

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 668 349**

51 Int. Cl.:

**B21C 23/00** (2006.01)

**B21C 23/18** (2006.01)

**B21C 31/00** (2006.01)

**B21J 9/20** (2006.01)

**B21C 23/32** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.12.2015** **E 15200103 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.02.2018** **EP 3181249**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para el conformado de una pieza de trabajo por medio de extrusión**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**17.05.2018**

73 Titular/es:

**FELSS SYSTEMS GMBH (100.0%)**  
**Dieselstrasse 2**  
**75203 Königsbach-Stein, DE**

72 Inventor/es:

**MICHI, WERNER;**  
**HEINRICHS, SERJOSHA;**  
**PIXA, RUDOLF;**  
**BEIHOFFER, DENNIS y**  
**MARRÉ, MICHAEL, DR.**

74 Agente/Representante:

**AZNÁREZ URBIETA, Pablo**

ES 2 668 349 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 el conformado de una pieza de trabajo por medio de extrusión**

5

La invención se refiere a un procedimiento de conformado de una pieza de trabajo por medio de extrusión, en particular por medio de extrusión en frío, en el cual una herramienta de conformado y una pieza de trabajo a conformar se desplazan durante el conformado de la pieza de trabajo una hacia la otra con un impulso de conformado a lo largo de un recorrido de conformado, actuando, para el conformado de la pieza de trabajo, la herramienta de conformado y la pieza de trabajo una contra la otra con una fuerza de avance, pudiéndose alejar la herramienta de conformado y la pieza de trabajo una de la otra mediante un impulso de retorno por un recorrido de retorno después de haber procesado una parte del impulso de conformado (impulso parcial de conformado) de una parte del recorrido de conformado (recorrido parcial de conformado) y volviendo a desplazarse la herramienta de conformado y la pieza de trabajo una hacia la otra después del impulso de retorno con un nuevo impulso parcial de conformado por un recorrido parcial de conformado.

20

La invención se refiere además a un dispositivo para conformar una pieza de trabajo por extrusión, en particular por extrusión en frío,

- con una herramienta de conformado, así como
- con un accionamiento motorizado de conformado dirigido por un dispositivo de control, preferiblemente numérico, por medio del cual pueden acercarse, durante el conformado de la pieza de trabajo, la herramienta de conformado y la pieza de trabajo a conformar una hacia la otra con un impulso de conformado a lo largo de un recorrido de conformado y alejarse una de la otra con un impulso de retorno por un recorrido de retorno, pudiendo actuar, mediante el accionamiento de conformado, una sobre la otra durante el conformado de la pieza de trabajo con una fuerza de avance.

Finalmente, la invención se refiere a un programa de mecanizado para el funcionamiento de un dispositivo del tipo antes mencionado.

- 5 Un estado de la técnica de este tipo se describe en la patente DE 197 35 486 A1.

En el caso del estado de la técnica anterior, una pieza de trabajo a conformar y una matriz de conformado asentada sobre la pieza de trabajo se mueven una hacia la otra a lo largo de un eje de avance. Debido a la actuación de la matriz de conformado sobre la pieza de trabajo, comienza a fluir el material de la pieza de trabajo y en el transcurso de un movimiento relativo de la matriz de conformado y la pieza de trabajo, realizado a lo largo de un eje de avance, se va conformando la pieza mediante la matriz de conformado. El movimiento relativo de la matriz de conformado y la pieza de trabajo se lleva a cabo como un movimiento no uniforme. Un dispositivo de generación de frecuencias hace que la matriz de conformado y la pieza de trabajo se desplacen alternativamente acercándose o alejándose una de la otra, hasta que la pieza de trabajo haya quedado conformada sobre un recorrido de conformado a procesar.

- 20 El objetivo de la presente invención es una optimización del estado de la técnica.

Este objetivo se alcanza, según la invención, mediante el procedimiento según la reivindicación 1 y el dispositivo según la reivindicación 6, en el que para realizar el procedimiento según la reivindicación 1 y para hacer funcionar el dispositivo según la reivindicación 6 sirve, preferiblemente, el programa de mecanizado según la reivindicación 7.

Durante la extrusión, una herramienta de conformado ejerce una fuerza de compresión sobre una pieza de trabajo a conformar, que está dimensionada de manera que exceda el límite de fluencia del material de la pieza de trabajo. Para este fin, la herramienta de conformado y la pieza de trabajo a conformar actúan una contra la otra con una fuerza de avance. Una vez comenzada la fluencia del material de la pieza de trabajo, la herramienta de conformado y la pieza de trabajo

se desplazan una hacia la otra con un impulso de conformado mientras se va conformando la pieza de trabajo por medio de la herramienta de conformado. Existe la posibilidad de que, durante el impulso de conformado, realizado bajo el efecto de la fuerza de avance, se desplace solo la herramienta de conformado

5 con respecto a la pieza de trabajo a conformar, o sólo la pieza de trabajo a conformar con respecto a la herramienta de conformado, o tanto la herramienta de conformado como la pieza de trabajo a conformar. La cantidad de fuerza presión que debe ejercer la herramienta de conformado sobre la pieza de trabajo y, por lo tanto, también la fuerza de avance a aplicar, disminuyen tan pronto como

10 el material de la pieza de trabajo comience a fluir. Sin embargo, en el desarrollo posterior del proceso de conformado deberá aumentar la fuerza de avance, en base a la cual se ajusta el movimiento relativo de la herramienta de conformado y la pieza de trabajo necesario para la conformación de la pieza. Causas concebibles que hagan necesario aumentar la fuerza de avance durante el

15 movimiento relativo de la herramienta de conformado y la pieza de trabajo pueden ser la degradación gradual de una película lubricante que se ha formado entre la herramienta de conformado y la pieza de trabajo a conformar por la aplicación de lubricante al comienzo del impulso de conformado y / o la solidificación del material fluido. El aumento de la fuerza de avance aplicada para conformar la

20 pieza de trabajo supone un aumento respectivo de la fricción que se produce como consecuencia del movimiento relativo de la herramienta de conformado y la pieza de trabajo. Según la invención se conforman en particular piezas de trabajo hechas de metal, por ejemplo de acero.

25 Debido a que según la invención se define un valor límite para la cantidad de fuerza de avance ejercida sobre la herramienta de conformado y/o sobre la pieza de trabajo a conformar, queda indirectamente limitada la cantidad de fricción entre la herramienta de conformado y la pieza de trabajo. Si la fricción entre la herramienta de conformado y la pieza de trabajo a conformar alcanza o supera

30 durante el impulso de conformado cierto límite - antes de que la pieza de trabajo haya quedado procesada en todo su recorrido de conformado – la fuerza de avance, ejercida sobre la herramienta de conformado y/o sobre la pieza de trabajo para producir el impulso de conformado, alcanzará o superará el valor límite

definido y se interrumpirá el impulso de conformado después de un impulso parcial de conformado. A continuación, la herramienta de conformado y la pieza de trabajo no procesada en su totalidad se alejan una de la otra con un impulso de retorno por un recorrido de retorno. En la separación producida así entre la  
 5 herramienta de conformado y la pieza de trabajo se puede volver a aplicar lubricante que, en el siguiente impulso parcial de conformado después del retorno, permitirá una fricción relativamente baja entre la herramienta de conformado y la pieza de trabajo a conformar. Si es necesario, este procedimiento continuará hasta que la pieza de trabajo haya quedado conformada en todo su recorrido de  
 10 conformado.

Al limitar la fricción producida durante el impulso de conformado entre la herramienta de conformado y la pieza de trabajo a conformar, se minimiza el desgaste que se produce en la herramienta de conformado debido a la fricción y  
 15 se evita un deterioro de la calidad de resultado del conformado a causa de la fricción.

Al mismo tiempo se asegura que un impulso de retorno de la herramienta de conformado y/o de la pieza de trabajo a conformar, provocado por alcanzar o  
 20 superar el valor límite para la cantidad de fuerza de avance, solo se lleve a cabo cuando así lo requiera el desarrollo cuantitativo de la fricción creada en un impulso de conformado entre la herramienta de conformado y la pieza de trabajo a conformar y con ello el desarrollo cuantitativo de la fuerza de avance aplicada a la herramienta de conformado o a la pieza de trabajo a conformar.

25

Por lo tanto, es concebible según la invención, que la herramienta de conformado y la pieza de trabajo a conformar se muevan sin interrupción una hacia la otra en todo el recorrido de conformado, y por lo tanto se realice el conformado de la pieza de trabajo de una sola vez. Impulsos de retorno solo se aplican, si son  
 30 realmente necesarios por las razones antes expuestas.

En consecuencia, según la invención, se puede conseguir un mínimo desgaste de la herramienta de conformado y una calidad de procesamiento máxima de la

pieza de trabajo conformada con una longitud total mínima del recorrido, a lo largo del cual se tienen que desplazar la herramienta de conformado y la pieza de trabajo a conformar una hacia la otra hasta la finalización del proceso de conformado. Una minimización de la cantidad de movimiento relativo realizado por la herramienta de conformado y la pieza de trabajo a conformar hasta el final del proceso de conformado tiene, a su vez, un efecto reductor del desgaste. Además, la minimización, según la invención, de la longitud total del recorrido de la herramienta de conformado y la pieza de trabajo, una hacia la otra, se traduce en una optimización del tiempo de cada proceso de conformado y por lo tanto, posiblemente también una minimización del tiempo de ciclo del proceso de producción principal.

Las realizaciones preferidas de la invención según las reivindicaciones independientes 1, 6 y 7 emergen de las reivindicaciones dependientes 2 a 5.

En una variante preferida del procedimiento según la invención, el límite para la cantidad de la fuerza de avance con la que la herramienta de conformado y la pieza de trabajo actúan una contra la otra durante el conformado de la pieza, se define en relación a la cantidad de la fuerza de avance con la que, por efecto de la fuerza ejercida sobre la herramienta de conformado y/o la pieza de trabajo, comienza la fluencia del material de la pieza de trabajo (reivindicación 2). Según la invención, se hace uso, en particular, de la posibilidad de definir un valor límite que se corresponda con la cantidad de fuerza de avance al iniciarse la fluencia del material de la pieza de trabajo o que sea levemente inferior (reivindicación 4).

La cantidad de fuerza de avance ejercida sobre la herramienta de conformado y / o la pieza de trabajo con la que comienza la fluencia del material de la pieza de trabajo mecanizada se puede calcular teniendo en cuenta los parámetros pertinentes, en particular, de las propiedades de los materiales.

Con una sincronización óptima del caso específico de procesamiento, se da una variante del procedimiento según la invención, en la cual para definir el valor límite de la cantidad de fuerza de avance ejercida durante el conformado sobre la

herramienta de conformado y /o la pieza de trabajo, se tomará como referencia la cantidad de fuerza de avance medida previamente al inicio de la fluencia del material de la pieza de trabajo (reivindicación 3). Mediante la medición de la cantidad de fuerza de avance con la que realmente comenzó la fluencia del material de la pieza de trabajo en el caso específico de procesamiento, se obtiene una base representativa para el caso específico para definir el valor límite de la cantidad de fuerza de avance. Además, así se registran y compensan discontinuidades y desviaciones del proceso relacionadas con la máquina. En general, el método según la invención adquiere un carácter de autoaprendizaje.

La magnitud de la fuerza de avance necesaria para que comience en un caso concreto de mecanizado la fluencia del material de la pieza de trabajo, está condicionada por ejemplo por el estado de desgaste de la herramienta de conformado y / o por el estado de la herramienta y de las superficies de la pieza de trabajo que están en contacto entre sí.

15

En otra realización preferida del procedimiento según la invención está provista evidencialmente en la reivindicación 5, que el valor límite para la cantidad de fuerza de avance ejercida durante el conformado sobre la herramienta de conformado y / o la pieza de trabajo a lo largo del recorrido de conformado se define de forma variable. Este enfoque tiene en cuenta el hecho de que las condiciones durante el conformado de la pieza de trabajo pueden cambiar a lo largo del recorrido de conformado condicionadas, por ejemplo, por la herramienta, la pieza de trabajo y/o el material. La variante de procedimiento de autoaprendizaje según la reivindicación 2 ofrece una opción preferida de la invención para la definición variable del valor límite para la cantidad de fuerza de avance.

Para cada impulso parcial de conformado se puede definir de forma independiente un valor límite de la cantidad de fuerza de avance.

30

A continuación se explica detalladamente la invención mediante ejemplos de ilustraciones esquemáticas que muestran lo siguiente:

Figura 1 un dispositivo para la extrusión de piezas de trabajo y

Figura 2 un procedimiento de conformado realizado por medio del dispositivo de la figura 1, mostrado en un diagrama de fuerza y tiempo

- 5 Según la figura 1, un dispositivo 1 para conformar piezas de trabajo comprende como herramienta de conformado una matriz de conformado 2, que puede desplazarse por medio de un accionamiento de conformado 3 a lo largo de un eje de movimiento 4 y en relación a una pieza de trabajo a conformar. En el ejemplo que se muestra, la pieza de trabajo es un eje de acero en bruto 5 de un eje de
- 10 transmisión para vehículos de motor. El eje en bruto 5 se sujeta mediante una unidad de fijación 6 y, por lo tanto, es inamovible a lo largo del eje de movimiento 4. En un extremo 7 del eje en bruto 5 de diámetro reducido debe proveerse un dentado externo mediante extrusión en frío, extendiéndose sus dientes paralelos al eje de movimiento 4 a lo largo del extremo 7 del eje. Para este fin, dispone la
- 15 matriz de conformado 2 de un correspondiente dentado de conformación 8. El dentado de conformación 8 comprende dientes, no mostrados en detalle, que discurren paralelos al eje de movimiento 4 en la pared de una sección cilíndrica hueca 9, de diámetro reducido, de una abertura de matriz 10 de la matriz de conformado 2. La abertura de matriz 10 se ensancha hacia el eje en bruto 5,
- 20 comenzando desde la sección 9 cilíndrica hueca de diámetro reducido para formar una entrada 11 cónica de la matriz de conformado 2.

El accionamiento de conformado 3 del dispositivo 1 consiste en el presente caso en una unidad de cilindro y pistón hidráulico con un cilindro estacionario 12 y un

25 pistón 13 en el interior del cilindro 12 desplazable a lo largo del eje de movimiento 4. Se pueden considerar otros tipos de construcción de accionamientos, como por ejemplo servo-cilindros.

Sobre un vástago de pistón 14 del pistón 13 está montada, en el exterior del

30 cilindro 12, la matriz de conformado 2, produciéndose la conexión entre el vástago de pistón 14 y la matriz de conformado 2 a través de un acoplamiento rígido 15.



En el área del acoplamiento rígido 15, hay un dispositivo de medición de fuerza 16 que, al igual que una unidad de evaluación 17, una unidad de comparación 18 y una unidad de control 19, forma parte de un dispositivo de control numérico programable 20 del accionamiento de conformado 3. El dispositivo de medición de  
5 fuerza 16 incluye sensores de fuerza de diseño convencional.

En el lado de la matriz de conformado 2 alejado del acoplamiento rígido 15 viene señalado un suministro de lubricante 21. El suministro de lubricante 21 está unido a la matriz de conformado 2 y puede desplazarse junto con ésta a lo largo del eje  
10 de movimiento 4.

Para conformar el eje en bruto 5 en el extremo 7 del eje se acciona el accionamiento de conformado 3 a partir de las condiciones mostradas en la figura 1. Como resultado, se mueven el pistón 13 del accionamiento de conformado 3  
15 junto con el vástago de pistón 14 y la matriz de conformado 2 unida a éste en una dirección de avance (flecha 22), en la figura hacia la derecha. Así, el extremo 7 del eje en bruto 5 se introduce, recorriendo el eje de movimiento 4, en la abertura 10 de la matriz de conformado 2. La sección transversal del extremo del eje 7 es mayor que la sección transversal de la sección cilíndrica hueca de diámetro  
20 reducido 9 de la abertura de matriz 10, medida sobre las puntas de los dientes del dentado de conformado 8.

Por lo tanto, en el transcurso del movimiento realizado por la matriz de conformado 2 con respecto al eje en bruto 5 a lo largo del eje de movimiento 4, se  
25 acerca el dentado de conformado 8 de la matriz de conformado 2 con los extremos de sus dientes sobresaliendo en la dirección de avance 22 hacia la cara frontal del extremo 7 del eje en bruto 5. Bajo la acción de la fuerza de avance axial, ejercida por el accionamiento de conformado 3 sobre la matriz de conformado 2 en la dirección de avance 22, se aplica presión sobre el eje en bruto  
30 5 por medio de la matriz de conformado 2 en la dirección de avance 22. La cantidad de la fuerza de avance ejercida sobre la matriz de conformado 2 se mide mediante el dispositivo de medición de fuerza 16 del dispositivo de control

numérico 20 y se proporciona a la unidad de evaluación 17 del dispositivo de control numérico 20.

- La magnitud de la fuerza de avance ejercida por el accionamiento de conformado 3 sobre la matriz de conformado 2, adyacente a la cara frontal extremo del eje 7, aumenta hasta que el material del eje en bruto 5 comienza a fluir bajo el efecto de la fuerza de presión ejercida por la matriz de conformado 2 sobre el extremo del eje 7.
- El comienzo de la fluencia de material se manifiesta por una repentina disminución de la resistencia que opone el eje en bruto 5 contra la matriz de conformado 2, sobre la que se ejerce fuerza en la dirección de avance 22, y por lo tanto también por una repentina disminución de la fuerza de avance ejercida sobre la matriz de conformado 2. Sobre la base de la curva de fuerza que así se forma, identifica la unidad de evaluación 17, a la cual se proporcionan continuamente los valores de fuerza de avance medidos por el dispositivo de medición de fuerza 16, aquel valor de fuerza de avance ejercida por el accionamiento de conformado 3 sobre la matriz de conformado 2, con el cual comienza en el caso concreto de mecanizado la fluencia del material del eje en bruto 5. Sobre la base de este valor de la fuerza de avance define la unidad de evaluación 17 un valor límite para la cantidad de fuerza de avance ejercida por el accionamiento de conformado 3 sobre la matriz de conformado 2 durante el proceso de conformado del eje en bruto 5, midiéndose en el presente caso dicho valor límite de forma que sea ligeramente inferior a la cantidad de fuerza de avance ejercida por el accionamiento de conformado 3 sobre la matriz de conformado 2 cuando comienza la fluencia de material. El valor límite definido por la unidad de evaluación 17 para la cantidad de fuerza de avance ejercida por el accionamiento de conformado 3 sobre la matriz de conformado 2 durante el proceso de conformado del eje en bruto 5 se entrega a la unidad de comparación 18 del dispositivo de control numérico 20.

Después de comenzar la fluencia de material del eje en bruto 5 se desplaza la matriz de conformado 2, impulsada por el accionamiento de conformado 3, a lo

largo del extremo 7 del eje en bruto 5 durante el conformado del mismo, en la dirección de avance 22.

El lubricante que se ha aplicado sobre el extremo 7 del eje en bruto 5 a través del  
 5 suministrador de lubricante 21 antes de comenzar a moverse la matriz de conformado 2 durante el conformado del eje en bruto 5, forma una película lubricante entre el dentado de conformado 8 de la matriz de conformado 2 y la superficie del extremo 7 del eje en bruto 5. La película lubricante proporciona una reducción de la fricción entre los dientes del dentado de conformado 8 de la matriz  
 10 de conformado 2, por un lado, y la parte del extremo 7 del eje en bruto 5 conformada por medio de los dientes del dentado de conformado 8, por otro lado. Debido al avance de movimiento de la matriz de conformado 2, se desintegra gradualmente la película lubricante entre el dentado de conformado 8 de la matriz de conformado 2 y el extremo 7 del eje en bruto 5 y al movimiento de la matriz de  
 15 conformado 2 con respecto al eje en bruto 5 se opone, a causa de la fricción, una creciente resistencia al movimiento. El accionamiento de conformado 3 aplica una fuerza de avance creciente en cantidad sobre la matriz de conformado 2 en la dirección de avance 22 para superar la resistencia al movimiento.

20 También durante el movimiento axial de la matriz de conformado 2 con respecto al extremo 7 del eje en bruto 5, subsiguiente al comienzo de la fluencia de material, se mide continuamente la cantidad inmediata de fuerza de avance aplicada sobre la matriz de conformado 2 por medio del dispositivo de medición de fuerza 16. Los valores medidos obtenidos se comparan continuamente en la  
 25 unidad de comparación 18 con el valor límite previamente definido para la cantidad de la fuerza de avance ejercida sobre la matriz de conformado 2. Si la cantidad de fuerza de avance medida alcanza durante el impulso de conformado de la matriz de conformado 2 el valor límite indicado en la unidad de comparación 18 antes de finalizar la conformación a lo largo de todo el recorrido de  
 30 conformado, la unidad de control 19 del dispositivo de control numérico 20 dirigirá el accionamiento de conformado 3 de tal modo que quede interrumpido el movimiento de la matriz de conformado 2 en la dirección de avance 22 y dicha matriz de conformado 2 se mueva en cambio en una dirección de retorno (flecha

23) opuesta a la dirección de avance 22 por un recorrido de retorno indicado en dispositivo de control numérico 20.

Debido al impulso de retorno realizado por la matriz de conformado 2 después de un impulso de avance parcial, queda accesible una sección longitudinal previamente conformada del extremo 7 del eje en bruto 5 para la tarea del suministro de lubricante 21. Después de suministrar lubricante al extremo 7 del eje en bruto 5, la matriz de conformado 2 se desplaza de nuevo desde la posición de retorno en la dirección de avance 22 por medio del accionamiento de conformado 3 hasta que los extremos longitudinales de los dientes del dentado de conformado 8 dispuesto en la matriz de conformado 2 avancen hacia la parte del extremo 7 del eje en bruto 5 aún no conformada. Al aumentar la fuerza de avance ejercida por el accionamiento de conformado 3 sobre la matriz de conformado 2, vuelve a iniciarse la fluencia del material del eje en bruto 5.

La cantidad de fuerza de avance ejercida sobre la matriz de conformado 2 al iniciarse de nuevo la fluencia del material del eje en bruto 5 se mide por medio del dispositivo de medición de fuerza 16 y se utiliza en la unidad de evaluación 17 del dispositivo de control numérico 20 como base para la re-definición de un valor límite de la cantidad de fuerza de avance ejercida sobre la matriz de conformado 2 durante el proceso de conformado del eje en bruto 5 y se indica a continuación a la unidad de comparación 18.

Al nuevo comienzo de fluencia de material le sigue un nuevo impulso parcial de conformado de la matriz de conformado 2 con respecto al eje en bruto 5. Asimismo, durante el impulso parcial de conformado, el dispositivo de medición de fuerza 16 mide la cantidad de fuerza de avance ejercida por el accionamiento de conformado 3 sobre la matriz de conformado 2 y la compara en la unidad de comparación 18 con el valor límite previamente definido. Si la cantidad de fuerza de avance medida alcanza el valor límite predefinido, el accionamiento de conformado 3 es dirigido de nuevo por la unidad de control 19 del dispositivo de control numérico 20 en el sentido de un impulso de retorno de la matriz de conformado 2 antes de que se realice un nuevo impulso parcial de conformado.

Se procede de esta forma hasta que el extremo 7 del eje en bruto 5 haya quedado conformado en todo su recorrido de conformado.

La figura 2 muestra el curso temporal de la fuerza de avance ejercida por el accionamiento de conformado 3 sobre la matriz de conformado durante un impulso parcial de conformado de un proceso de conformado, en el que la matriz de conformado 2 realiza varios impulsos parciales de conformado y entre ellos respectivamente un impulso de retorno hasta que el extremo 7 del correspondiente eje en bruto 5 haya quedado provisto por toda su longitud del dentado externo deseado.

Después de un impulso de retorno de la matriz de conformado 2, al final del cual la matriz conformadora 2 queda retirada sobre una longitud parcial anteriormente conformada frente a una longitud residual todavía no conformada del extremo del eje 7, comienza en el punto I una nueva aplicación de la matriz de conformado 2 por medio del accionamiento de conformado 3 con una fuerza de avance en la dirección de avance 22. En el punto II la matriz de conformado 2 con el dentado conformador 8 se ha acercado en la dirección de avance 22 a la longitud residual del extremo del eje 7 aún no conformada. La fuerza de avance axial ejercida hasta ahí por el accionamiento de conformado 3 sobre la matriz de conformado 2 ha sido necesaria para desplazar la matriz de conformado 2 por la longitud parcial ya conformada del extremo del eje 7 y así salvar la fricción que se produce.

Una vez que la matriz de conformado 2 con su dentado conformador 8 se ha acercado a la longitud parcial no conformada del extremo de eje 7, la aplicación sobre la matriz de conformado 2 de una fuerza de avance que aumenta de forma relativamente rápida provoca una presión axial sobre el extremo 7 por parte de la matriz de conformado 2, de forma que comienza la fluencia del material del extremo de eje 7 (punto III).

30

Dependiendo de la medición que realiza, al comenzar la fluencia de material, el dispositivo de medición de fuerza 16 de la cantidad de fuerza de avance ejercida por medio del accionamiento de conformado 3 sobre la matriz de conformado 2 en

la dirección de avance 22, se define en el dispositivo de control numérico 20, de la forma antes mencionada, un valor límite para la cantidad de fuerza de avance aplicada por medio del accionamiento de conformado 3 sobre la matriz de conformado 2 durante el proceso de mecanizado del eje en bruto 5, valor que  
5 será ligeramente inferior a la cantidad de fuerza de avance durante el comienzo de la fluencia de material en el punto III. El valor límite determinado para la cantidad de fuerza de avance aplicada por el accionamiento de conformado 3 sobre la matriz de conformado 2 queda depositado en la unidad de comparación 18 del dispositivo de control numérico 20.

10

Después de comenzar la fluencia de material en el extremo 7 del eje, la fuerza de avance ejercida sobre la matriz conformadora 2 disminuye inicialmente de forma significativa. La matriz de conformado 2 se mueve a lo largo del extremo 7 del eje mientras lo deforma. La película lubricante formada, a causa del lubricante  
15 suministrado anteriormente al extremo 7 del eje, entre el dentado conformador 8 de la matriz de conformado 2 que se desplaza en la dirección de avance 22, por un lado, y el extremo de eje 7 por otro lado, disminuye gradualmente con el movimiento de avance de la matriz de conformado 2 a lo largo del extremo de eje 7. La degradación de la película lubricante viene acompañada de un aumento de  
20 la fuerza de avance ejercida por el accionamiento de conformado 3 sobre la matriz de conformado 2.

25

La cantidad de fuerza de avance ejercida por el accionamiento de conformado 3 sobre la matriz de conformado 2 alcanza finalmente en el punto IV el valor límite previamente definido y almacenado en la unidad de comparación 18 del  
dispositivo de control numérico 20. Como consecuencia, la unidad de control 19 del dispositivo de control numérico 20 dirige el accionamiento de conformado 3 de manera que se interrumpa el avance de la matriz de conformado 2 y ésta retroceda por un recorrido de retorno de la parte aún no procesada del extremo  
30 del eje 7 antes de reiniciar un impulso parcial de la matriz de conformado 2 (Punto la).

## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de conformado por extrusión de una pieza de trabajo (5), en particular por extrusión en frío, en el cual una herramienta de conformado (2) y una pieza de trabajo para conformar (5) se desplazan una hacia la otra conformando la pieza de trabajo (5) con un impulso de conformado a lo largo de un recorrido de conformado, actuando una contra la otra para conformar la pieza de trabajo (5) con una fuerza de avance, pudiéndose alejar la herramienta de conformado (2) y la pieza de trabajo (5) una de la otra con un impulso de retorno por un recorrido de retorno, una vez procesada una parte del recorrido de conformado, llamado recorrido parcial de conformado, de una parte del impulso de conformado, llamado impulso parcial de conformado, y reiniciándose, después del impulso de retorno, el movimiento mutuo de la herramienta de conformado (2) y la pieza de trabajo (5) con un impulso parcial adicional de conformado por un recorrido parcial de conformado, **caracterizado porque**
  - se mide la cantidad de la fuerza de avance con la cual actúan la herramienta de conformado (2) y la pieza de trabajo (5) una contra la otra para conformar la pieza de trabajo (5),
  - se define un valor límite de la cantidad de fuerza de avance con la cual actúan la herramienta de conformado (2) y la pieza de trabajo (5) una contra la otra para conformar la pieza de trabajo (5) y
  - se realiza un impulso de retorno cuando la cantidad de fuerza de avance medida, con la cual actúan la herramienta de conformado (2) y la pieza de trabajo (5) una contra la otra durante el conformado de la pieza de trabajo (5), alcanza o supera en un impulso parcial de conformado el valor límite definido.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el valor límite de la cantidad de fuerza de avance con la que actúan la herramienta de conformado (2) y la pieza de trabajo (5) una contra la otra durante el conformado de la pieza de trabajo (5), se define en función de la cantidad

de fuerza de avance ejercida recíprocamente por la herramienta de conformado (2) y la pieza de trabajo (5) con la cual, por efecto de dicha fuerza de avance, comienza la fluencia del material de la pieza de trabajo (5)

5

3. Procedimiento según la reivindicación 2, **caracterizado porque** el valor límite para la cantidad de la fuerza de avance con la que presionan la herramienta de conformado (2) y la pieza de trabajo (5) una contra la otra durante el conformado de la pieza de trabajo (5), se define en función de la cantidad de fuerza de avance con la que actúan la herramienta de conformado (2) y la pieza de trabajo (5) una contra otra, medida antes del comienzo de la fluencia del material de la pieza de trabajo (5).

10

4. Procedimiento según las reivindicaciones 2 o 3, **caracterizado porque** el valor límite para la cantidad de la fuerza de avance con la que actúan la herramienta de conformado (2) y la pieza de trabajo (5) una contra la otra durante el conformado de la pieza de trabajo (5), se define como una cantidad que se corresponde con la cantidad de fuerza de avance con la que comienza la fluencia del material de la pieza de trabajo (5) o que es menor que dicha cantidad de fuerza de avance.

15

20

5. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el valor límite para la cantidad de la fuerza de avance con el que la herramienta de conformado (2) y la pieza de trabajo (5) actúan una contra la otra durante el conformado de la pieza de trabajo (5), se define de forma variable a lo largo del recorrido de conformado.

25

6. Dispositivo para la conformación de una pieza de trabajo (5) por extrusión, en particular por extrusión en frío, que comprende

- una herramienta de conformado (2), así como
- 201un accionamiento de conformado (2) motorizado, dirigible por medio de un dispositivo de control (20), preferiblemente numérico, por medio del cual pueden acercarse la herramienta de conformado (2) y la pieza de trabajo a

30

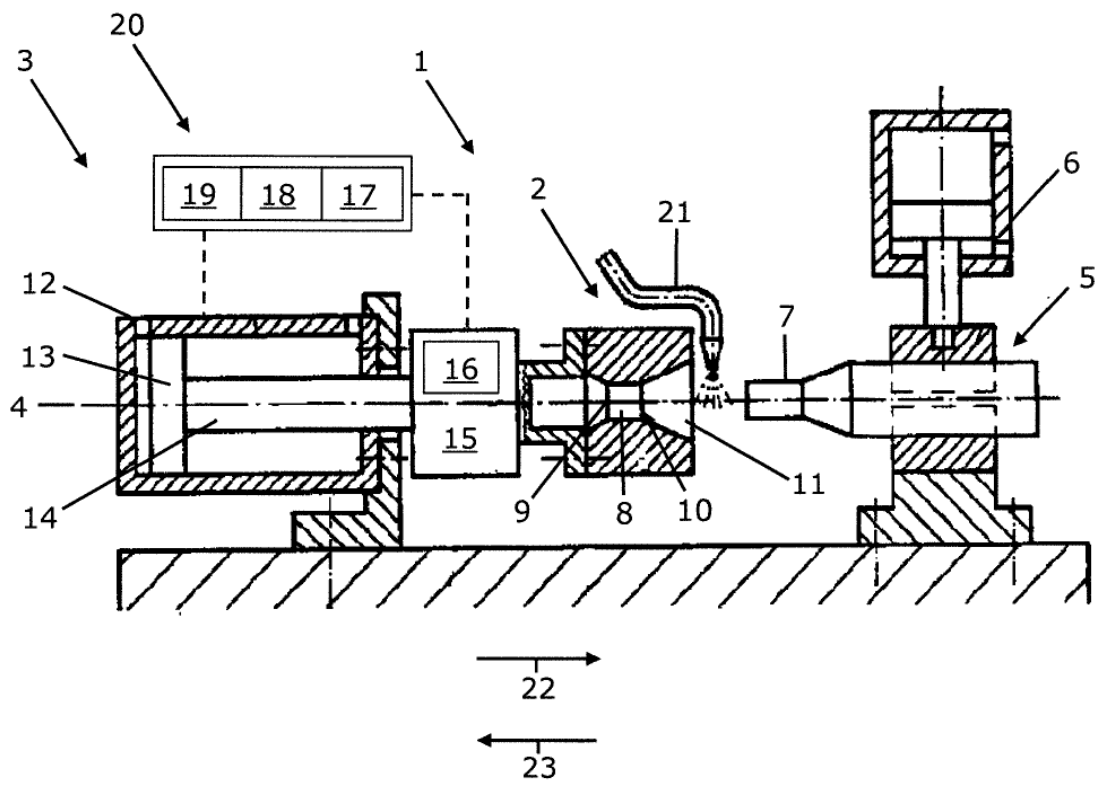


- conformar (5) durante el conformado de dicha pieza con un impulso de conformado a lo largo de un recorrido de conformado y alejarse una de la otra con un impulso de retorno a lo largo de un recorrido de retorno, pudiendo actuar, por medio de dicho accionamiento de conformado (3), la
- 5 herramienta de conformado (2) y la pieza de trabajo (5) una contra la otra con una fuerza de avance durante el conformado de la pieza de trabajo (5), **caracterizado porque** el dispositivo de control (20) para el accionamiento de conformado (3) comprende:
- 10 • un dispositivo de medición de fuerza (16) por medio del cual se puede medir la cantidad de fuerza de avance con la que actúan la herramienta de conformado (2) y la pieza de trabajo (5) una contra la otra por medio del accionamiento de conformado (3) durante el conformado de dicha pieza de trabajo,
  - 15 • una unidad de comparación (18) por medio de la cual se puede comparar la cantidad de fuerza de avance, medida por el dispositivo de medición de fuerza (16), con la que actúan la herramienta de conformado (2) y la pieza de trabajo (5) una contra la otra por medio del accionamiento de conformado (3) durante el conformado de dicha pieza de trabajo, con el

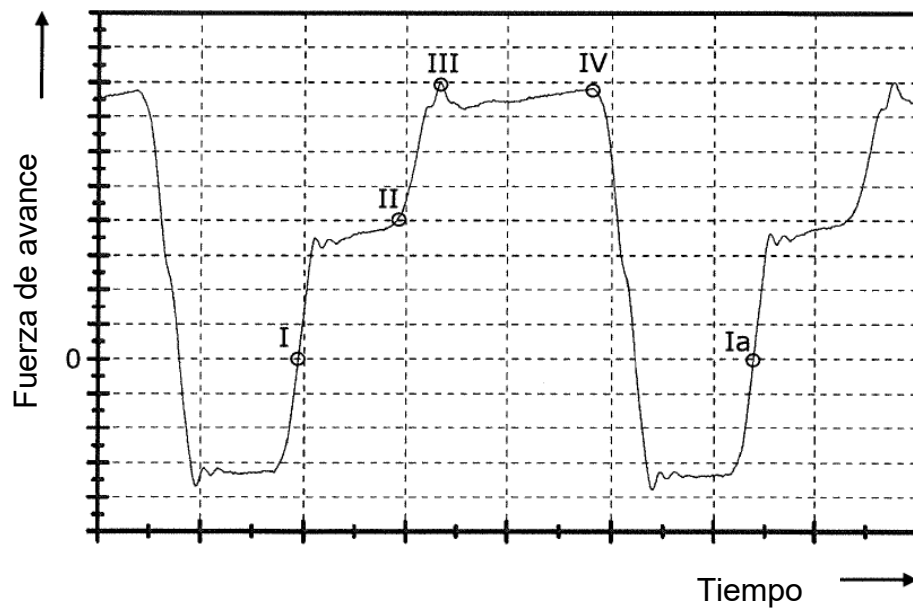
20 la herramienta de conformado (2) y la pieza de trabajo (5) una contra la otra durante el conformado de dicha pieza, así como
  - 25 • una unidad de control (19) por medio de la cual, si la cantidad de fuerza de avance medida alcanza o supera el valor límite definido para la cantidad de fuerza de avance con la que la herramienta de conformado (2) y la pieza de trabajo (5) actúan una contra la otra por medio del accionamiento de conformado (3) durante el conformado de la pieza de trabajo (5), puede dirigirse el accionamiento motorizado de conformado (3) de tal forma, que dicho accionamiento desplace la herramienta de conformado (2) y la pieza de trabajo (5), una con respecto a la otra, con un impulso de retorno a lo

30 largo de un recorrido de retorno después de una parte de impulso de conformado, llamado impulso parcial de conformado, realizado sobre una parte del recorrido de conformado, llamado recorrido parcial de conformado.

- 5 7. Programa de mecanizado para el funcionamiento de un dispositivo según la reivindicación 6, **caracterizado porque** dicho programa comprende ordenes de control para el dispositivo de la reivindicación 6, que permiten implementar el procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, cuando el programa de mecanizado se ejecuta en un dispositivo de control numérico (20) del dispositivo según la reivindicación 6.



**Fig. 1**



**Fig. 2**