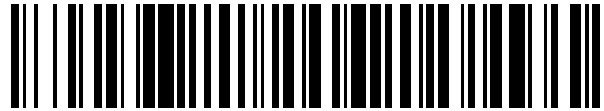


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 913 462**

51 Int. Cl.:

B24B 5/16 (2006.01)

B24B 5/26 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.07.2015 PCT/EP2015/065974**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **19.01.2017 WO17008836**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.07.2015 E 15738618 (6)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.03.2022 EP 3322557**

54 Título: **Procedimiento de rectificación para mecanizar una pieza de trabajo**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
02.06.2022

73 Titular/es:
**ROLLOMATIC SA (100.0%)
Z.I. Prés-Bugnons,
2525 Le Landeron, CH**

72 Inventor/es:
**MARTY, JEAN-CHARLES;
BISSAT, DAVID y
BERGER, NICOLAS**

74 Agente/Representante:
CURELL SUÑOL, S.L.P.

ES 2 913 462 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 de rectificación para mecanizar una pieza de trabajo

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a una máquina rectificadora y a un procedimiento para mecanizar una pieza de trabajo, en particular una pieza de trabajo pequeña.

10 Descripción de la técnica relacionada

Existe la necesidad de medios fiables y económicos para producir herramientas o piezas de trabajo perfiladas complejas mediante mecanizando de monobloques en bruto.

15 Las máquinas rectificadoras de perfiles se utilizan a menudo para rectificar piezas de trabajo que tienen perfiles complejos con una pluralidad de superficies o facetas rectas y/o curvadas paralelas o inclinadas entre sí, hombros, rebajes, ranuras, protuberancias y/u otras irregularidades. Cuando se utiliza una máquina rectificadora de perfiles, el perfil que se debe rectificar se rectifica sucesivamente durante una operación de desbaste con una herramienta de rectificado de desbaste y, seguidamente, se rectifica durante una operación de acabado con una herramienta de rectificado de acabado. Cuando se utiliza una máquina rectificadora óptica de perfiles que funciona con un sistema de proyección, el entorno de mecanizado se proyecta ampliado en una pantalla de imagen por medio de un sistema óptico, en el que se pueden comparar la silueta de la pieza de trabajo y la herramienta de mecanizado con el dibujo de la pieza de trabajo colocado en la pantalla de imagen en papel transparente. Sin embargo, el uso de una máquina rectificadora de perfiles (o de una máquina rectificadora óptica de perfiles) requiere una supervisión permanente por parte de una persona especialista, así como correcciones sucesivas de los parámetros de mecanizado para obtener las conformaciones longitudinales y transversales deseadas, especialmente durante la preparación del proceso de rectificado. Además, dichas máquinas rectificadoras no resultan adecuadas para rectificar piezas de trabajo que tengan contornos longitudinales con pendientes negativas con respecto a la dirección longitudinal de las operaciones de rectificado.

30 El documento US2011195635 divulga una máquina rectificadora dispuesta para retener los extremos de una pluralidad de piezas de trabajo a fin de rectificar sus superficies libres mediante un par de muelas de rectificar móviles radialmente. Dichas muelas de rectificar están dimensionadas de modo que rectifiquen simultáneamente la totalidad del contorno longitudinal de la pieza de trabajo. Un giro de las piezas de trabajo en sucesivas posiciones angulares predefinidas permite el mecanizado de piezas de trabajo que no tienen secciones transversales redondas. Las piezas de trabajo que tienen un contorno longitudinal cónico o redondeado se podrían mecanizar equipando la máquina rectificadora con muelas de rectificar que tengan un perfil abrasivo complementario correspondiente. Sin embargo, esta máquina rectificadora puede mecanizar piezas de trabajo en bruto de conformación cilíndrica única que presenten caras de extremo paralelas opuestas, en particular con un borde de sección transversal de 2 a 15 mm y una longitud de 10 a 80 mm.

45 El documento DE102008061528 divulga un procedimiento de mecanizado para rectificar una pluralidad de levas con un árbol de levas. De este modo, se colocan sucesivamente un par de muelas de rectificar de diferentes tamaños delante de cada leva del árbol de levas. Mientras el árbol de levas se emplaza de manera que gire, las muelas de rectificar se mueven radialmente en función de la posición angular de la leva para rectificar simultáneamente la totalidad del contorno longitudinal de la leva. Sin embargo, el procedimiento de mecanizado descrito está concebido para mecanizar piezas de trabajo que tienen solo contornos longitudinales paralelos con respecto al eje de giro de la pieza. Además, el procedimiento de mecanizado únicamente resulta adecuado para funcionar en piezas de trabajo que presenten una superficie cóncava con un radio entre 35 y 150 mm.

50 El documento US5865667 divulga una máquina rectificadora dispuesta para retener y mover un extremo de una pieza de trabajo mientras rectifica el extremo libre de la pieza de trabajo con un par de muelas de rectificar. Mientras la pieza de trabajo se hace girar y se traslada axialmente, las muelas de rectificar se trasladan hacia la pieza de trabajo en función de la posición axial de la parte libre de la pieza de trabajo de modo que se varíe localmente el diámetro transversal de la pieza de trabajo. Sin embargo, esta máquina rectificadora únicamente puede mecanizar piezas de trabajo de conformación redondeada.

60 Por lo tanto, a partir del documento US5865667 se conoce un procedimiento para mecanizar una pieza de trabajo mediante una máquina rectificadora que comprende: un husillo dispuesto para girar la pieza de trabajo y trasladarla a lo largo de un primer eje, una primera rueda abrasiva dispuesta para girar alrededor de un segundo eje y trasladada a lo largo de un tercer eje oblicuo o perpendicular al segundo eje, de modo que se mecanice una parte periférica de la pieza de trabajo, y un soporte de guiado espaciado distalmente de dicho husillo a lo largo del primer eje y dispuesto para soportar de manera deslizante un extremo de la pieza de trabajo; comprendiendo dicho procedimiento la etapa siguiente: girar la pieza de trabajo alrededor del primer eje y trasladar la pieza de trabajo a lo largo de dicho primer eje hacia el soporte de guiado para extender distalmente una parte periférica de la pieza de trabajo desde el soporte de guiado y girar simultáneamente la primera rueda abrasiva alrededor del segundo

eje y trasladar la primera rueda abrasiva a lo largo del tercer eje de manera que la primera rueda abrasiva mecanice dicha parte periférica de la pieza de trabajo; en la que la primera rueda abrasiva se traslada a lo largo del tercer eje; y en la que se determina una posición en traslación de la primera rueda abrasiva a lo largo del tercer eje en función de la posición de la pieza de trabajo a lo largo del primer eje.

5

Breve resumen de la invención

El propósito de la invención es proporcionar un procedimiento para mecanizar una pieza de trabajo exento de las limitaciones de los procedimientos de mecanizado conocidos.

10

De acuerdo con la invención, este propósito se logra mediante el procedimiento de la reivindicación 1.

Una ventaja de la presente solución es proporcionar un mecanizado más fiable y económico de piezas de trabajo que presentan secciones transversales no redondas con respecto a las soluciones de la técnica anterior. En particular, la presente solución proporciona un mecanizado fiable y económico de piezas de trabajo alargadas que tienen una parte no redonda con una sección transversal pequeña.

15

Otra ventaja de la presente solución es proporcionar un mecanizado más fiable y económico de piezas de trabajo que tienen contornos longitudinales no paralelos, en particular, que tienen al menos una parte con un contorno cóncavo longitudinal, con respecto a las soluciones conocidas.

20

Además, esta solución proporciona también un mecanizado fiable y económico de piezas de trabajo alargadas que tienen una parte terminal descentrada con una sección transversal pequeña, con respecto a las máquinas rectificadoras y procedimientos de mecanizado de la técnica anterior. En particular, la solución reivindicada proporciona un mecanizado fiable y económico de piezas de trabajo pequeñas y alargadas que tienen una parte terminal descentrada o una sección transversal no redonda con una pluralidad de contornos cóncavos/convexos.

25

Breve descripción de los dibujos

La invención se comprenderá mejor con la ayuda de la descripción de las formas de realización que se proporcionan a título de ejemplo y se ilustran mediante las figuras, en las que:

30

la figura 1 muestra una vista de una máquina rectificadora según la invención;

35

la figura 2 es una ilustración detallada de partes de la máquina rectificadora de la figura 1;

la figura 3 ilustra un diagrama de flujo de una primera forma de realización de un procedimiento para mecanizar una pieza de trabajo, según la invención;

40

la figura 4 ilustra un diagrama de flujo de una segunda forma de realización de un procedimiento para mecanizar una pieza de trabajo, según la invención;

la figura 5 ilustra una relación entre los movimientos de la pieza de trabajo y la/s rueda/s abrasiva/s, según la invención;

45

la figura 6 ilustra una variante de la relación entre los movimientos de la pieza de trabajo y la/las rueda/ruedas abrasiva/abrasivas, según la invención; y

las figuras 7 a 14 muestran algunos ejemplos de piezas de trabajo que se podrían realizar ventajosamente con la máquina rectificadora y el procedimiento de la invención.

50

Descripción detallada de posibles formas de realización de la invención

Las figuras 1 y 2 muestran una máquina rectificadora para mecanizar una pieza de trabajo 1 según la invención. Dicha máquina rectificadora comprende un husillo 3 dispuesto para aferrar un extremo 101 de la pieza de trabajo 1, de modo que la pieza de trabajo 1 pueda girar alrededor y trasladarse a lo largo de un primer eje 4 cuando se aferra mediante el husillo 3. El husillo 3 puede ser un husillo giratorio dispuesto para girar alrededor del primer eje 4. De este modo, el husillo puede estar montado sobre un cabezal 9 que es móvil con respecto a un armazón 2 de la máquina rectificadora a lo largo del primer eje 4.

55

60

La pieza de trabajo 1 puede ser un monobloque de conformación cilíndrica en bruto de cualquier material rectificable que incluye, por ejemplo, un metal, una aleación o un material cerámico.

La máquina rectificadora comprende asimismo un soporte de guiado 5 espaciado distalmente del husillo 3 a lo largo del primer eje 4. El soporte de guiado proporciona un soporte deslizante del otro extremo 102 de la pieza de trabajo 1, es decir, el soporte de guiado está dispuesto para impedir un movimiento sustancialmente radial del otro

65

- extremo 102 con respecto al primer eje 4. El soporte de guiado 5 se puede fijar directamente al armazón 2 de la máquina rectificadora. El husillo 3, el cabezal 9 y/o el soporte de guiado 5 pueden estar equipados con medios de alineación que proporcionan una alineación manual, semiautomática o completamente automática de dichos componentes a lo largo del primer eje.
- 5 La máquina rectificadora comprende además una primera rueda abrasiva 6 dispuesta para girar alrededor de un segundo eje 61 y trasladarse a lo largo de un tercer eje 62 de forma oblicua o perpendicular al segundo eje 61, de modo que rectifique una parte periférica 103 de la pieza de trabajo 1.
- 10 La rueda abrasiva puede ser cualquier tipo de herramienta con forma de disco o cilíndrica que tenga un perfil de funcionamiento abrasivo concebido para mecanizar una superficie de una pieza de trabajo, por ejemplo, una piedra redonda afilada o una muela de rectificar.
- 15 En una forma de realización, la máquina rectificadora comprende asimismo una segunda rueda abrasiva 7 dispuesta para girar alrededor de un cuarto eje 71 y trasladarse a lo largo de un quinto eje 72 de forma oblicua o perpendicular al cuarto eje 71, de modo que rectifique una parte periférica de la pieza de trabajo 1.
- 20 La primera y segunda ruedas abrasivas 6, 7 tienen un perfil abrasivo 63, 73, es decir, una parte radial de la rueda abrasiva apta para mecanizar una superficie de una pieza de trabajo, que comprende una primera parte redondeada 631, 731 y una segunda parte sustancialmente plana. 632, 732.
- 25 Dependiendo de la tipología del mecanizado, la primera y la segunda rueda abrasiva 6, 7 pueden tener las mismas dimensiones o diferentes dimensiones (como por ejemplo tamaños, partes redondeadas, partes planas, etc.). Además, la primera y la segunda rueda abrasiva 6, 7 pueden presentar características abrasivas iguales o diferentes (como por ejemplo materiales abrasivos, tratamientos superficiales, etc.).
- 30 En una forma de realización preferida, la máquina rectificadora es una máquina rectificadora controlada numéricamente por ordenador (máquina rectificadora CNC). Por tanto, la máquina rectificadora puede comprender un aparato de control digital programable 10 con el fin de permitir un mecanizado semiautomático y/o totalmente automático de la pieza de trabajo. El aparato 10 puede estar dispuesto para adquirir y procesar especificaciones técnicas de mecanizado o modelos digitales de piezas de trabajo, con el fin de accionar y controlar operaciones y movimientos de los diversos componentes de la máquina rectificadora, en particular la traslación y el giro de la pieza de trabajo 1 y la traslación de la primera y segunda rueda abrasiva 6, 7.
- 35 De acuerdo con una forma de realización representada esquemáticamente en la figura 3, un procedimiento para mecanizar la pieza de trabajo 1 utilizando la máquina rectificadora comprende una etapa (S1 en la figura 3) de aferrado de un extremo 101 de la pieza de trabajo 1 en el husillo 3, de manera que el otro extremo 102 de la pieza de trabajo esté soportado en el soporte de guiado 5.
- 40 El procedimiento comprende además la etapa de posicionamiento la pieza de trabajo 1 en una posición predefinida (S2). Dicha posición predefinida se puede definir con respecto al armazón 2, el soporte de guiado 5 y/o con respecto a un sistema de coordenadas 3D de la máquina rectificadora. La guía soporte 5 se puede utilizar como centro de este sistema de coordenadas. La etapa de posicionamiento (S2) puede implicar una traslación y/o un giro de la pieza de trabajo 2 a lo largo/alrededor del primer eje 4, por ejemplo, por medio del husillo 5 y/o del cabezal 9.
- 45 El procedimiento puede comprender además una etapa (S10) de posicionamiento de la primera rueda abrasiva 6 en una posición predefinida con respecto al armazón 2, el soporte de guiado 5 y/o con respecto a un sistema de coordenadas 3D de la máquina rectificadora. Ventajosamente, el perfil abrasivo 63 de la primera rueda abrasiva 6 se emplaza en su funcionamiento lo más cerca posible del soporte de guiado 5 de modo que se mecanice la parte de la pieza de trabajo 1 que se extiende desde el soporte de guiado 5 en una dirección sustancialmente opuesta al husillo 5. La etapa (S10) de posicionamiento de la primera rueda abrasiva 6 en una posición predefinida se puede realizar simultáneamente, antes o después de la etapa (S2) de posicionamiento de la pieza de trabajo.
- 50 En una etapa adicional (S3), el husillo 5 gira la pieza de trabajo 1 y, posiblemente, se mueve en traslación a lo largo del primer eje 4 hacia el soporte de guiado 5. El movimiento de traslación dará lugar a que la pieza de trabajo se extienda distalmente del soporte de guiado 5. La pieza de trabajo 1 es girada a una velocidad de rotación predefinida o a una velocidad de rotación variable. El movimiento de traslación también se puede llevar a cabo a una velocidad de traslación predefinida o a una velocidad de traslación variable.
- 55 En una etapa adicional (S11), la primera rueda abrasiva 6 gira alrededor del segundo eje 61 y, posiblemente, se mueve en traslación a lo largo del tercer eje 62 para mecanizar (rectificar) una parte periférica 103 de la pieza de trabajo 1 que se extiende distalmente desde el soporte de guiado 5 y que entra en contacto con la primera rueda abrasiva 6.
- 60 En una forma de realización, el movimiento de traslación de la primera rueda abrasiva 6 se realiza en posicionamientos sucesivos de la primera rueda abrasiva a lo largo del tercer eje 62 (S12). Así, cada posición de
- 65

la primera rueda abrasiva 6 se puede determinar en función de una posición de la pieza de trabajo 1 a lo largo del primer eje 4 y una posición angular de la pieza de trabajo 1 alrededor del primer eje 4 (S13).

5 En una forma de realización preferida ilustrada en la figura 4, la máquina rectificadora comprende la segunda rueda abrasiva 7 y el procedimiento comprende además una etapa (S21) de giro de dicha segunda rueda abrasiva 7 alrededor del cuarto eje 71 y, posiblemente, de moverla en traslación a lo largo del quinto eje 72 para mecanizar (rectificar) una parte periférica 103 de la pieza de trabajo 1 que se extiende distalmente desde el soporte de guiado 5 y que entra en contacto con la segunda rueda abrasiva 7.

10 El procedimiento puede comprender además una etapa (S20) de posicionamiento de la segunda rueda abrasiva 7 en una posición predefinida con respecto al armazón 2, al soporte de guiado 5 y/o con respecto a un sistema de coordenadas 3D de la máquina rectificadora. Ventajosamente, el perfil de rectificado 73 de la segunda rueda abrasiva 7 se emplaza en su funcionamiento lo más cerca posible del soporte de guiado 5 de modo que permita mecanizar la parte de la pieza de trabajo 1 que se extiende desde el soporte de guiado 5 en una dirección sustancialmente opuesta al husillo 5. La etapa (S20) de posicionamiento de la segunda rueda abrasiva 7 en una posición predefinida se puede llevar a cabo simultáneamente, antes o después de la etapa (S2) de posicionamiento de la pieza de trabajo.

20 En una forma de realización, el movimiento de traslación de la segunda rueda abrasiva 7 se realiza en posicionamientos sucesivos de la segunda rueda abrasiva 7 a lo largo del quinto eje 72 (S22). Así, cada posición de la segunda rueda abrasiva 7 se puede determinar en función de una posición de la pieza de trabajo 1 a lo largo del primer eje 4 y una posición angular de la pieza de trabajo 1 alrededor del primer eje 4 (S23).

25 El giro y la traslación de la segunda rueda abrasiva 7 (S21) se puede realizar simultáneamente con el giro y traslación de la pieza de trabajo (S3) y con el giro y traslación de la primera rueda abrasiva 6 (S11).

Cada posición de la segunda rueda abrasiva 7 (Etapa S23) se puede determinar en función de una posición de la pieza de trabajo 1 a lo largo del primer eje 4 y una posición angular de la pieza de trabajo 1 alrededor del primer eje 4.

30 Dependiendo de la tipología de la operación de mecanizado, la primera rueda abrasiva 6 y la segunda rueda abrasiva 7 pueden ser dispuestas para rectificar sustancialmente la misma parte periférica 103 de la pieza de trabajo 1 en dos partes superficiales distintas 105, 106. Además, las ruedas abrasivas 6, 7 también pueden ser dispuestas para funcionar simultáneamente en la misma parte periférica 103.

35 Ventajosamente, la posición de la pieza de trabajo 1 utilizada para determinar la posición de la primera rueda abrasiva 6 (S13) es la misma posición de la pieza de trabajo 1 utilizada para determinar una posición de la segunda rueda abrasiva 7 (S23).

40 La posición de la pieza de trabajo 1 utilizada para determinar una posición de la primera y/o la segunda rueda abrasiva 6, 7 puede ser una posición relativa de la pieza de trabajo 1 a lo largo del primer eje 4 con respecto al armazón 2, al soporte de guiado 5, a la primera y/o la segunda rueda abrasiva 6, 7 y/o con respecto al sistema de coordenadas 3D de la máquina rectificadora.

45 La posición de la pieza de trabajo 1 utilizada para determinar una posición de la primera y/o la segunda rueda abrasiva 6, 7 se puede determinar además por una posición del husillo 3 y/o del cabezal 9 a lo largo del primer eje 4.

50 La posición de la pieza de trabajo 1 utilizada para determinar una posición de la primera y/o la segunda rueda abrasiva 6, 7 puede ser una posición de la pieza de trabajo 1 en el momento de determinar un siguiente posicionamiento de la primera y segunda rueda abrasiva 6, 7.

55 De manera alternativa, la posición de la pieza de trabajo 1 utilizada para determinar una posición de la primera y/o la segunda rueda abrasiva 6, 7 puede ser una posición de la pieza de trabajo 1 estimada (por ejemplo, calculada por el programa ejecutado por el aparato de control digital programable 10) en un momento en que se planifica o se realiza una siguiente traslación de la primera y/o de la segunda rueda abrasiva 6, 7.

60 La figura 5 muestra algunos detalles de una forma de realización preferida del procedimiento. En esta forma de realización, la determinación del siguiente posicionamiento de la primera y/o la segunda rueda abrasiva 6, 7 (etapa S13 y/o 23) es una función de la velocidad de traslación predefinida o variable de la pieza de trabajo 1. La determinación del siguiente posicionamiento de la primera y/o la segunda rueda abrasiva 6, 7 puede, por ejemplo, tener en cuenta un valor de velocidad en el momento de determinar el siguiente posicionamiento, un valor de velocidad estimado en el momento de la siguiente traslación planificada de la primera y/o la segunda rueda abrasiva 6, 7 y/o una interpolación de dichos valores de velocidad.

65 La velocidad de traslación de la pieza de trabajo 1 utilizada para determinar una posición de la primera y/o la segunda rueda abrasiva 6, 7 (S13, S23) puede ser una velocidad relativa de la pieza de trabajo 1 a lo largo de

ES 2 913 462 T3

dicho primer eje 4 con respecto al armazón. 2, el soporte de guiado 5, la primera y/o la segunda rueda abrasiva 6, 7 y/o con respecto al sistema de coordenadas 3D de la máquina rectificadora.

5 También se puede estimar la velocidad de traslación de la pieza de trabajo 1 utilizada para determinar una posición de la primera y/o la segunda rueda abrasiva 6, 7 (por ejemplo, calculada por un programa ejecutado por el aparato de control digital programable 10) mediante una velocidad de traslación del husillo 3 y/o del cabezal 9 a lo largo del primer eje 4.

10 La posición angular de la pieza de trabajo 1 utilizada para determinar la posición de la primera rueda abrasiva 6 puede ser la misma que la posición angular de la pieza de trabajo 1 utilizada para determinar una posición de la segunda rueda abrasiva 7 (S23).

15 La posición angular de la pieza de trabajo 1 utilizada para determinar una posición de la primera y/o la segunda rueda abrasiva 6, 7 puede ser una posición angular de la pieza de trabajo 1 en el momento de determinar una siguiente posición de la primera y/o la segunda rueda abrasiva 6, 7.

20 Alternativamente, la posición angular de la pieza de trabajo 1 utilizada para determinar una posición de la primera y/o la segunda rueda abrasiva 6, 7 puede ser una estimación de (por ejemplo, calculada mediante un programa ejecutado por el aparato de control digital programable 10) una posición angular de la pieza de trabajo 1 en un momento en el que se planificará o ejecutará una siguiente traslación de la primera y/o la segunda rueda abrasiva 6, 7.

25 La posición angular utilizada para determinar una posición de la primera y/o la segunda rueda abrasiva 6, 7 puede ser una posición angular relativa de la pieza de trabajo 1 con respecto al armazón 2, al soporte de guiado 5, a la primera y/o segunda ruedas abrasivas 6, 7 y/o con respecto al sistema de coordenadas 3D de la máquina rectificadora.

30 La posición angular de la pieza de trabajo 1 utilizada para determinar una posición de la primera y/o la segunda rueda abrasiva se puede derivar o, eventualmente, sustituir por una posición angular del husillo 3 alrededor del primer eje 4.

35 Ventajosamente, la determinación de la siguiente posición de la primera y/o la segunda rueda abrasiva 6, 7 (S13, S23) puede ser una función de la velocidad angular predefinida o variable de la pieza de trabajo 1, tal como se muestra en la figura 5.

40 La determinación de la siguiente posición de la primera y/o la segunda rueda abrasiva 6, 7 puede, por ejemplo, tener en cuenta un valor de velocidad angular en el momento de determinar la siguiente posición, un valor de velocidad angular previsto en el momento de la próxima traslación planificada de la primera y/o la segunda rueda abrasiva y/o una interpolación de dichos valores de velocidad angular.

45 La figura 6 muestra una forma de realización ventajosa particular del procedimiento. En esta forma de realización, para tener en cuenta las limitaciones técnicas y físicas de los componentes de la máquina rectificadora, del material y dimensión de las piezas de trabajo y/o de la tipología de la operación de mecanizado, la etapa de determinación de la siguiente posición de la primera y/o la segunda rueda abrasiva 6, 7 (S13, S23) comprende una etapa de seleccionar una velocidad de traslación IO5 y/o una velocidad angular variable IO6 de la pieza de trabajo 1. De este modo, la velocidad de traslación y/o una velocidad angular variable de la pieza de trabajo 1 se modifican de acuerdo con la velocidad de traslación y/o giro seleccionadas (etapas S8 y S9).

50 Preferentemente, durante la etapa S3, la pieza de trabajo 1 es trasladada a lo largo del primer eje 4 hacia el soporte de guiado 5 hasta que la totalidad de la parte de la pieza de trabajo 1 que se va a mecanizar se extiende completamente desde el soporte de guiado 5. La pieza de trabajo 1 mecanizada se podría entonces retirar del husillo 5 o cortar mediante la primera y/o la segunda rueda abrasiva 6, 7 o por una herramienta de corte dedicada de la máquina rectificadora.

55 Se sabe que las elaboraciones de piezas de trabajo 1 alargadas (es decir, con una relación entre la longitud y la sección transversal normalmente superior a 100 e incluso 500) con contornos longitudinales no redondos y/o no paralelos mediante máquinas rectificadoras y/o los procedimientos conocidos están sometidos a un riesgo de doblado, o incluso de rotura, de una parte, libre de la pieza de trabajo. El doblado o rotura de la pieza de trabajo es causada por un efecto de palanca inducido por el contacto de la/s rueda/s abrasiva/s en una parte de extremo libre de la pieza de trabajo. El riesgo de doblado, o incluso de rotura, de una parte libre de la pieza de trabajo se acentúa aún más en el caso de mecanizar una pieza de trabajo que tenga al menos una parte con secciones transversales pequeñas (por ejemplo, un diámetro típicamente inferior a 1 mm).

65 En particular, al rectificar una parte periférica de la pieza de trabajo 1 que se extiende distalmente desde el soporte de guiado, la solución propuesta permite reducir el riesgo de doblar/romper la pieza de trabajo durante el mecanizado, proporcionando así elaboraciones más económicas y eficientes de dichas piezas de trabajo,

principalmente en piezas de trabajo que tienen uno o una pluralidad de perfiles de pequeños diámetros, con respecto a la técnica anterior.

5 Además, para reducir aún más el riesgo de doblar o romper una pieza de trabajo, la primera y segunda rueda abrasiva 6, 7 pueden ser dispuestas para girar en la misma dirección de giro y moverse en traslación sustancialmente a lo largo del mismo eje 8 (es decir, el tercer y el quinto eje 62, 72 son sustancialmente coaxiales), de manera que dicho eje 8 es sustancialmente perpendicular al primer eje 4 (figura 2). La primera y la segunda rueda abrasiva 6, 7 también se pueden disponer para girar en direcciones de giro opuestas.

10 Además, la primera y segunda rueda abrasiva 6, 7 pueden ser dispuestas para mecanizar la pieza de trabajo 1 lo más cerca posible del soporte de guiado 5, de manera simultánea y continua. Esta solución permite, durante toda la operación de mecanizado, limitar la distancia axial máxima entre cada una de las dos partes de contacto 105, 106 a lo largo del primer eje 4. Esto conduce a una concentración de las fuerzas físicas ejercidas en la pieza de trabajo 1 por las ruedas abrasivas 6, 7 en pequeñas partes de la parte periférica 103, así como a una compensación del componente del vector radial resultante de la suma de dichas fuerzas físicas.

15 El procedimiento divulgado en la presente memoria permite, además, durante toda la operación de mecanizado, limitar las distancias axiales máximas entre el soporte de guiado 5 y cada una de estas partes 105, 106 a lo largo del primer eje 4. Este aspecto conduce a una limitación de la distancia máxima entre el soporte de guiado 5 (que actúa como punto de apoyo de la palanca) y cada uno de los puntos de aplicación de las fuerzas de rectificado de las ruedas abrasivas 6, 7.

20 El procedimiento descrito en la presente memoria puede reducir aún más el efecto palanca causado por las ruedas abrasivas durante la totalidad de la operación de rectificado, lo que permite un mecanizado fiable de piezas de trabajo pequeñas y alargadas que tienen una o más partes con secciones transversales pequeñas.

25 Ventajosamente, durante el proceso de mecanizado, la pieza de trabajo 1 se traslada a lo largo del primer eje 4 únicamente hacia el soporte de guiado 5. Así, dicha pieza de trabajo 1 se mecaniza en un modo de paso, es decir, en una operación continua. El procedimiento reduce aún más el tiempo de mecanizado con respecto al modo de paso bidireccional.

30 En una forma de realización preferida, la pieza de trabajo 1 es trasladada a lo largo del primer eje 4 hacia el soporte de guiado 5 de manera continua a lo largo del mecanizado.

35 De este modo, se reduce aún más el riesgo de doblar o incluso romper una parte de la pieza de trabajo 1, principalmente de una parte de la pieza de trabajo ya parcialmente mecanizada, lo que permite un mecanizado aún más fiable de piezas de trabajo pequeñas y alargadas que tienen una o más partes con secciones transversales pequeñas.

40 El procedimiento proporciona un mecanizado fiable de piezas de trabajo 1 pequeñas y alargadas que tienen partes totalmente descentradas (es decir, partes cuyas secciones transversales no están en contacto con el eje central longitudinal de la pieza de trabajo 1 que se va a rectificar), como es el caso de la mayoría de las herramientas no cilíndricas, con respecto a los procedimientos de la técnica anterior.

45 Ventajosamente, la máquina rectificadora y el procedimiento descrito en la presente memoria pueden ser dispuestos también de manera que solo las partes redondeadas 631, 731 del perfil rectificador 63, 73 estén dispuestas de modo que entren en contacto con la pieza de trabajo 1, con el fin de limitar las partes de contacto 105, 106 en partes de contacto 105, 106 pequeñas y sustancialmente en forma de punto. El radio de dicha parte redondeada 631, 731 puede ser nulo (borde afilado) o tener cualquier valor adecuado.

50 Las ruedas abrasivas se pueden disponer de modo que las partes planas 632, 732 sean oblicuas con respecto al primer eje 4, con el fin de evitar un contacto no deseado con la parte ya mecanizada de la pieza de trabajo. Las partes planas 632, 732 pueden formar un ángulo de 90° con el primer eje 4 o cualquier ángulo adecuado.

55 Una ventaja del presente procedimiento es proporcionar, no solo un mecanizado fácil del contorno longitudinal de pendiente positiva con respecto a la dirección del rectificado (es decir, la dirección axial desde el soporte de guiado 5 hacia el husillo 3), sino también proporcionar un mecanizado fácil del contorno longitudinal de pendiente negativa con respecto a la dirección de mecanizado.

60 De este modo, el presente procedimiento proporciona un mecanizado fiable de partes convexas y partes cóncavas de los contornos longitudinales de las piezas de trabajo.

65 Las figuras 7 a 12 muestran unos ejemplos de piezas de trabajo 1 producidas utilizando la presente máquina rectificadora y procedimiento, donde que la referencia 108 indica el eje de giro de la pieza de trabajo durante el mecanizado. Las piezas de trabajo se pueden producir de una manera más económica y fiable en comparación con las máquinas rectificadoras y procedimientos conocidos.

En particular, la figura 7 muestra un ejemplo de una pieza de trabajo 1 que tiene una parte terminal con una sección transversal poligonal, es decir, una parte terminal de conformación poligonal de 20 caras.

5 Las figuras 8 a 10 muestran otros ejemplos de piezas de trabajo 1 rectificadas que comprenden una sola parte alargada descentrada. Las partes pueden tener secciones transversales no redondas, por ejemplo, una sección transversal rectangular redondeada (figura 8), una sección transversal cuadrada (figura 9) o una sección transversal triangular (figura 10). Además, dicha parte puede presentar una dimensión pequeña (por ejemplo, una sección transversal inferior a 0,1 mm) e importantes relaciones de longitud con respecto a la sección transversal, por ejemplo, superiores a 100 (tal como se puede observar en la figura 8).

En contraposición con el uso de procedimientos conocidos, el presente procedimiento permite producir una pieza de trabajo 1 rectificadas que tiene partes completamente descentradas, tal como se muestra en las figuras 8 y 9.

15 Las figuras 11 a 13 muestran ejemplos de piezas de trabajo 1 rectificadas que comprenden una pluralidad de partes terminales descentradas.

Las partes descentradas pueden tener secciones transversales pequeñas no redondas, tal como se muestra en las figuras 11 y 12.

20 Una ventaja del procedimiento descrito en el presente documento es que no hay limitación dimensional en las piezas de trabajo que se mecanizan. Por ejemplo, una pieza de trabajo que se mecaniza con una relación de aspecto de aproximadamente 100 puede presentar una dimensión en el rango de 0,1 mm o en el rango de 10 mm o 100 mm, etc.

25 Los perfiles de dichas piezas de trabajo 1 rectificadas pueden tener partes con contornos longitudinales no paralelos, por ejemplo, contornos redondeados u oblicuos con respecto al eje longitudinal de la pieza de trabajo (en bruto), tal como se muestra en la pieza de trabajo de la figura 12.

30 A diferencia de los procedimientos conocidos, el procedimiento de la invención permite producir piezas de trabajo que combinan partes no redondas con contornos longitudinales convexos y cóncavos, tal como se muestra en la figura 14.

35 El procedimiento de la invención puede producir las piezas de trabajo rectificadas más rápidamente y de forma más económica y fiable.

Elementos numerados

- 1 Pieza de trabajo
- 40 101 Un primer extremo de la pieza de trabajo
- 102 Un segundo extremo de la pieza de trabajo
- 103 Una parte periférica de la pieza de trabajo
- 105 Parte de la superficie de contacto con la primera rueda abrasiva
- 106 Parte de la superficie de contacto con la segunda rueda abrasiva
- 45 108 Eje de giro de mecanizado
- 2 Armazón de una máquina rectificadora
- 3 Husillo
- 4 Eje de giro y traslación
- 5 Soporte de guiado
- 50 6 Primera rueda abrasiva
- 61 Eje de giro de la primera rueda abrasiva
- 62 Eje de traslación de la primera rueda abrasiva
- 63 Perfil de rectificado de la primera rueda abrasiva
- 631 Parte redondeada
- 55 632 Parte plana
- 7 Segunda rueda abrasiva
- 71 Eje de giro de la segunda rueda abrasiva
- 72 Eje de traslación de la segunda rueda abrasiva
- 73 Perfil de rectificado de la segunda rueda abrasiva
- 60 731 Parte redondeada
- 732 Parte plana
- 8 Eje de rectificado común
- 9 Cabezal
- 10 Aparato de control digital
- 65 S1 Etapa de aferrado la pieza de trabajo

ES 2 913 462 T3

- S2 Etapa de posicionamiento de la pieza de trabajo en una posición predefinida
- S3 Etapa de giro y traslación de la pieza de trabajo
- S4 Etapa de determinación de una posición de la pieza de trabajo
- 5 S5 Etapa de determinación de una posición angular de la pieza de trabajo
- S6 Etapa de selección de una velocidad de traslación de la pieza de trabajo
- S7 Etapa de selección de una velocidad de rotación de la pieza de trabajo
- S8 Etapa de variación una velocidad de traslación de la pieza de trabajo.
- S9 Etapa de variación una velocidad de rotación de la pieza de trabajo.
- 10 S10 Etapa de posicionamiento de una primera rueda abrasiva en una posición predefinida
- S11 Etapa de giro y traslación de la primera rueda abrasiva
- S12 Etapa de traslación de la primera rueda abrasiva en posiciones sucesivas
- S13 Etapa de determinación de una posición en traslación de la primera rueda abrasiva
- S20 Etapa de posicionamiento de una segunda rueda abrasiva en una posición predefinida
- S21 Etapa de giro y traslación de la segunda rueda abrasiva
- 15 S22 Etapa de traslación de la segunda rueda abrasiva en posiciones
- S23 Etapa de determinación de una posición en traslación de la segunda rueda abrasiva

- IO1 Posición de la pieza de trabajo
- IO2 Posición angular de la pieza de trabajo
- 20 IO3 Velocidad de traslación de la pieza de trabajo
- IO4 Velocidad de rotación de la pieza de trabajo
- IO5 Valor de velocidad de traslación seleccionado
- IO6 Valor de velocidad de rotación seleccionado

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para mecanizar una pieza de trabajo (1) mediante una máquina rectificadora que comprende:
 5 un husillo (3) dispuesto para hacer girar la pieza de trabajo (1) alrededor y trasladado a lo largo de un primer eje (4), una primera rueda abrasiva (6) dispuesta para girar alrededor de un segundo eje (61) y trasladarse a lo largo de un tercer eje (62) oblicuo o perpendicular al segundo eje (61), de manera que mecanice una parte periférica de la pieza de trabajo (1), y un soporte de guiado (5) espaciado distalmente de dicho husillo (3) a lo largo del primer eje (4) y dispuesto para soportar de manera deslizante un extremo de la pieza de trabajo (1);
 10 comprendiendo el procedimiento las etapas siguientes:
 hacer girar la pieza de trabajo (1) alrededor del primer eje (4) y trasladar la pieza de trabajo (1) a lo largo del primer eje (4) hacia el soporte de guiado (5) de manera que se extienda distalmente una parte periférica (103) de la pieza de trabajo (1) desde el soporte de guiado (5); y simultáneamente
 15 hacer girar la primera rueda abrasiva (6) alrededor del segundo eje (61) y trasladar la primera rueda abrasiva (6) a lo largo del tercer eje (62) de manera que la primera rueda abrasiva (6) mecanice dicha parte periférica (103) de la pieza de trabajo (1);
 20 en el que la primera rueda abrasiva (6) es trasladada a lo largo del tercer eje (62); y
 en el que una posición en traslación de la primera rueda abrasiva (6) a lo largo del tercer eje (62) se determina en función de
 25 una posición de la pieza de trabajo (1) a lo largo del primer eje (4), y
 una posición angular de la pieza de trabajo (1) alrededor del primer eje.
2. Procedimiento según la reivindicación anterior, en el que la máquina rectificadora comprende asimismo una
 30 segunda rueda abrasiva (7) dispuesta para girar alrededor de un cuarto eje (71) y para trasladarse a lo largo de un quinto eje (72) de forma oblicua o perpendicular al cuarto eje (71), de manera que mecanice una parte periférica de la pieza de trabajo (1);
 comprendiendo el procedimiento asimismo la etapa siguiente:
 35 hacer girar la segunda rueda abrasiva (7) alrededor del cuarto eje (71) y trasladar la segunda rueda abrasiva (7) a lo largo del quinto eje (72) de manera que la segunda rueda abrasiva (7) mecanice una parte periférica de la pieza de trabajo (1) que se extiende distalmente desde dicho soporte de guiado (5);
 40 en el que la segunda rueda abrasiva (7) es trasladada a lo largo del quinto eje (72); y
 en el que una posición en traslación de la segunda rueda abrasiva (7) a lo largo del quinto eje (72) se determina en función de
 45 una posición de la pieza de trabajo (1) a lo largo del primer eje (4), y
 una posición angular de la pieza de trabajo (1) alrededor del primer eje (4).
3. Procedimiento según la reivindicación anterior, en el que dicha primera rueda abrasiva (6) y dicha segunda
 50 rueda abrasiva (7) están dispuestas para mecanizar sustancialmente la misma parte periférica (103) de la pieza de trabajo (1).
4. Procedimiento según cualquier reivindicación 2 o 3, en el que la posición de la pieza de trabajo utilizada para
 55 determinar la posición en traslación de la primera rueda abrasiva (6) a lo largo del tercer eje (62) es la misma que la posición de la pieza de trabajo (1) utilizada para determinar la posición en traslación de la segunda rueda abrasiva (7) a lo largo del quinto eje (72).
5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, en el que la posición angular de la pieza de
 60 trabajo (1) utilizada para determinar la posición en traslación de la primera rueda abrasiva (6) a lo largo del tercer eje (62) es la misma que la posición angular de la pieza de trabajo utilizada para determinar la posición en traslación de la segunda rueda abrasiva (7) a lo largo del quinto eje (72).
6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la pieza (1) es trasladada a lo
 65 largo del primer eje (4) hacia el soporte de guiado (5) hasta que toda la parte de la pieza de trabajo que se va a mecanizar se extienda distalmente desde el soporte de guiado (5).

7. Procedimiento según la reivindicación anterior, en el que la pieza de trabajo (1) es trasladada de forma continua a lo largo del primer eje (4).
- 5 8. Procedimiento según la reivindicación anterior, en el que la pieza de trabajo (1) es trasladada a lo largo del primer eje (4) hacia la primera y/o la segunda rueda abrasiva (6, 7) a una velocidad de traslación predefinida o a una velocidad de traslación variable.
- 10 9. Procedimiento según la reivindicación 8, en el que la posición en traslación de la primera rueda abrasiva (6) y/o la posición de la segunda rueda abrasiva (7) se determina asimismo en función de dicha velocidad de traslación predefinida o variable.
- 15 10. Procedimiento según la reivindicación 8, en el que una determinación de una posición en traslación de la primera rueda abrasiva (6) y/o de la segunda rueda abrasiva (7) comprende una etapa de selección de una velocidad de traslación de la pieza de trabajo (1).
- 20 11. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la pieza de trabajo (1) es girada a lo largo del primer eje (4) a una velocidad de rotación predefinida o a una velocidad de rotación variable.
- 25 12. Procedimiento según la reivindicación 11, en el que la posición en traslación de la primera rueda abrasiva (6) y/o la posición de la segunda rueda abrasiva (7) se determina asimismo en función de dicha velocidad de rotación predefinida o variable.
- 30 13. Procedimiento según la reivindicación 11, en el que una determinación de una posición en traslación de la primera rueda abrasiva (6) y/o de la segunda rueda abrasiva (7) comprende una etapa de selección de una velocidad de rotación de la pieza de trabajo (1).
- 35 14. Procedimiento según la reivindicación 2, en el que el tercer (62) y/o el quinto eje (72) son sustancialmente perpendiculares con respecto al primer eje (4).
15. Procedimiento según la reivindicación 2, en el que la primera rueda abrasiva (6) es trasladada en posiciones sucesivas en traslación a lo largo del tercer eje (62) y/o la segunda rueda abrasiva (7) es trasladada en posiciones sucesivas en traslación a lo largo del quinto eje (72); en el que cada posición de la primera rueda abrasiva (6) y/o la segunda rueda abrasiva (7) se determina en función de
- una posición de la pieza de trabajo (1) a lo largo del primer eje (4), y
- una posición angular de la pieza de trabajo (1) alrededor del primer eje (4).

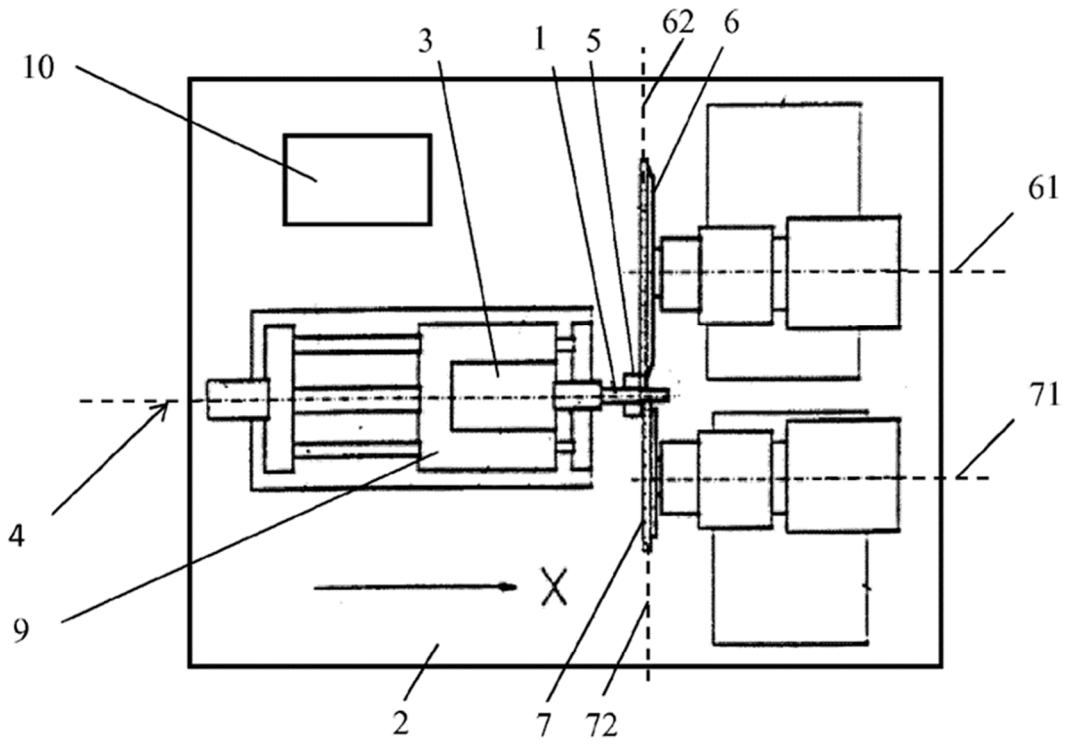


Figura 1

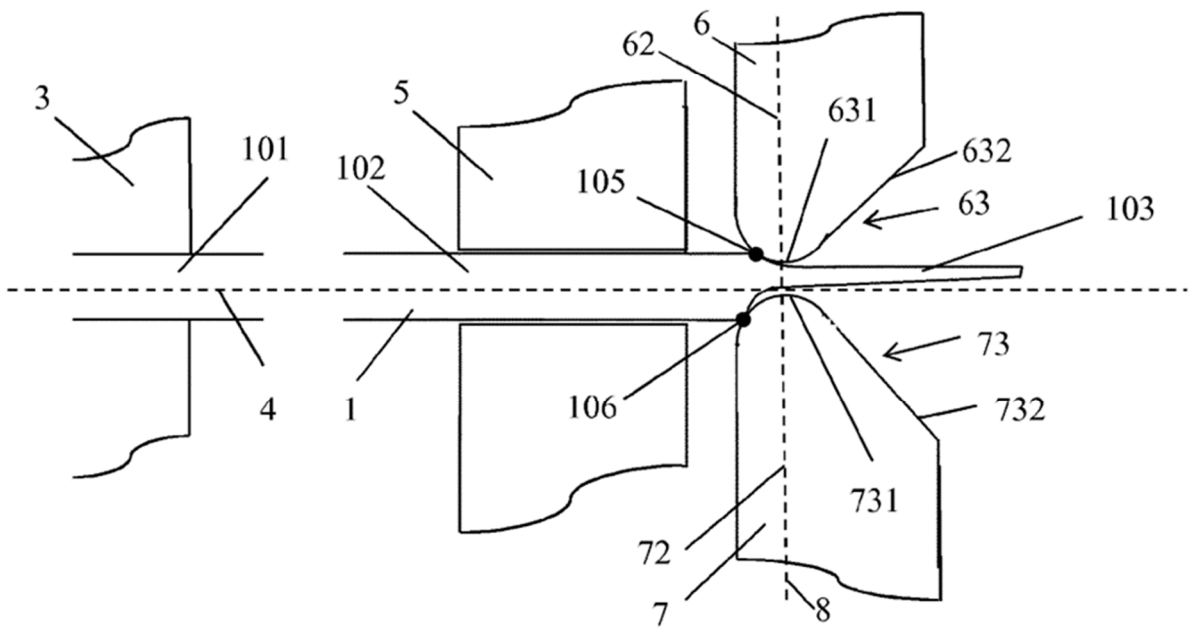


Figura 2

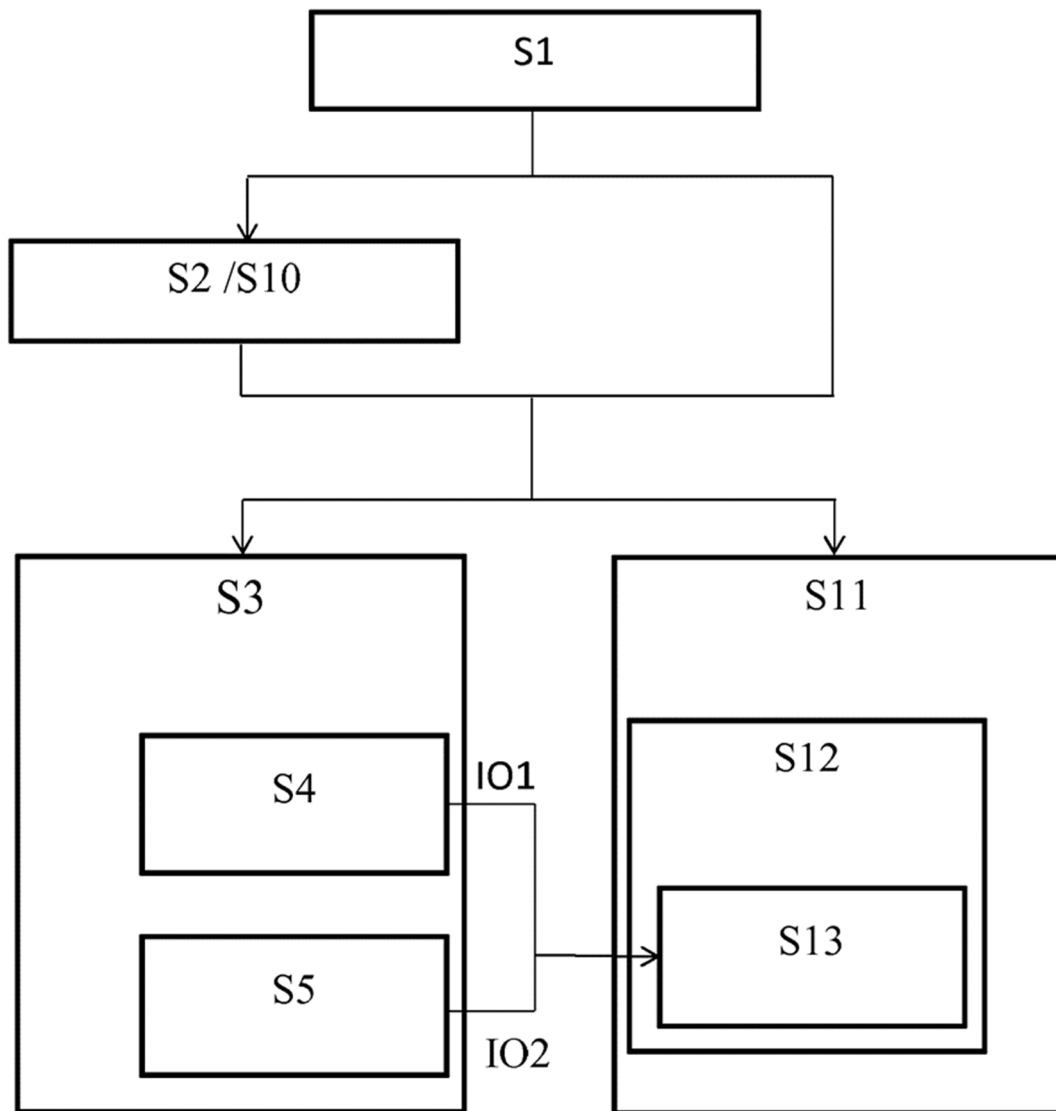


Figura 3

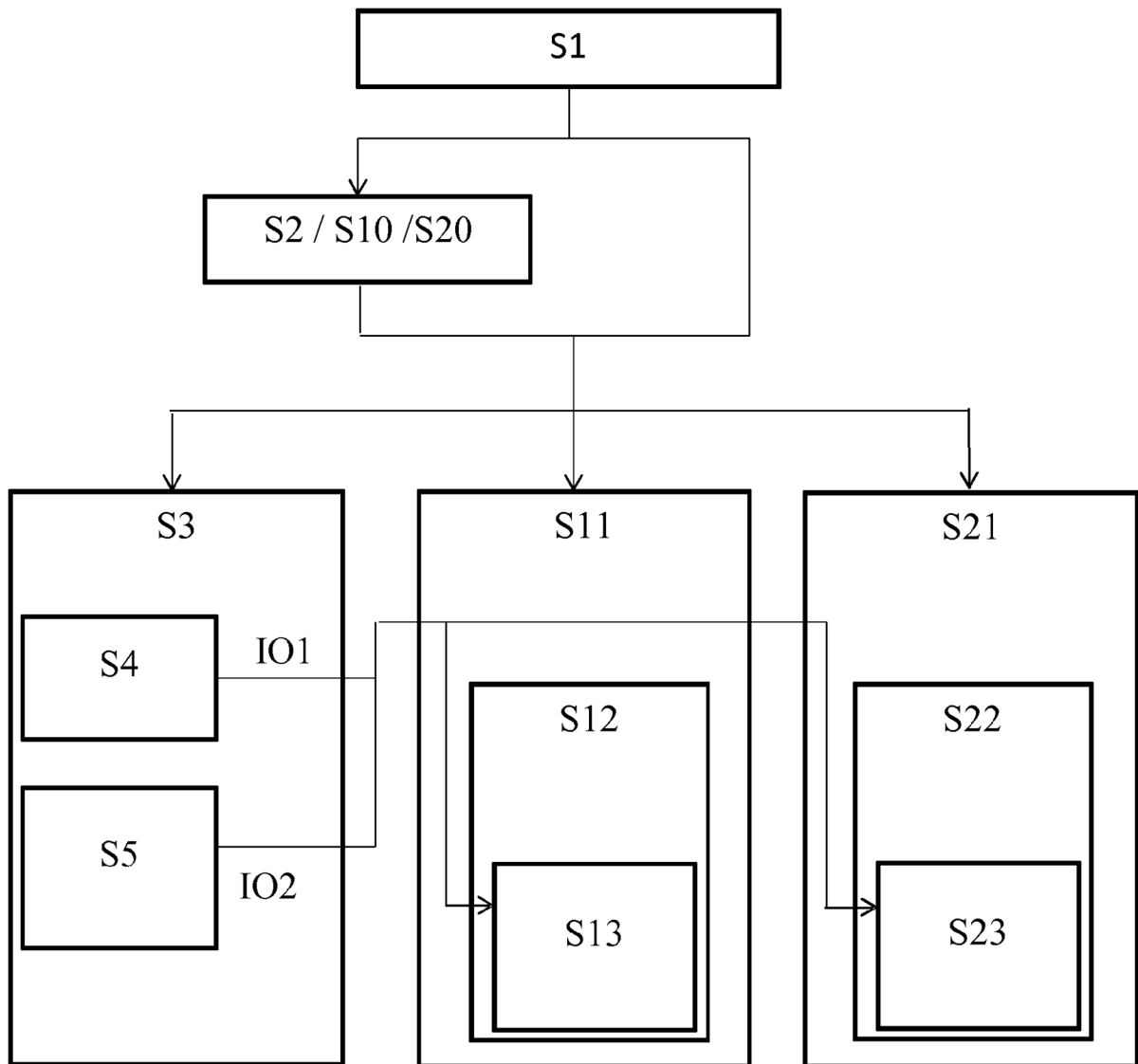


Figura 4

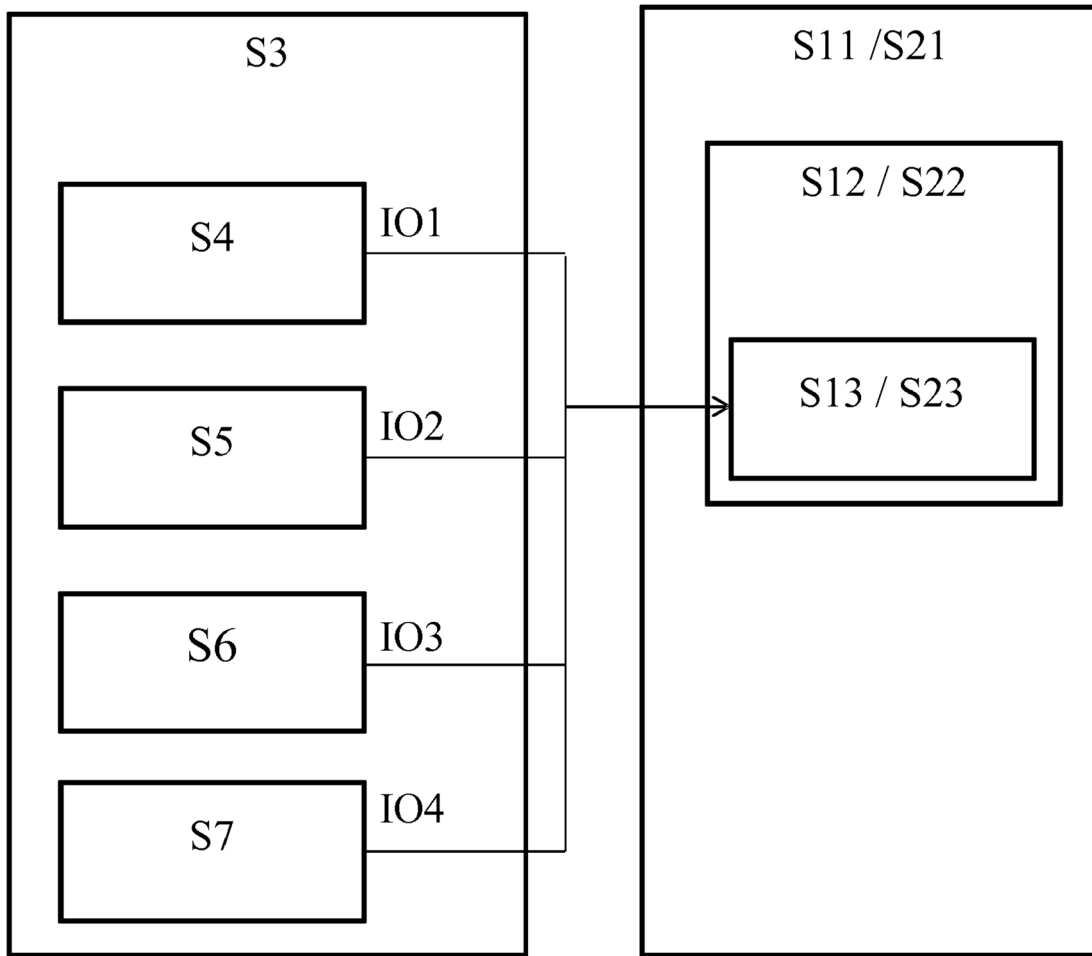


Figura 5

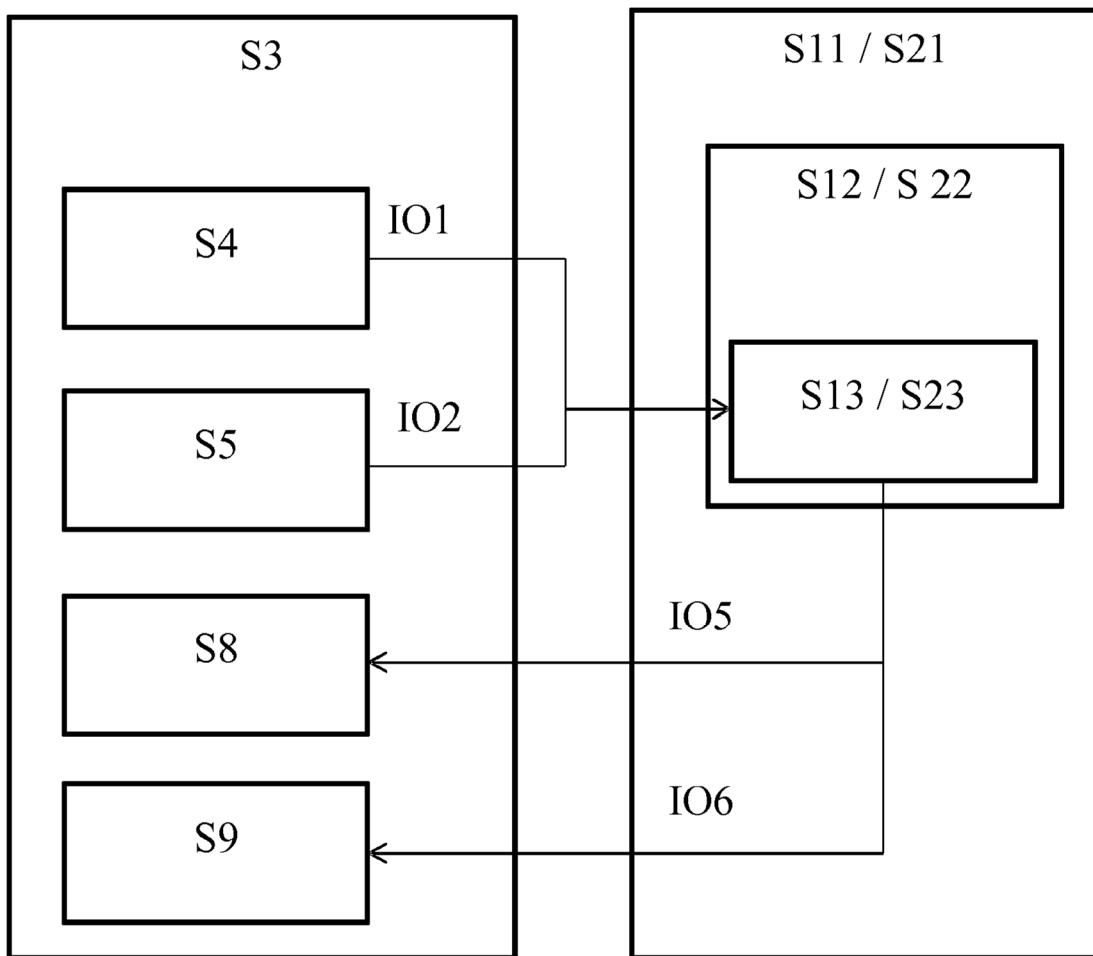


Figura 6

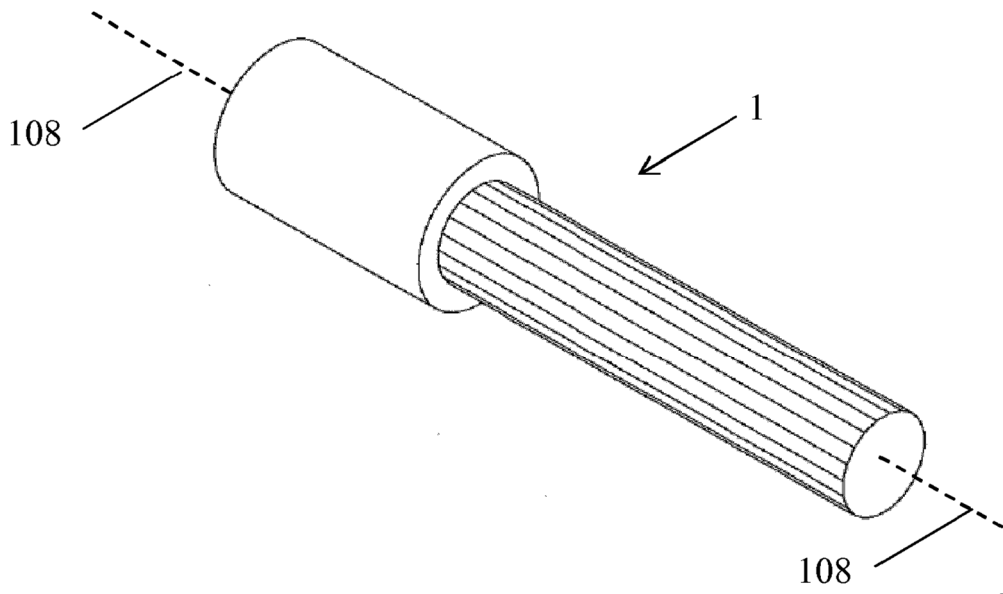


Figura 7

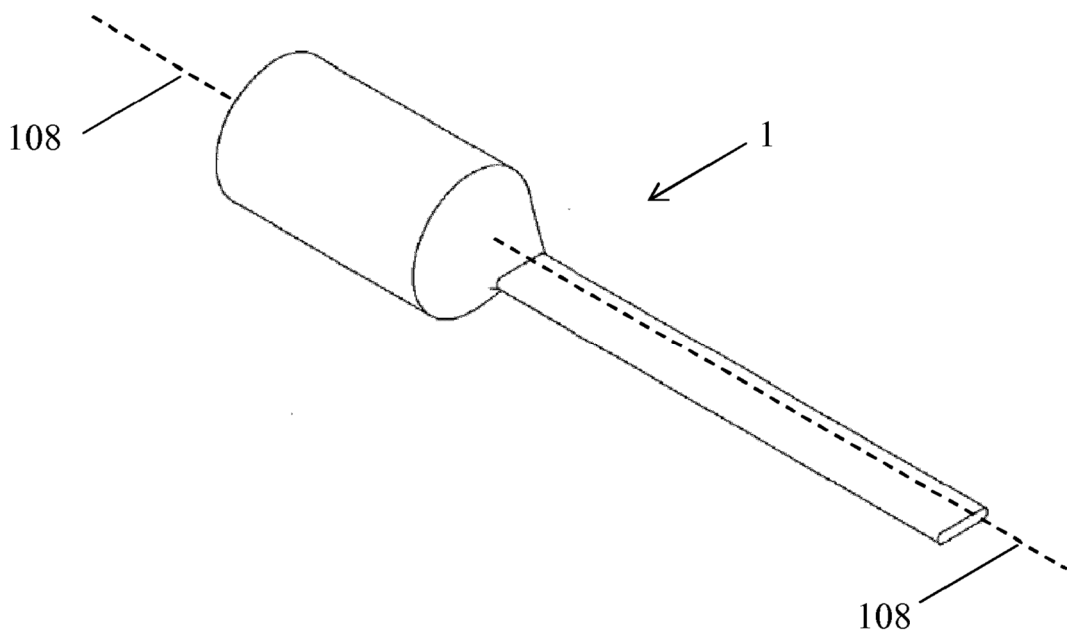
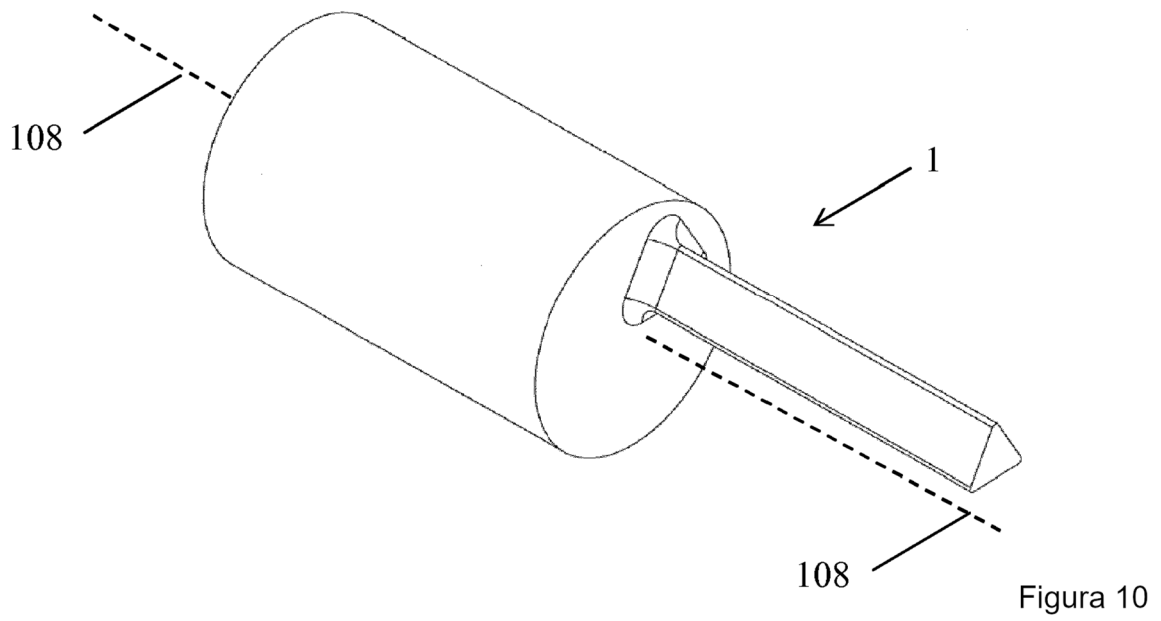
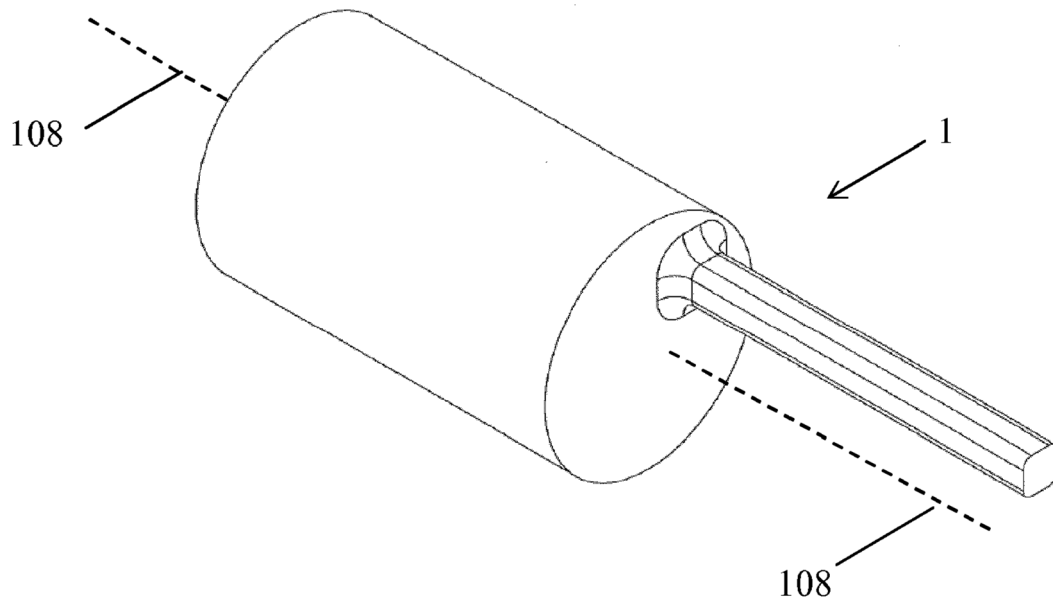


Figura 8



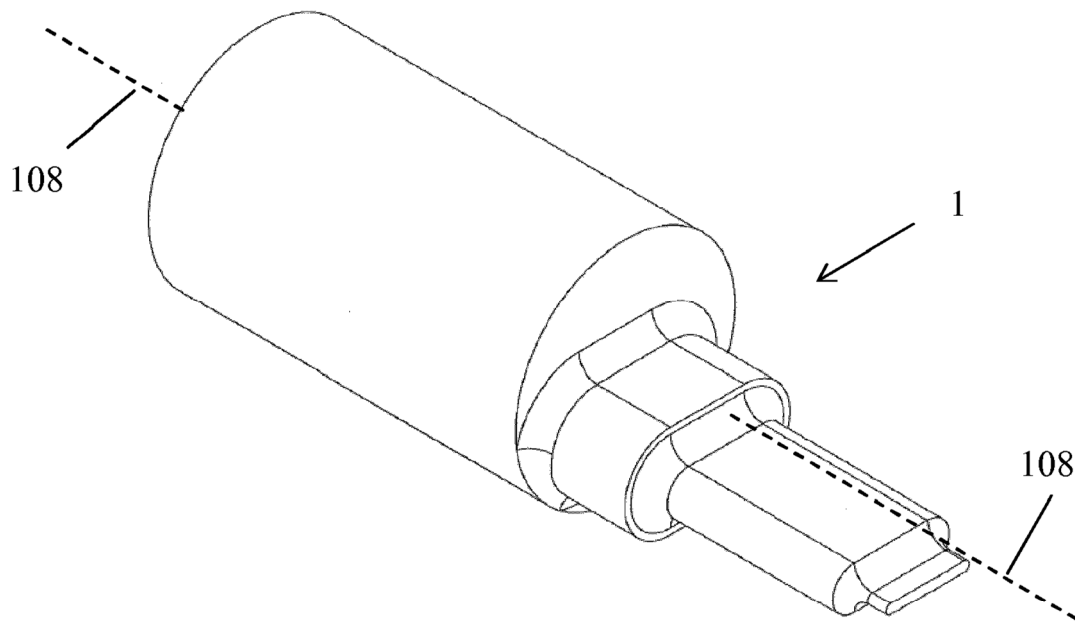


Figura 11

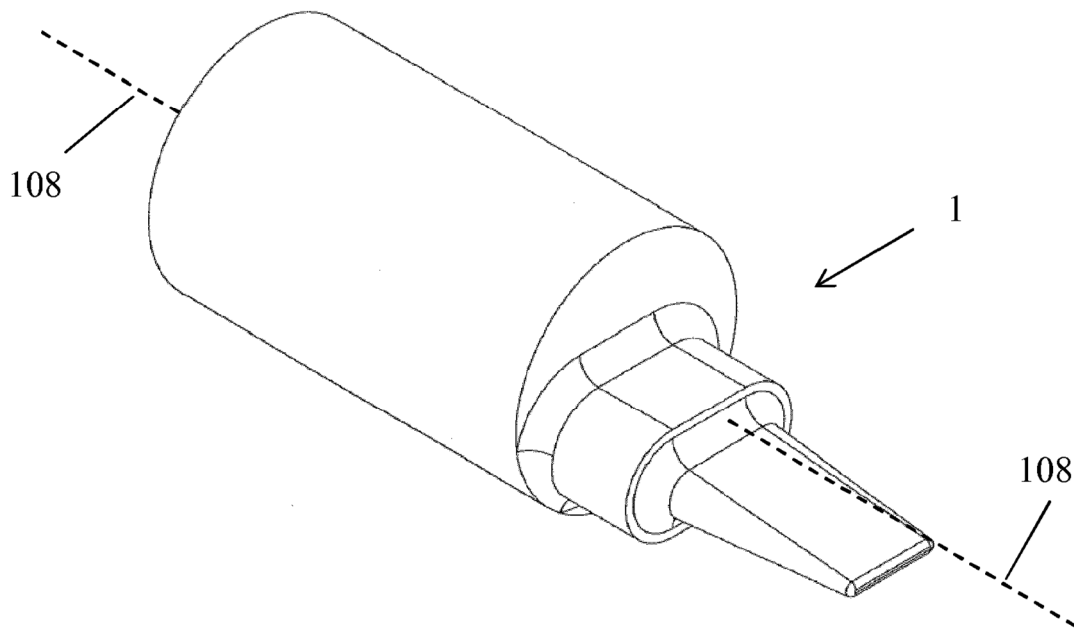


Figura 12

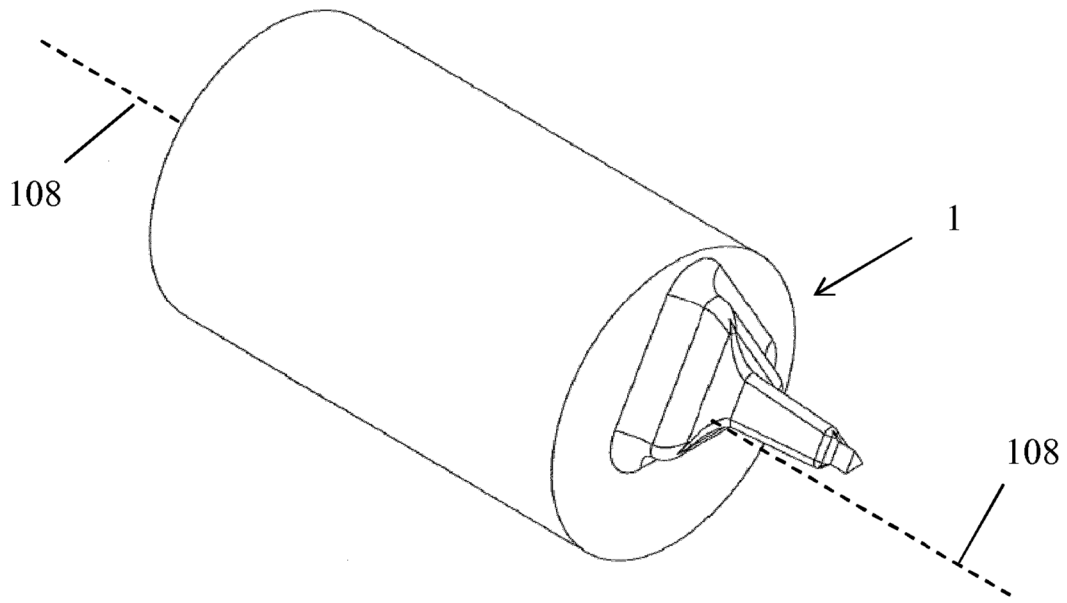


Figura 13

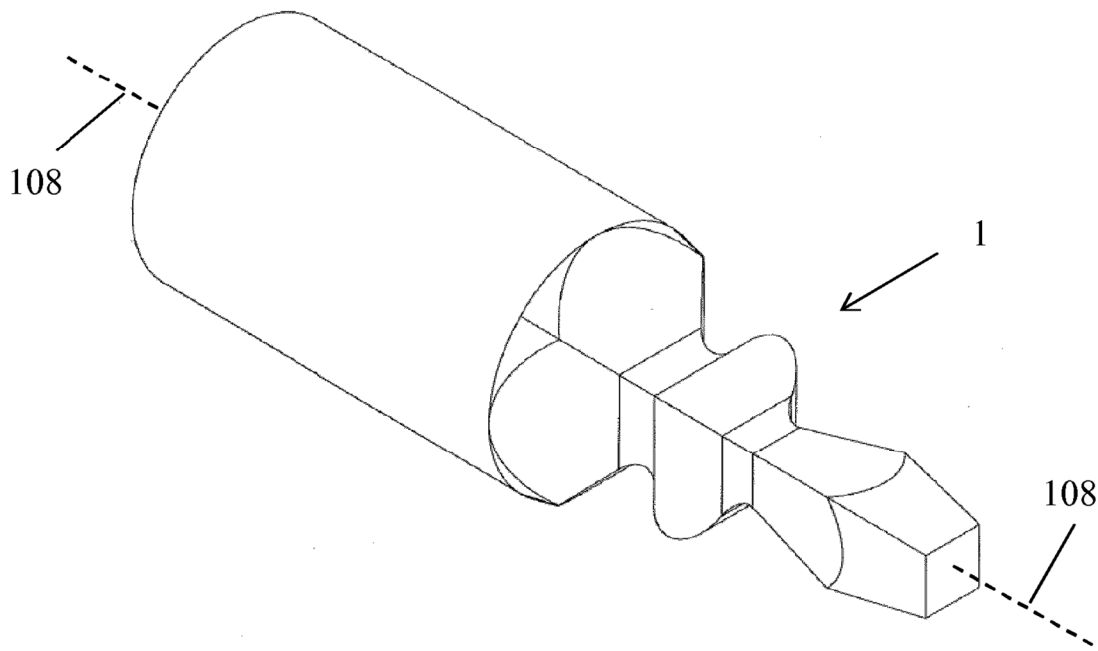


Figura 14