curvo, dentado espiral, u otros,
- 5 • datos que indican una forma de perfil de flanco de diente, en particular, por ejemplo, una forma de perfil de flanco de diente de las formas de perfil de flanco de diente perfil de evolvente, perfil cicloidal, y perfil de arco circular, u otros,
- datos que indican un tamaño y/o forma de una geometría de diente del dentado, en particular, por ejemplo, altura del diente, anchura del diente, o parámetros similares, y/o
- 10 • datos que indican un número de los dientes del dentado.

15 A causa de los datos mencionados anteriormente, es posible entonces, de manera sencilla, calcular un modelo matemáticamente exacto de una pieza de trabajo que presenta un dentado, con flancos de diente o un flanco de diente 1c, que corresponda a una geometría de flanco de diente matemática exacta, que presente en particular en el perfil precisamente la forma de perfil de flanco de diente predefinida, por ejemplo, una forma de perfil de evolvente.

20 A partir de un modelo calculado de este tipo, por ejemplo, un modelo calculado mediante un sistema CAD, es posible, además, calcular datos de trayectoria a partir del modelo, por ejemplo, para generar un programa de control numérico o partes de un programa de control numérico, por ejemplo, mediante un sistema CAM (siglas en inglés de «fabricación asistida por ordenador») o CAD/CAM, que están comprendidas en datos de control, mediante los cuales puede controlarse una herramienta como, por ejemplo, una fresa frontal u otra, en una máquina-herramienta de control numérico, que presenta 5 ejes, por ejemplo, una fresadora, una fresadora universal o un centro de mecanizado, con el fin de elaborar el flanco de diente 1c en la procedimiento por el desplazamiento sucesivo, en particular de contorneado línea por línea, de la herramienta de fresado a lo largo de las trayectorias de mecanizado sucesivas o en filas. En este sentido, debe remitirse en particular a la enseñanza del documento DE 10 2009 008 25 124, en el que está descrito cómo pueden generarse preferentemente dichas trayectorias de mecanizado a partir de una geometría de flanco de diente predefinida.

30 Sin embargo, de acuerdo con la invención, ahora está previsto no generar los datos de control a partir de un modelo de una geometría de flanco de diente predefinida que presenta una forma de perfil de flanco de diente o geometría de flanco de diente matemáticamente exacta, sino que más bien, de acuerdo con la invención, está previsto cambiar o modificar el modelo de la geometría de flanco de diente o la geometría de flanco de diente predefinida antes o durante la generación de los datos de control, con el fin de modelar ventajosamente un bombeado longitudinal del diente aún antes del primer mecanizado de la pieza de trabajo. Por lo tanto, puede conseguirse de manera sencilla y 35 eficiente un bombeado longitudinal deseado determinado sin que la pieza de trabajo tenga que someterse a un procesamiento posterior complicado y que requiere mucho tiempo tras el mecanizado en la máquina-herramienta para modelar el bombeado longitudinal.

40 El modelado del bombeado longitudinal o la modificación de la geometría de flanco de diente predefinida para modelar un bombeado longitudinal se explica en lo sucesivo con referencia a las figuras 1 a 5 de acuerdo con ejemplos de realización ejemplares de la presente invención.

45 En la fig. 1, el diente 1 presenta una altura del diente 1f, estando definido a la mitad de la altura de la altura del diente 1f el círculo primitivo 1d, que corresponde, por lo tanto, a un círculo alrededor del eje central del dentado de engranaje recto, con el radio correspondientemente a la suma del radio del cuerpo base del engranaje recto más la mitad de la altura del diente 1f del diente 1. A la altura del círculo primitivo está representada en el diente una superficie de corte 1e, que corresponde, a modo de ejemplo, a una superficie de corte a través del diente 1 a lo largo de una superficie cilíndrica a la altura del círculo primitivo, estando orientado el eje central de la superficie cilíndrica coaxialmente con respecto al eje de giro del dentado de engranaje recto. Por lo tanto, en este ejemplo de realización 50 de la presente invención, la superficie de corte 1e se extiende a lo largo del círculo primitivo 1d. Sin embargo, la presente invención no está limitada a superficies de corte cilíndricas; véase, por ejemplo, el ejemplo de realización que se describe en lo sucesivo con referencia a la fig. 5.

55 La superficie de corte 1e define, con el flanco de diente 1c, una línea de flanco 7 recta a la altura del círculo primitivo 1d, es decir, a la mitad de la altura entre la base del diente 1a y la cabeza del diente 1b.

60 La fig. 2 muestra esquemáticamente, de manera ejemplar, una sección transversal a través del diente 1 de la fig. 1. En este sentido, se trata del diente 1 con un flanco de diente 1c correspondientemente a la geometría de flanco de diente predefinida. La referencia 1g designa el transcurso del cuerpo base del engranaje recto, es decir, el círculo a la altura de las respectivas bases del diente 1a. Está representado asimismo el flanco de diente 1c' opuesto al flanco de diente 1c del mismo diente 1.

65 Fig. 3 muestra esquemáticamente, de manera ejemplar, una vista de la superficie de corte 1e a lo largo de la superficie de corte A-A en la fig. 2, que, en este caso, a modo de ejemplo, no corresponde a ninguna recta, sino a un arco circular a lo largo del círculo primitivo.

En la línea de flanco 7 están fijadas posiciones de destalonado 2a, 2b, 2c, 2d, 2e, 2f y 2g. Estas pueden prefijarse o predefinirse asimismo por un usuario al introducirse parámetros para predefinir las posiciones de destalonado a lo largo de la línea de flanco de diente 7. Estas pueden ser, por ejemplo, las distancias entre las posiciones de destalonado 2a a 2g respecto a posiciones de destalonado adyacentes, o las respectivas distancias respecto a los  
5 lados exteriores de la línea de flanco de diente 7, es decir, respecto a las posiciones de destalonado 2a o 2g.

En las respectivas posiciones de destalonado 2a a 2g están fijados o predefinidos respectivos parámetros de destalonado 3a a 3g, que predefinen o fijan un destalonado del flanco de diente o de la línea de flanco de diente 7 a la altura del círculo primitivo.

Por lo tanto, a la altura del círculo primitivo se produce un destalonado predefinido correspondientemente a la línea de flanco 8. En este sentido, la línea de flanco 8 es preferentemente una curva interpolada a través de los puntos definidos por los parámetros de destalonado, de manera que las transiciones discurren de modo homogéneamente continuo y en particular tangencialmente.

Análogamente, en el lado opuesto en el flanco de diente 1c' a lo largo de la línea de flanco de diente 7' están fijadas posiciones de destalonado 2a' a 2g', en las cuales vuelven a estar fijados o predefinidos respectivos parámetros de destalonado 3a' a 3g'. Por lo tanto, en este caso también se producen puntos para una línea de flanco de diente 8' modificada y reducida correspondientemente a los parámetros de destalonado.

A la altura del círculo primitivo, las líneas de flanco de diente 8 y 8' así obtenidas definen el trascurso de la geometría de flanco de diente modificada. Por lo tanto, según este ejemplo de realización de la presente invención, a la altura del círculo primitivo únicamente se fijan parámetros para modificar la geometría de flanco de diente. La modificación de toda la geometría de flanco de diente se realiza de manera sencilla y eficiente por un algoritmo, como se explica en lo sucesivo con referencia a la fig. 4.

La fig. 4 muestra esquemáticamente otra vista de perfil del diente 1 a lo largo de la línea de corte B-B en la fig. 3.

Como ya está mostrado en la fig. 3, el destalonado de los respectivos flancos de diente 1c y 1c' se define o predefine, a modo de ejemplo, a la altura del círculo primitivo por la fijación de los parámetros de destalonado 3b y 3b' a las posiciones de destalonado 2b y 2b' fijadas. Están representados asimismo los puntos de intersección de las líneas de flanco 7, 8, 7' y 8'.

La referencia 4 caracteriza el perfil de flanco de diente del flanco de diente 1c y la referencia 4' caracteriza el perfil de flanco de diente del flanco de diente 1c'.

La geometría de flanco de diente modificada de los flancos de diente 1c y 1c' se obtiene ahora al rotarse o desplazarse de manera rotativa los perfiles de flanco de diente 4 y 4' correspondientemente a los parámetros de destalonado 3b y 3b', fijados en las posiciones de destalonado 2b y 2b', en la dirección de las flechas en la fig. 4 por la rotación alrededor del eje central del dentado de engranaje recto hasta que los respectivos perfiles de flanco de diente discurren por las líneas de flanco de diente 8 u 8' modificadas.

Por lo tanto, por el desplazamiento rotatorio sencillo del perfil en las posiciones de destalonado, puede desplazarse todo el perfil de modo sencillo por la indicación de un respectivo parámetro de destalonado.

Por la rotación o el desplazamiento rotatorio del perfil de flanco de diente, se produce en particular la ventaja de que es óptimo además un comportamiento de marcha posterior del engranaje recto a pesar de la elaboración del bombeado longitudinal. En caso de menor carga, los dientes del dentado de engranaje recto ruedan respectivamente solo a lo largo de una línea en el perfil de flanco de diente, que corresponde a la posición de la rotación más pequeña o del parámetro de destalonado más pequeño. En el caso de carga en aumento, el flanco de diente se deforma en general de manera correspondiente a la carga, entrando en contacto las secciones de perfil de flanco de diente rotadas, que corresponden a mayores parámetros de destalonado, con la contrarrueda por la deformación. A causa de del desplazamiento rotatorio de acuerdo con la fig. 4, en este sentido queda garantizado ventajosamente, además, una rodadura o comportamiento de rodadura óptimo de los engranajes rectos a pesar del bombeado longitudinal.

A modo de ejemplo, en este ejemplo de realización los parámetros de destalonado se fijan a la altura del círculo primitivo. Sin embargo, la presente invención no está limitada a que los parámetros de destalonado se fijan a la altura del círculo primitivo; más bien, los parámetros de destalonado pueden fijarse en posiciones de destalonado a otra altura, en particular, por ejemplo, a la altura de la base del diente o a la altura de la cabeza del diente.

La fig. 5 muestra un ejemplo de realización alternativo al ejemplo de realización de acuerdo con la fig. 4. La fig. 5 muestra, de manera ejemplar, una sección transversal a través de un diente 1, siendo la superficie de corte 1e, que define, junto con el flanco de diente 1c, la línea de flanco 7 y, con el flanco de diente 1c, la línea de flanco de diente 7', un plano de corte, que es tangente de manera centrada al círculo primitivo en un punto 6 y, por lo tanto, horizontal, es decir, discurre a una altura constante a través del diente 1.

Como es evidente en la fig. 5, en este sentido, las posiciones de destalonado 2b y 2b' no están exactamente a la altura del círculo primitivo, sino que todavía se definen fundamentalmente a la altura del círculo primitivo. El algoritmo para el desplazamiento rotatorio del perfil de flanco de diente en las respectivas posiciones de destalonado se realiza análogamente al ejemplo de realización anterior de acuerdo con la fig. 4.

5 La fig. 6 ilustra un desplazamiento rotativo de un perfil de diente de acuerdo con un ejemplo de realización de la invención, como está previsto, por ejemplo, en el caso de los desplazamientos de perfil de acuerdo con la fig. 4 y la fig. 5. La denominación 1g designa la línea exterior del cuerpo base cilíndrico de un modelo de un engranaje recto y 1d designa el círculo primitivo del dentado de engranaje recto que va a fabricarse. En una posición de  
10 destalonado 2b, en este caso, análogamente a la fig. 4, a modo de ejemplo, a la altura del círculo primitivo, se predefine o fija un destalonado del flanco de diente 1c por un parámetro de destalonado 3b. La modificación de la geometría de flanco de diente en la posición de destalonado 2b se efectúa ahora por el desplazamiento rotatorio descrito anteriormente del perfil de diente alrededor del eje central 1h del dentado de engranaje recto o del engranaje recto correspondientemente al parámetro de destalonado 3b predefinido.

15 Anteriormente, se describieron ejemplos de realización de la presente invención que ilustran un desplazamiento «lateral» del perfil de diente por la rotación del perfil alrededor del eje central del cuerpo base de engranaje recto en posiciones de destalonado fijadas correspondientemente al respectivo parámetro de destalonado fijado. Independientemente de esto o incluso adicionalmente a esto, es decir, independientemente o superpuesto al  
20 desplazamiento de perfil «lateral», puede realizarse además un desplazamiento del perfil de diente en la dirección vertical del diente, es decir, en la dirección de la altura del diente o radialmente respecto al eje central del cuerpo base de engranaje recto.

25 Las fig. 7A y 7B ilustran, de manera ejemplar, un desplazamiento vertical de este tipo de un perfil de diente en la dirección de la altura del diente de acuerdo con un ejemplo de realización de la invención. La fig. 7A muestra una vista frontal de un modelo de un flanco de diente 1c de un diente 1 de un dentado de engranaje recto (véase, por ejemplo, la fig. 1). El diente 1 presenta una altura del diente 1f. Las denominaciones 1a y 1b vuelven a designar la base del diente 1a y la cabeza del diente 1b. Para el desplazamiento vertical del perfil de diente, se fijan o predefinen ahora parámetros para modificar la geometría de flanco de diente predefinida. A modo de ejemplo, el flanco de  
30 diente 1c se divide mediante las líneas verticales L1 y L2 (o superficies de corte L1 y L2 perpendicularmente al plano de dibujo) en tres áreas B1, B2 y B3. La fig. 7B ilustra un desplazamiento vertical del perfil de diente por la especificación de un parámetro de altura H1 en los límites de las áreas B1 y B2 en L1 o B2 y B3 en L2. El perfil en el área central B2 se desplaza verticalmente por el parámetro de altura H1.

35 En las áreas B1 y B2, el perfil de diente se desplaza verticalmente de tal manera que la altura del diente disminuye hacia fuera, por ejemplo, correspondientemente a un arco circular (o a un arco elíptico o a una curva correspondientemente a una función matemática predefinida) que se convierte tangencialmente en los límites de área B1 a B2 en L1 o B3 a B2 en L2. Por lo tanto, se modifica el flanco de diente 1c y se produce una geometría de flanco de diente modificada. En el área sombreada en la fig. 7B por debajo del flanco de diente 1c modificado hasta  
40 la base del diente 1a, el diente 1 puede presentar cualquier geometría, por ejemplo, una continuación del perfil de diente o un radio que se fresa mediante una fresa frontal con radio final.

45 Como alternativa a la especificación de las posiciones de las transiciones de área B1 a B2 en L1 o B3 a B2 en L2 y del parámetro de altura H1, alternativamente también pueden predefinirse o fijarse un parámetro de radio (simétrico para las dos áreas B1 y B3) o dos parámetros de radio (asimétricos, es decir, independientemente para las áreas B1 y B3) para la reducción de altura de diente en forma de arco circular en las áreas B1 y B3, a través de los cuales puede fijarse el desplazamiento vertical del perfil correspondientemente a la fig. 7B.

50 La fig. 8A muestra esquemáticamente un dispositivo 200 para generar datos de control para fabricar una pieza de trabajo que presenta un dentado de engranaje recto o para generar datos de control según un ejemplo de realización de la presente invención. El dispositivo 200 es adecuado para generar datos de control para configurar un diente o un flanco de diente por mecanizado de fresado de una pieza de trabajo en una máquina-herramienta de control numérico, que comprende al menos 5 ejes, en particular, en una fresadora, en una fresadora universal o en un centro de mecanizado, por el recorrido sucesivo de trayectorias de mecanizado con una herramienta de fresado de  
55 la máquina-herramienta a partir de los datos de control generados. El dispositivo puede ser parte de la máquina-herramienta, es decir, puede estar comprendido en la máquina-herramienta, o puede estar unido a esta al menos de manera fija, o incluso puede facilitarse de manera separada de la máquina-herramienta.

60 El dispositivo puede estar formado por uno o varios medios de procesamiento de datos como, por ejemplo, por uno o varios ordenadores o medios de procesamiento de datos similares a ordenadores. El dispositivo 200 comprende un medio de entrada 210 para la entrada de datos, parámetros, informaciones o similares, en particular para predefinir datos de información de dentado, y un medio de cálculo de modelo 220 para calcular un modelo de la pieza de trabajo a partir de los datos de información de dentado predefinidos, en particular para calcular un modelo de una geometría de flanco de diente predefinida a partir de los datos de información de dentado predefinidos.

65 Además, el dispositivo 200 comprende un medio de generación de datos 230 para generar datos de control para

elaborar la pieza de trabajo, en particular para generar datos de control para configurar un diente de un dentado de engranaje recto en la pieza de trabajo en la máquina-herramienta de control numérico controlada mediante los datos de control.

5 Además, de acuerdo con este ejemplo de realización ejemplar, el dispositivo 200 comprende un medio de representación 240 para representar un modelo de la geometría de flanco de diente modificada, para representar un modelo de la geometría de flanco de diente predefinida, para representar una geometría de pieza sin mecanizar de la pieza de trabajo, que indica una geometría de una pieza sin mecanizar de la pieza de trabajo antes de elaborar el dentado de engranaje recto, y para representar una geometría de pieza acabada de la pieza de trabajo, que indica una geometría de una pieza acabada de la pieza de trabajo después de elaborar el dentado.

15 Además, el dispositivo 200 comprende un medio de interfaz 250, mediante el cual el dispositivo puede conectarse o unirse, por ejemplo, para transmitir los datos de control a la máquina-herramienta o al equipo de control de máquina-herramienta de la máquina-herramienta, por ejemplo, por conexión por cable o incluso por una conexión inalámbrica como, por ejemplo, WLAN. El medio de interfaz también puede ser adecuado para almacenar datos de control generados por el dispositivo 200 en un medio de almacenamiento, por ejemplo, en una memoria USB o en una tarjeta de memoria flash u otros medios de almacenamiento, pudiendo conectarse el medio de almacenamiento después a la máquina-herramienta para transmitir los datos de control a la máquina-herramienta.

20 Fig. 8B muestra esquemáticamente un ejemplo de realización ejemplar del medio de entrada 210 del dispositivo 200 de la fig. 8A. El medio de entrada 210 comprende un primer medio de entrada 211 para fijar o predefinir una geometría de flanco de diente (geometría de flanco de diente predefinida), un segundo medio de entrada 212 para fijar o predefinir parámetros de destalonado y un tercer medio de entrada 213 para fijar o predefinir posiciones de destalonado. En este sentido, el segundo y el tercer medio de entrada 212 y 213 forman el medio de entrada para fijar o predefinir parámetros para modificar la geometría de flanco de diente predefinida.

El primer medio de entrada para fijar o predefinir una geometría de flanco de diente predefinida o para fijar una geometría de pieza de trabajo completa comprende un medio de entrada 2111 para predefinir datos, que indican un tamaño y forma o geometría de la pieza de trabajo, un medio de entrada 2112 para predefinir datos que indican una forma de dentado del dentado de engranaje recto, en particular una forma de dentado de las formas de dentado dentado recto, dentado helicoidal, dentado curvo y dentado espiral, un medio de entrada 2113 para predefinir datos que indican una forma de perfil de flanco de diente, en particular una forma de perfil de flanco de diente a partir de las formas de perfil de flanco de diente perfil de evolvente, perfil cicloidal y perfil de arco circular, un medio de entrada 2114 para predefinir datos que indican un tamaño y forma de una geometría de diente del dentado, y un medio de entrada 2115 para predefinir datos que indican un número de los dientes del dentado.

A partir de las informaciones de dentado introducidas o predefinidas en el medio de entrada 210, el medio de cálculo de modelo 220 puede calcular un modelo de la pieza de trabajo con dentado y, en particular, un modelo de la geometría de flanco de diente o geometrías de flanco de diente predefinida(s) o modificada(s). A partir del modelo calculado, el medio de generación de datos 230 calcula datos de trayectoria para una herramienta de fresado para elaborar con fresado sucesivo o de contorneado línea por línea el flanco de diente del diente del dentado de engranaje recto correspondientemente a la geometría de flanco de diente modificada. Entonces, a partir de los datos de trayectoria calculados, es posible generar numérica o automáticamente los datos de control, por ejemplo, en la forma de un programa de control numérico o partes de un programa de control numérico.

45 En resumen, por la presente invención se mejora y se sigue simplificando el mecanizado o la producción de piezas de trabajo que presentan un dentado de engranaje recto y, además, se posibilita ampliar las posibilidades del mecanizado de fresado de una pieza de trabajo en una máquina-herramienta de control numérico, que comprenden al menos 5 ejes, como, por ejemplo, una fresadora, una fresadora universal o un centro de mecanizado. En particular, la presente invención posibilita facilitar un procedimiento y un dispositivo para generar datos de control que amplían significativamente las posibilidades del procedimiento recientemente desarrollado para producir una pieza de trabajo que presenta un dentado en una máquina-herramienta por el fresado sucesivo o contorneado línea por línea de un flanco de diente en la pieza de trabajo mediante una herramienta de fresado, como, por ejemplo, una fresa frontal o herramienta de fresado similar, a partir de los datos de control generados. Finalmente, la presente invención posibilita la producción de una pieza de trabajo que presenta un dentado de engranaje recto de tal manera que al menos un diente del dentado de engranaje recto de la pieza de trabajo pueda producirse de forma sencilla y eficiente con un bombeado longitudinal deseado, en particular sin un procesamiento posterior necesario.

## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para generar datos de control para configurar un diente, que presenta un bombeado longitudinal deseado, de un dentado de engranaje recto por mecanizado de fresado de una pieza de trabajo en una máquina-herramienta de control numérico, que comprende al menos 5 ejes, en particular en una máquina-herramienta universal, por el recorrido sucesivo de trayectorias de mecanizado con una herramienta de fresado de la máquina-herramienta a partir de los datos de control generados, con las etapas:
- predefinir una geometría de flanco de diente de al menos un flanco de diente del diente del dentado de engranaje recto,
  - fijar parámetros para predefinir una modificación de la geometría de flanco de diente predefinida dependiendo del bombeado longitudinal deseado del diente, comprendiendo la fijación de parámetros para modificar la geometría de flanco de diente predefinida una fijación de un respectivo parámetro de destalonado en una o varias posiciones de destalonado fijadas en el al menos un flanco de diente de la geometría de flanco de diente predefinida, y
  - generar datos de control a partir de una geometría de flanco de diente modificada dependiendo de los parámetros fijados, correspondiendo la geometría de flanco de diente modificada a una geometría de flanco de diente del diente que presenta el bombeado longitudinal deseado.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** la etapa de generar datos de control comprende el cálculo de un modelo de la geometría de flanco de diente modificada a partir de la geometría de flanco de diente predefinida y de los parámetros fijados, en particular el cálculo de un modelo del diente del dentado de engranaje recto a partir de la geometría de flanco de diente predefinida y de los parámetros fijados.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado por que** los parámetros para modificar la geometría de flanco de diente predefinida se fijan de tal manera que resulta un diente, que presenta la geometría de flanco de diente modificada, con el bombeado longitudinal deseado.
4. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la una o varias posiciones de destalonado están fijadas en una línea de flanco de diente en al menos un flanco de diente, correspondiendo la línea de flanco de diente a una línea de corte entre una superficie de corte a través del diente y el al menos un flanco de diente de la geometría de flanco de diente predefinida.
5. Procedimiento según la reivindicación 4, **caracterizado por que** la superficie de corte a través del diente es un plano de corte a través del diente, en particular un plano de sección horizontal a través del diente, o por que la superficie de corte se extiende a lo largo de una superficie cilíndrica, cuyo eje central está orientado coaxialmente con respecto al eje de giro del dentado de engranaje recto, extendiéndose la superficie de corte en particular a lo largo del círculo primitivo del diente.
6. Procedimiento según la reivindicación 5, **caracterizado por que** el plano de corte es tangente al círculo primitivo del dentado de engranaje recto, el círculo primitivo es tangente en particular en un punto central del plano de sección.
7. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado por que** la una o varias posiciones de destalonado están fijadas fundamentalmente a la altura del círculo primitivo del diente.
8. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado por** la otra etapa de fijar una o varias posiciones de destalonado a la geometría de flanco de diente predefinida.
9. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado por que** la geometría de flanco de diente modificada está reducida en comparación con la geometría de flanco de diente predefinida en cada una de las una o varias posiciones de destalonado fijadas correspondientemente al respectivo parámetro de destalonado fijado.
10. Procedimiento según la reivindicación 9, **caracterizado por que** la geometría de flanco de diente predefinida se modifica de tal manera que el perfil de diente del flanco de diente está desplazado en la una o las varias posiciones de destalonado por la rotación del perfil de diente alrededor del eje central del dentado de engranaje recto correspondientemente al respectivo parámetro de destalonado fijado.
11. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la etapa de predefinir una geometría de flanco de diente comprende:
- predefinir datos de información de dentado, y
  - calcular la geometría de flanco de diente predefinida a partir de los datos de información de dentado predefinidos,

comprendiendo los datos de información de dentado:

- datos que indican un tamaño y forma de la pieza de trabajo,
- datos que indican una forma de dentado, en particular una forma de dentado de las formas de dentado dentado recto, dentado helicoidal y dentado curvo,
- datos que indican una forma de perfil de flanco de diente, en particular una forma de perfil de flanco de diente a partir de las formas de perfil de flanco de diente evolvente, perfil cicloidal, y perfil de arco circular,
- datos que indican un tamaño y forma de una geometría de diente del dentado, y/o
- datos que indican un número de los dientes del dentado.

12. Procedimiento para generar datos de control para elaborar una pieza de trabajo que presenta un dentado, con las etapas:

- predefinir datos de información de dentado,
- calcular un modelo de la pieza de trabajo a partir de los datos de información de dentado predefinidos, que comprende la etapa de calcular una geometría de flanco de diente predefinida a partir de los datos de información de dentado predefinidos, y
- generar datos de control para elaborar la pieza de trabajo, que comprende la etapa de generar datos de control para configurar un diente de un dentado de engranaje recto en la pieza de trabajo de acuerdo con un procedimiento según al menos una de las reivindicaciones anteriores.

13. Dispositivo, que está configurado para generar datos de control para configurar un diente, que presenta un bombeado longitudinal deseado, de un dentado de engranaje recto por mecanizado de fresado de una pieza de trabajo en una máquina-herramienta de control numérico, que comprende al menos 5 ejes, en particular en una máquina-herramienta universal, por el recorrido sucesivo de trayectorias de mecanizado con una herramienta de fresado de la máquina-herramienta a partir de los datos de control de acuerdo con un procedimiento según al menos una de las reivindicaciones 1 a 12, con:

- un primer medio de entrada para predefinir una geometría de flanco de diente de al menos un flanco de diente del diente del dentado de engranaje recto,
- un segundo medio de entrada para fijar parámetros para predefinir una modificación de la geometría de flanco de diente predefinida dependiendo del bombeado longitudinal deseado del diente, y
- un medio de generación de datos de control para generar datos de control a partir de una geometría de flanco de diente modificada dependiendo de los parámetros fijados, correspondiendo la geometría de flanco de diente modificada a una geometría de flanco de diente del diente que presenta el bombeado longitudinal deseado.

14. Dispositivo para generar datos de control para elaborar una pieza de trabajo que presenta un dentado, con:

- un medio de entrada para predefinir datos de información de dentado,
- un medio de cálculo de modelo para calcular un modelo de la pieza de trabajo a partir de los datos de información de dentado predefinidos, que comprende calcular una geometría de flanco de diente predefinida a partir de los datos de información de dentado predefinidos, y
- un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 13.

15. Máquina-herramienta de control numérico, que comprende al menos 5 ejes, en particular máquina-herramienta universal, para el mecanizado de fresado de una pieza de trabajo por el recorrido sucesivo de trayectorias de mecanizado con una herramienta de fresado de la máquina-herramienta a partir de los datos de control generados, que comprende un dispositivo para generar datos de control de acuerdo con la reivindicación 13 o 14.

16. Producto de programa informático, que comprende un medio legible por ordenador y un programa informático almacenado en este, estando almacenado el programa informático en la forma de una secuencia de estados, que corresponde a comandos que están configurados para procesarse por un medio de procesamiento de datos de un equipo de procesamiento de datos, de tal manera que en el equipo de procedimiento de datos pueda realizarse un procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 12.

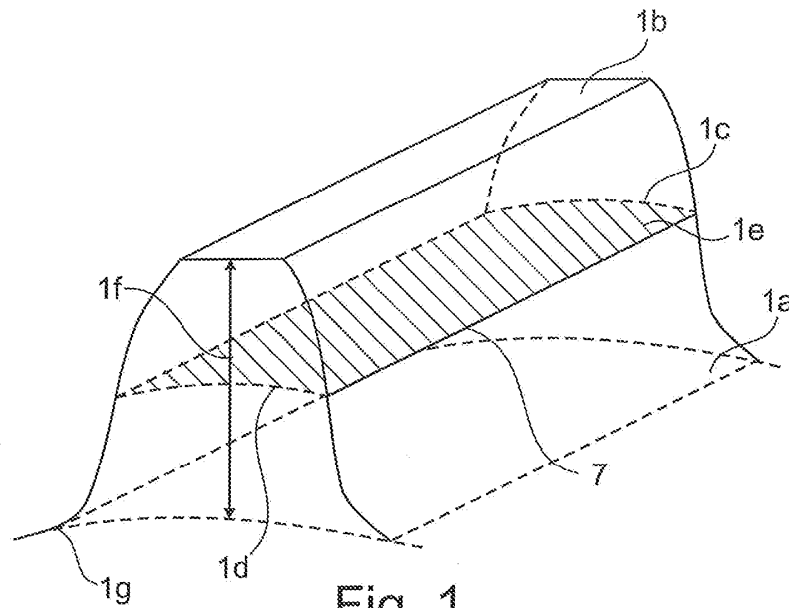


Fig. 1

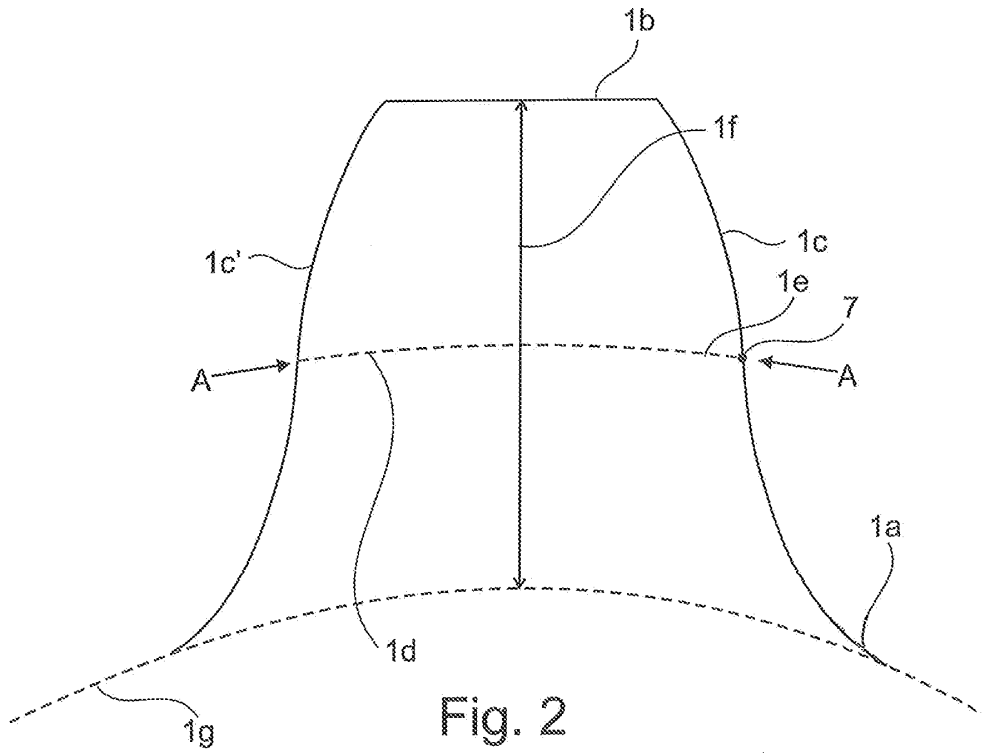
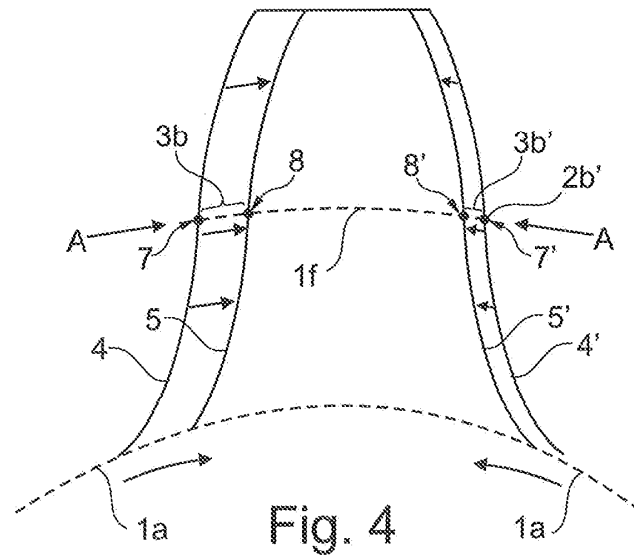
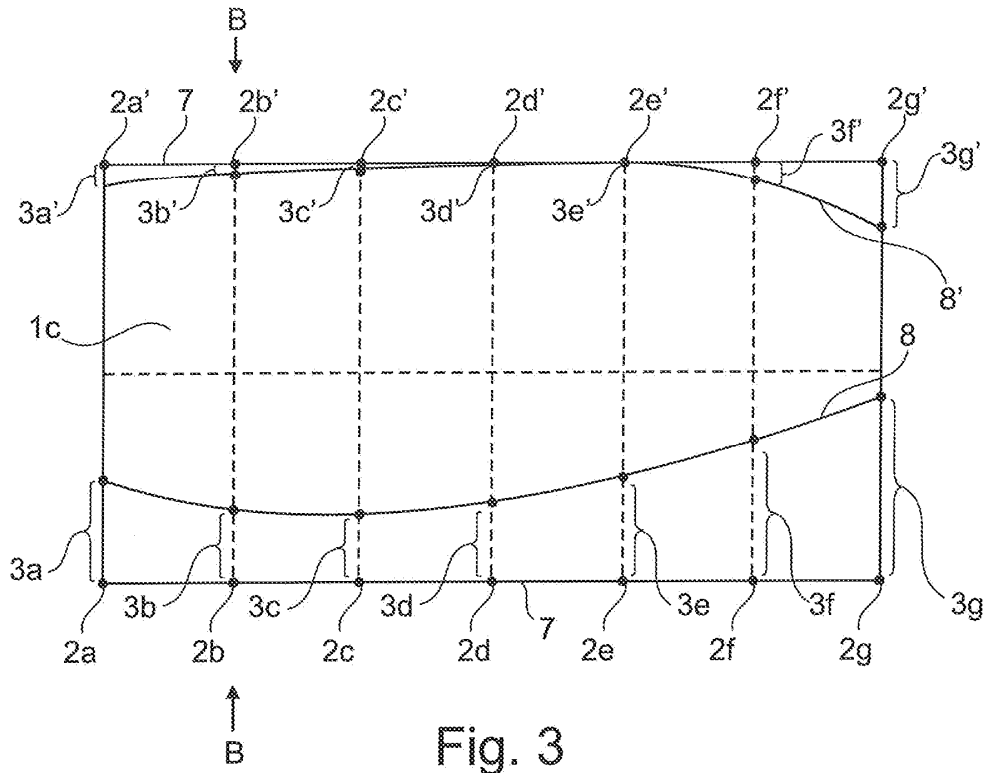


Fig. 2



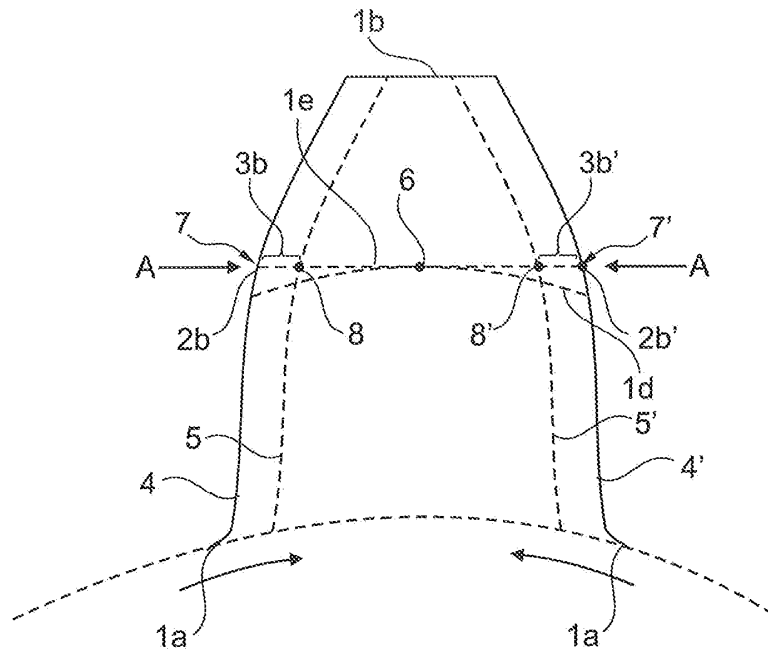


Fig. 5

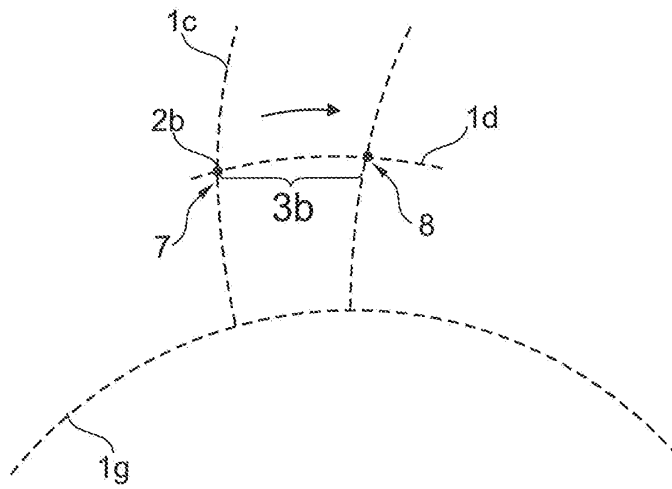
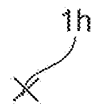


Fig. 6



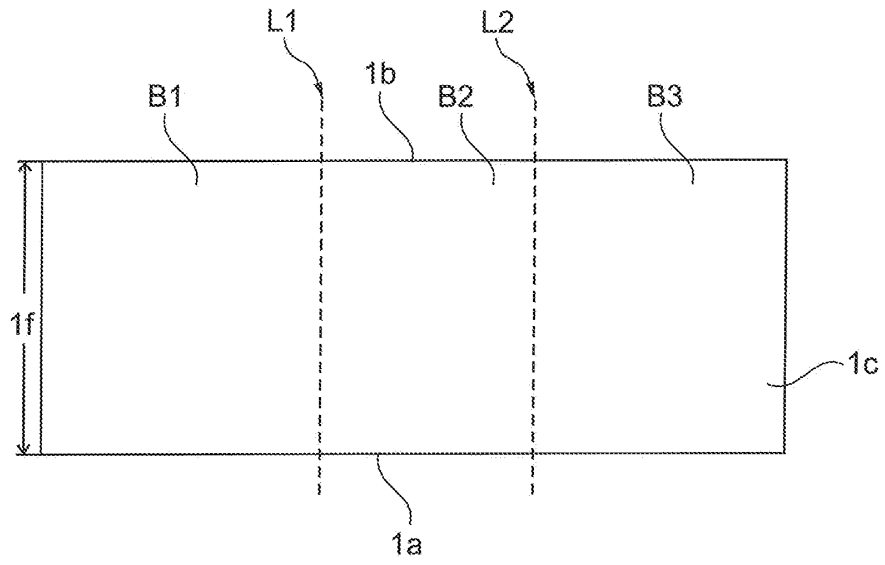


Fig. 7A

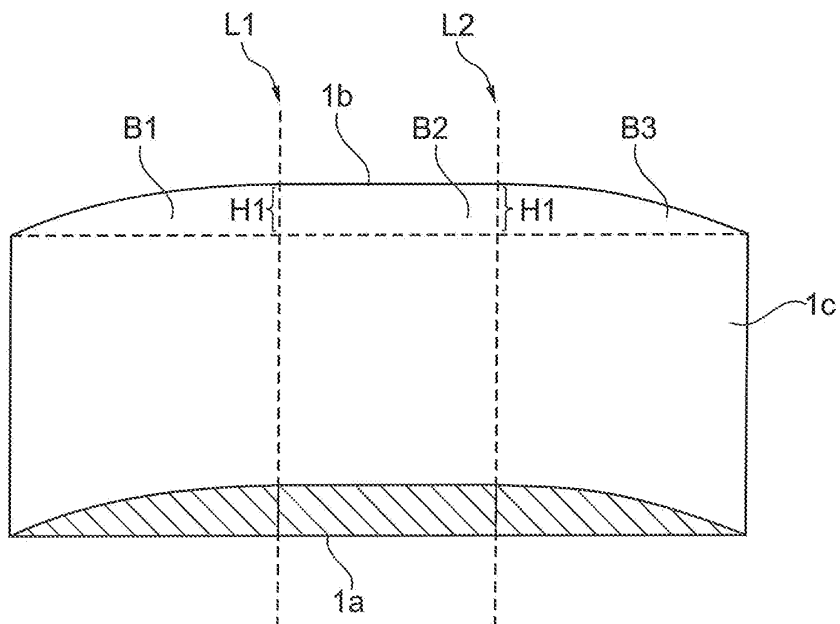


Fig. 7B

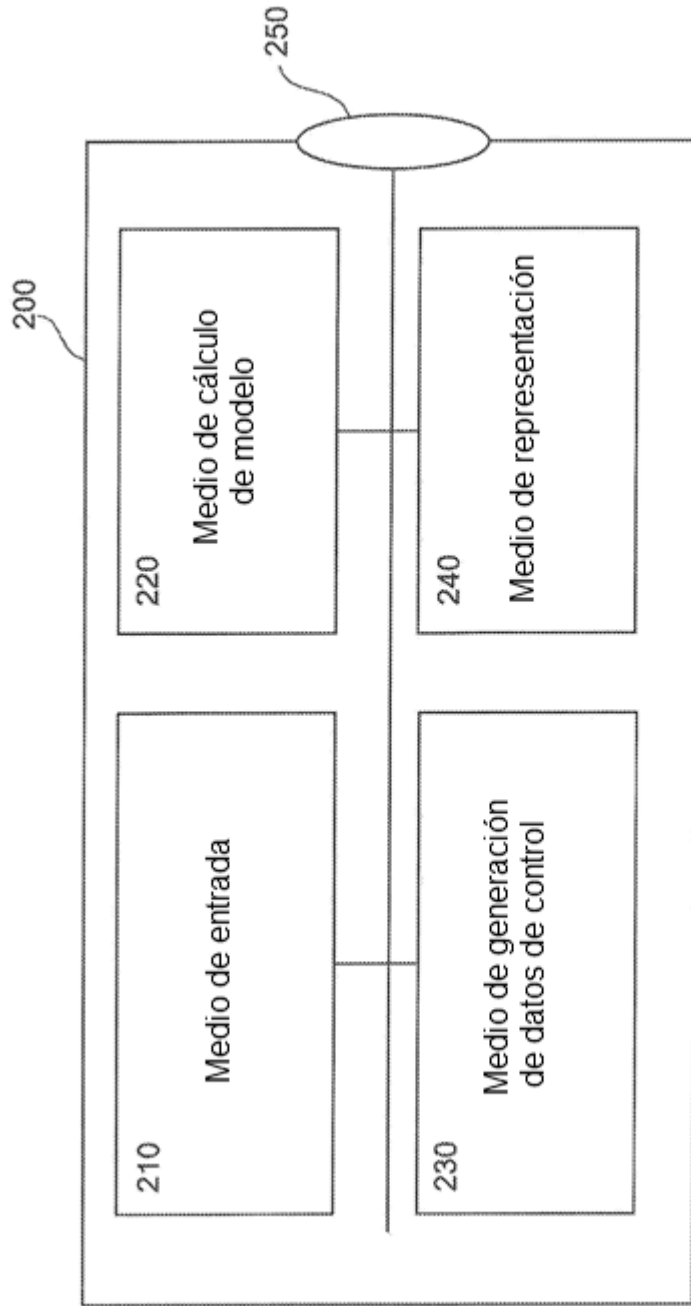


Fig. 8A

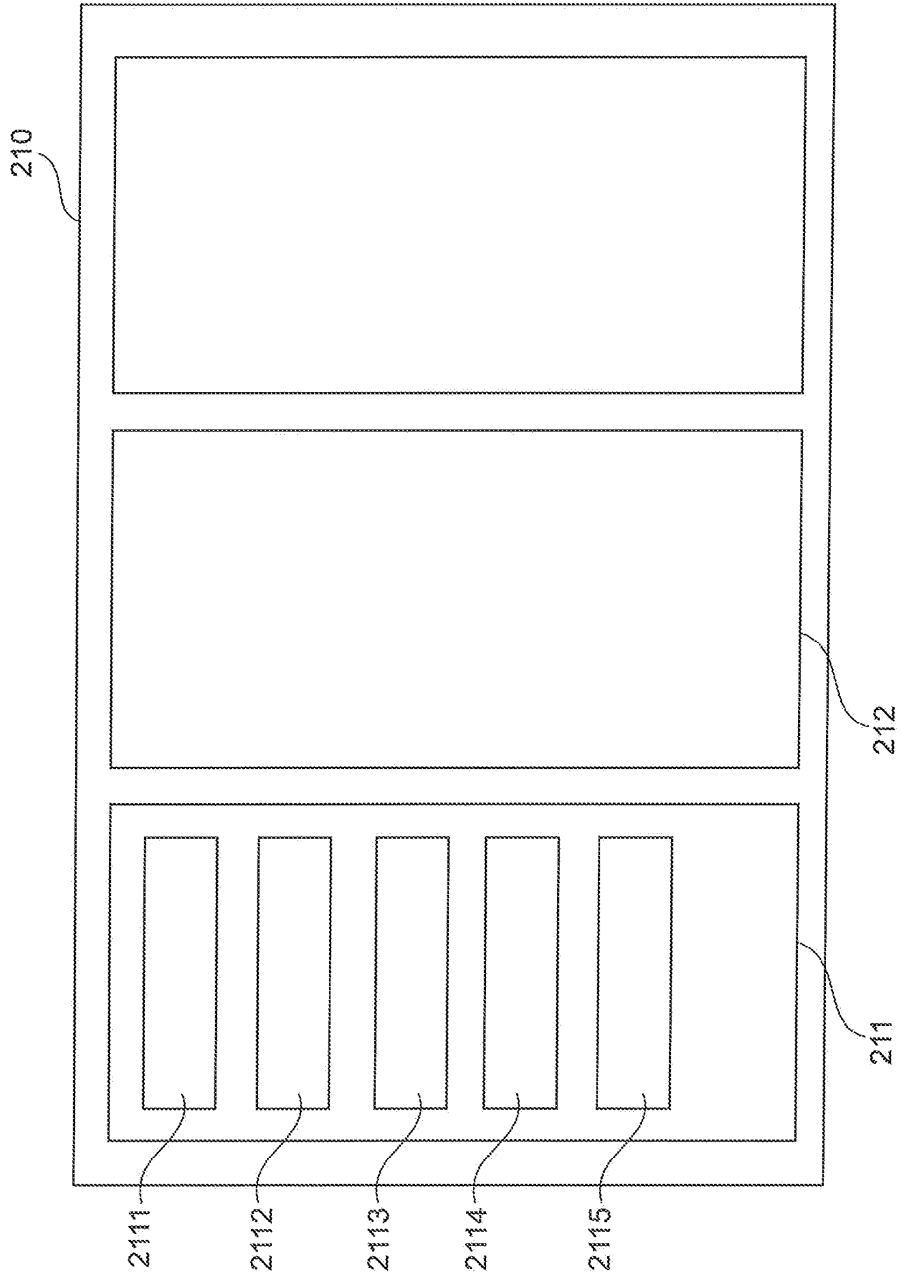


Fig. 8B