

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 685 021**

51 Int. Cl.:

**B30B 15/28** (2006.01)

**B30B 15/14** (2006.01)

**B30B 15/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.05.2014 PCT/EP2014/060475**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.12.2014 WO14191285**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.05.2014 E 14726132 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.07.2018 EP 3003702**

54 Título: **Procedimiento para el control de una prensa con relación de transmisión variable**

30 Prioridad:

**28.05.2013 DE 102013105468**

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

**05.10.2018**

73 Titular/es:

**SCHULER PRESSEN GMBH (100.0%)  
Schuler-Platz 1  
73033 Göppingen, DE**

72 Inventor/es:

**REISCH, DIETER**

74 Agente/Representante:

**LINAGE GONZÁLEZ, Rafael**

ES 2 685 021 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 para el control de una prensa con relación de transmisión variable

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para el control de una prensa. Se trata de una prensa de trabajo ligada al recorrido. La prensa presenta un motor de accionamiento eléctrico, que sirve para mover un empujador de un lado a otro en una dirección de carrera entre un punto de inversión superior y un punto de inversión inferior. Para ello el motor de accionamiento eléctrico está acoplado en movimiento con el empujador a través de una transmisión de prensa. La transmisión presenta una relación de transmisión variable. La relación de  
10 transmisión se modifica en particular en función de qué posición presentan las piezas de la transmisión o qué posición presenta el empujador durante su movimiento de carrera. En el caso de tales transmisiones de prensa se puede tratar, por ejemplo, de transmisión de excéntrica o transmisión de palanca articulada. En estas transmisiones la relación de transmisión se vuelve muy grande en la zona del punto de inversión inferior y aumenta en cálculo hacia el infinito.

15

Se conocen prensas con motor de accionamiento eléctrico. Por ejemplo, el documento DE 10 2010 006 120 A1 describe una prensa con un servo-dispositivo tractor y un accionamiento articulado. En esta prensa se propone que los seguros frente a sobrecargas se puedan prever en forma por almohadillas de presión.

20 El documento DE 10 2007 026 727 A1 describe una prensa con servomotores, en la que se pueden prever por ejemplo almohadillas hidráulicas como seguros frente a sobrecargas.

En el procedimiento conocido por el documento DE 10 2005 040 263 A1 para la excitación de una prensa se regula en posición el accionamiento de empujador durante su movimiento de trabajo o su movimiento ascendente. En el  
25 caso de útil cerrado se conmuta de la regulación de posición a una regulación de par o de fuerza.

El documento US 2012/0111207 A1 describe un dispositivo de control para una servoprensa y un procedimiento de control correspondiente. A este respecto se calcula un par para el servomotor, que se usa para la generación de la fuerza de prensado. Se determina otro par que en el marco de regulación de posición o velocidad del empujador de  
30 prensa provoca las aceleraciones positivas o negativas requeridas del empujador. El par de trabajo para la fuerza de prensado y el par de control en el marco de la regulación de posición o velocidad se limitan por separado.

El documento US 2012/0111207 A1 también da a conocer un procedimiento según el preámbulo de la reivindicación  
35 1.

35

Por el documento WO 2013/045105 A1 se da a conocer un procedimiento y un dispositivo para la fabricación de bolas de material comprensible, por ejemplo material agrícola. Durante la compresión del material aumenta continuamente la fuerza de un empujador. Para evitar que esta fuerza sobrepase un valor umbral, la fuerza de sujeción antagonista se genera mediante una bola comprimida anteriormente en un canal de salida. En este canal  
40 de salida están presentes elementos de fricción, con los que se puede ajustar la fuerza de fricción y por consiguiente la fuerza de sujeción antagonista para el empujador.

En el dispositivo de control del par motor para una prensa según el documento EP 0922562 A1 se limita el par motor mediante la corriente de motor correspondiente. Para obtener la fuerza de prensado según un valor de consigna  
45 predeterminado, en la regulación del par motor se tienen en cuenta las aceleraciones del empujador. De este modo se pueden evitar desviaciones indeseadas del valor de consigna de la fuerza de prensado.

El documento US 2011/0061547 A1 describe una prensa y un procedimiento de control para la prensa, en el que se debe realizar una regulación de potencia variable de la prensa. Para ello se propone un control de campos del  
50 motor eléctrico. El par motor se limita en el marco de una regulación de posición o velocidad del empujador de la prensa. Esta limitación se realiza a través de corrientes de eje d y q predeterminadas correspondientemente para el motor eléctrico en el marco del control de campos.

En la servoprensa propuesta por el documento JP 2009 208134 A se debe evitar una sobrecarga debida a un calor  
55 excesivo, a fin de evitar un deterioro de los componentes, en particular servoamplificadores. Para ello en función del par motor se determina un valor de integral en base de la corriente de motor y el calor generado por ello. El calor se compara con un valor umbral de calor. Si se sobrepasa el valor umbral de calor se reduce la corriente del motor. Se limita el calor generado por ello.

60 El documento DE 10 2011 115 932 A1 describe un procedimiento para evitar fuerzas de prensado elevadas. Un

servomotor está conectado con un empujador montado de forma móvil en la dirección de carrera entre un punto de inversión superior y un punto de inversión inferior a través de una transmisión de prensa con relación de transmisión variable. El par de accionamiento del servomotor se limita a un par de fuerzas de limitación de trabajo.

- 5 Partiendo de ello se puede considerar como objetivo de la presente invención el proponer un procedimiento mejorado para el accionamiento de una prensa, que evite de forma segura una fuerza de prensado demasiado elevada a fin de impedir daños en la prensa.

Este objetivo se consigue mediante un procedimiento con las características de la reivindicación 1.

10

Según se expone al inicio, la prensa presenta un accionamiento de prensa con al menos un motor de accionamiento eléctrico y una transmisión de prensa, que establece un acoplamiento de movimiento entre el motor de accionamiento y el empujador. El empujador se puede mover de un lado a otro en una dirección de carrera entre un punto de inversión superior y un punto de inversión inferior.

15

En el procedimiento según la invención se predetermina en primer lugar una fuerza de prensado máxima, que también se designa como fuerza de prensado nominal, para la prensa. A continuación se determina un par de fuerzas máximo dependiente de la posición para el al menos un motor de accionamiento eléctrico en función de la fuerza de prensado máxima y la relación de transmisión variable. La relación de transmisión depende de la posición del empujador en su movimiento de carrera o de un ángulo de prensa predeterminado para el control de la prensa.

20

El ángulo de prensa describe un movimiento completo del empujador desde su punto de inversión superior al punto de inversión inferior y de vuelta al punto de inversión superior, modificándose el ángulo de prensa de 0° hasta 360°.

El punto de inversión inferior puede estar asociado - en función de la cinemática de la transmisión de prensa - a este respecto a un ángulo de prensa de aproximadamente 180°. Dado que la relación de transmisión se modifica durante

25

el movimiento de carrera del empujador, el par de fuerzas máximo se predetermina en función de la posición de carrera o en función del ángulo de prensa.

El par de fuerzas máximo dependiente de la posición describe para cada posición de carrera o para cada ángulo de prensa un par de accionamiento para el motor de accionamiento eléctrico, que no se debe sobrepasar a fin de no

30

sobrepasar la fuerza de prensado máxima durante el desarrollo posterior del movimiento de carrera del empujador. Cuando el par de accionamiento del al menos un motor de accionamiento eléctrico supera el par de fuerzas máximo, se constata que en el caso de un movimiento continuo del empujador y del motor de accionamiento se sobrepasaría la fuerza de prensado máxima con el par de accionamiento previsto.

35

Se conocen la relación de transmisión variable dependiente de la posición y el valor de consigna del par de accionamiento del al menos un motor de accionamiento eléctrico. De ello se puede determinar un desarrollo para un par de fuerzas máximo en función del ángulo de prensa o de la posición de empujador, el cual se sobrepasa antes de que se sobrepase la fuerza de prensado máxima. Por ejemplo puede ocurrir que cuando por error se introducen varias chapas en la prensa o el operario de la prensa ha efectuado erróneamente el ajuste de carrera - es decir, la

40

posición del punto de inversión inferior. Cuando el par de accionamiento sobrepasa el par de fuerzas máximo, es decir, se reconoce a tiempo el peligro y se puede iniciar una medida apropiada antes de sobrepasarse la fuerza de prensado máxima, a fin de evitar de forma segura un deterioro de la prensa.

45

En la determinación del par de fuerzas máximo dependiente de la posición también se tiene en cuenta al menos un parámetro que describe la recuperación elástica de la prensa. De este modo para cada ángulo de prensa o para cada posición del empujador se puede definir un par de fuerzas máximo para el motor de accionamiento eléctrico, cuyo sobrepaso indica que en el caso de un movimiento de carrera continuo del empujador desde el punto de inversión superior al punto de inversión inferior se debe esperar un sobrepaso de la fuerza de prensado máxima.

50

Por ejemplo, la transmisión de prensa puede presentar una transmisión de excéntrica o una transmisión de palanca articulada. En particular la transmisión de prensa presenta una relación de transmisión, que aumenta cuando el empujador se aproxima al punto de inversión inferior. Debido a esta relación de transmisión que se modifica no es suficiente supervisar el par motor. La relación de transmisión creciente aumenta fuertemente hacia el punto de inversión inferior y es de tamaño infinito en cálculo en la posición de inversión inferior. Por ello son suficientes pares

55

de accionamiento muy pequeños del motor de accionamiento eléctrico, para sobrepasar la fuerza de prensado máxima cerca del punto de inversión inferior. De este modo el ángulo de prensa o la posición de empujador y por tanto la posición de la transmisión se incluye en la determinación de un par de fuerzas máximo dependiente de la posición, de modo que se evitan de forma efectiva los daños de la prensa.

60

En un ejemplo de realización preferido, el par de fuerzas máximo dependiente de la posición se predetermina para

5 toda la carrera del empujador o para cada ángulo de prensa entre 0° y 360°. Alternativamente a ello podría ser suficiente predefinir el par de fuerzas máximo dependiente de la posición al menos dentro de un recorrido de fuerza nominal durante el movimiento del empujador desde el punto de inversión superior al punto de inversión inferior en una sección de movimiento hasta alcanzar el punto de inversión inferior. El recorrido de fuerza nominal puede ser de algunos milímetros hasta un centímetro del movimiento del empujador medido en la dirección de carrera.

10 Es ventajoso que el par de accionamiento del al menos un motor de accionamiento eléctrico se reduzca cuando se constata que existe el peligro de un sobrepaso del par de fuerzas máximo. El peligro del sobrepaso del par de fuerzas máximo se reconoce en particular porque el par de accionamiento actual del al menos un accionamiento eléctrico es mayor que el par de fuerzas máximo determinado dependiente de la posición. Para la reducción del par de accionamiento por ejemplo se puede reducir o desconectar completamente la corriente del motor.

15 Al reconocer el peligro del sobrepaso del par de fuerzas máximo también se puede frenar activamente el empujador a través del motor de accionamiento eléctrico. Por ejemplo, para ello el al menos un motor de accionamiento eléctrico se puede conmutar a su funcionamiento de generador. Alternativamente o adicionalmente también es posible alimentar con corriente el al menos un motor de accionamiento para la generación de una fuerza de frenado. A este respecto, el motor de accionamiento se excita por así decir de manera que intenta invertir su dirección de giro y de este modo genera una fuerza de frenado sobre el empujador.

20 Si el par de accionamiento sobrepasa el par de fuerzas máximo, el empujador se puede frenar respecto al movimiento del empujador predeterminado y en una forma de realización preferida moverse a una posición de referencia. Como posición de referencia sirve en particular el punto de inversión superior. De este modo la prensa se lleva a un estado definido. Debido a la elevación del empujador a la posición de referencia o el punto de inversión superior se posibilita el acceso a la pieza de trabajo. El operario puede examinar luego la causa para el sobrepaso amenazante de la fuerza de prensado máxima y subsanar el problema.

25 En una configuración preferida del procedimiento se genera una señal de alarma óptica y/o acústica, cuando el par de accionamiento sobrepasa el par de fuerzas máximo dependiente de la posición.

30 En la determinación del par de fuerzas máximo se tienen en cuenta las modificaciones del par de accionamiento que aparecen y que se provocan por aceleración predeterminadas del empujador. En función de la curva característica de movimiento del empujador depositada en el control de prensa, durante el movimiento de carrera del empujador pueden ser necesarias modificaciones del par de accionamiento, a fin de adaptar la posición y/o velocidad del empujador dependiente del tiempo o dependiente del ángulo de prensa a los valores de consigna predeterminados. Como aceleración del empujador se considera cualquier cambio de velocidad, es decir, aumentos de velocidad y reducciones de velocidad. Por ejemplo, en función del objetivo de conformación de la prensa durante una carrera se puede variar la velocidad de giro del al menos un motor de accionamiento eléctrico, a fin de acelerar el empujador en secciones de movimiento predeterminadas. Estas modificaciones del par de accionamiento conducen eventualmente a que se origine el peligro del sobrepaso de la fuerza de prensado máxima, pues estas modificaciones del par de accionamiento provocan una modificación de la energía cinética del empujador. Tales modificaciones del par de accionamiento provocadas o predeterminadas por la curva característica de movimiento del empujador se tienen en cuenta en la determinación del par de fuerzas máximo dependiente de la posición. De este modo se puede aumentar la exactitud del procedimiento y se evitan las evaluaciones erróneas de la fuerza de prensado que aparece.

45 Las modificaciones del par de accionamiento, que aparecen debido a la aceleración del empujador y que se pueden tener en cuenta en la determinación del par de fuerzas máximo, son aquellas modificaciones del par de accionamiento que aparecen independientemente del trabajo de conformación de la prensa. Las modificaciones de este tipo del par de accionamiento se pueden determinar, por ejemplo, en base a la curva característica de movimiento del empujador predeterminada. La curva característica de movimiento del empujador se puede obtener, por ejemplo, de la simulación del procedimiento de prensado o del control de prensa.

50 Según la invención las modificaciones del par de accionamiento que aparecen debido a las aceleraciones del empujador durante su carrera también se determinarán en una carrera de test o carrera en vacío del empujador sin pieza de trabajo. Según se ha explicado, estas modificaciones se determinan mediante la curva característica de movimiento del empujador a partir de una simulación o mediante una carrera en vacío antes de la puesta en funcionamiento de la prensa.

60 Según la invención, en la determinación del par de fuerzas máximo dependiente de la posición se tiene en cuenta

adicionalmente un parámetro dependiente del número de carreras adicionalmente a las modificaciones del par de accionamiento, que se producen a partir de su aceleración del empujador independientemente de su trabajo de conformación. Con número de carreras creciente también aumenta la aceleración del empujador, lo que se tiene en cuenta mediante el parámetro dependiente del número de carreras. El parámetro dependiente del número de carreras puede constituir por consiguiente un factor por el que se multiplican las modificaciones del par de accionamiento que aparecen independientemente del trabajo de conformación.

Configuraciones ventajosas de la invención se deducen de las reivindicaciones dependientes y de la descripción. La descripción se limita a características esenciales de la invención. Se debe recurrir al dibujo de forma complementaria. A continuación se explican en detalle ejemplos de realización de la invención mediante el dibujo adjunto. Muestran:

Figura 1 una representación esquemática similar a un diagrama de bloques de un ejemplo de realización de una prensa,

Figura 2 una imagen de principio esquemática de la relación entre un ángulo de prensa y el movimiento del empujador,

Figura 3 un desarrollo muy esquematizado a modo de ejemplo para la velocidad de giro del motor de accionamiento eléctrico de la prensa, así como el par de fuerzas máximo determinado en un recorrido de fuerza nominal,

Figura 4 una representación muy esquematizada, a modo de ejemplo del desarrollo temporal de la velocidad de giro del motor de accionamiento eléctrico así como del movimiento del empujador.

La figura 1 muestra una prensa 10 de trabajo ligada al recorrido con un bastidor de prensa 11. En el bastidor de prensa 11 está montado un empujador 12 guiado de forma desplazable en una dirección de carrera R. Una mesa de prensa 13 está dispuesta en el bastidor de prensa 11. El empujador 12 porta un útil superior 14 y en la mesa de prensa 13 está dispuesto un útil inferior 15. Los dos útiles 14, 15 colaboran para la conformación de una pieza de trabajo no representada. Para ello el empujador 12 con el útil superior 14 se puede mover hacia la mesa de prensa 13 o el útil inferior 15.

Un accionamiento de prensa 20 sirve para el movimiento del empujador 12. El accionamiento de prensa 20 presenta al menos un motor de accionamiento eléctrico 21 así como una transmisión de prensa 22. A continuación se acepta a modo de ejemplo que está presente un único motor de accionamiento 21. Pero el par de accionamiento requerido para la prensa 10 también se puede conseguir mediante una combinación de varios motores de accionamiento. Un dispositivo de control 23 sirve para el control o regulación del al menos un motor de accionamiento eléctrico 21.

La transmisión de prensa 22 no presenta una relación de transmisión  $\ddot{U}$  predeterminada de forma constante, sino una variable. La relación de transmisión  $\ddot{U}$  depende de la posición del empujador z del empujador 12 observado en la dirección de carrera R o de un ángulo de prensa  $\alpha$ . El ángulo de prensa  $\alpha$  sirve para la descripción de una carrera completa del empujador 12 partiendo de un punto de inversión superior OT hasta un punto de inversión inferior UT, en el que el empujador 12 presenta la distancia menor respecto a la mesa de prensa 13, y de nuevo de vuelta al punto de inversión superior OT. Un desarrollo de movimiento a modo de ejemplo de una carrera completa está ilustrado a trazos en la figura 4. Dado que el ángulo de prensa  $\alpha$  y la posición de empujador Z están en relación predeterminada, la relación de transmisión  $\ddot{U}$  se puede especificar como una primera función  $f_1$  del ángulo de prensa  $\alpha$  o como una segunda función  $f_2$  de la posición de empujador Z.

En el ejemplo de realización aquí ilustrado de la transmisión de prensa 22, la relación  $\ddot{U}$  puede aumentar constantemente durante el movimiento del empujador 20 desde el punto de inversión superior OT al punto de inversión inferior UT y va al infinito hacia el valor límite. En el ejemplo de realización según las figuras 1 y 2, la prensa 10 presenta una transmisión de excéntrica 23, que presenta una característica de transmisión semejante. En una transmisión de palanca articulada o un mecanismo de manivela tampoco es constante la relación de transmisión  $\ddot{U}$  en función de posición o recorrido y durante el desarrollo de una carrera.

Para la detección de la posición actual del empujador 12 o para la detección del ángulo de transmisión  $\alpha$ , la prensa 10 presenta un sensor de posición 25. El sensor de posición 25 puede estar asociado al empujador 12 y/o una pieza de transmisión de la transmisión de prensa 23 y/o al motor de accionamiento eléctrico 21. Por ejemplo, el sensor de posición 25 puede detectar la posición de giro de un árbol de entrada 26 de la transmisión de prensa 22, según se ilustra esto esquemáticamente en la figura 1.

La configuración constructiva concreta de la transmisión de prensa 22 puede ser distinta. Por ejemplo, el empujador 12 puede estar conectado de forma articulada con un anillo 28 a través de una biela 27, estando dispuesto el anillo

28 de forma giratoria de nuevo sobre un disco 29 accionado de forma excéntrica mediante el árbol de entrada 26. Alternativamente a esta realización representada en la figura 1, la biela 27 también puede estar articulada de forma excéntrica respecto al árbol de entrada 26 en el disco 29 (figura 2). En este caso el disco 29 puede estar dispuesto de forma concéntrica al árbol de entrada 26 o del eje de giro D.

5

En prensas 10 de este tipo existe el peligro de que debido a la relación de transmisión  $\dot{U}$  muy grande reinante en secciones de movimiento determinadas del empujador 12 se genera una fuerza de prensado demasiado grande que puede dañar la prensa 10. Para evitarlo según la invención se predetermina una fuerza de prensado máxima  $F_{max}$ . La fuerza de prensado máxima también se puede designar como fuerza nominal de la prensa 10. Adicionalmente

10

puede estar predeterminado un recorrido de fuerza nominal  $s$  dentro del que debe aparecer la fuerza de prensado máxima  $F_{max}$ . El recorrido de fuerza nominal  $s$  termina en el punto de inversión inferior UT del empujador 12 y puede tener una longitud por ejemplo de 5 a 6 mm, medido en la dirección de carrera R. A través del recorrido de fuerza nominal  $s$  y la fuerza de prensado máxima  $F_{max}$  también se puede determinar por ello la energía que se puede sacar como máximo de la prensa 10 durante la conformación.

15

En función de esta fuerza de prensado máxima  $F_{max}$  y la relación de transmisión  $\dot{U}$  dependiente de la posición se determina o calcula un par de fuerzas máximo  $M_{max}$  dependiente de la posición. El par de fuerzas máximo  $M_{max}$  representa un valor límite para el par de accionamiento M del motor de accionamiento eléctrico 21. De esta manera mediante la supervisión del par de accionamiento M se puede reconocer para cada posición del empujador z o para

20

cada ángulo de prensa  $\alpha$  si existe el peligro de que la fuerza de prensado máxima  $F_{max}$  se sobrepase al continuar el movimiento del empujador según la curva característica de movimiento del empujador predeterminada en el dispositivo de control 23 así como el par de accionamiento M predeterminado. Por consiguiente se garantiza que debido a la comparación del par de accionamiento con el par de fuerzas máximo  $M_{max}$  ya se reconozca con un ángulo de prensa  $\alpha$  o una posición de empujador z el peligro del sobrepase de la fuerza de prensado máxima  $F_{max}$ ,

25

antes de que éste sea el caso real. De esta manera se pueden introducir medidas que impidan de forma efectiva que la fuerza aplicada por el empujador 12 sobrepase la fuerza de prensado máxima  $F_{max}$ .

En otras palabras, el par de accionamiento M aplicado por el motor de accionamiento eléctrico 21 ya sobrepasa el par de fuerzas máximo  $M_{max}$  determinado, antes de que la fuerza aplicada por el empujador 12 alcance la fuerza de

30

prensado máxima  $F_{max}$ . Esto se puede determinar mediante la relación de transmisión  $\dot{U}$  conocida, el movimiento del empujador conocido y preferentemente adicionalmente de al menos un parámetro de recuperación elástica que describe la recuperación elástica de la prensa 10. El parámetro de recuperación elástica describe la recuperación elástica de la prensa durante la conformación de la pieza de trabajo. En la prensa 10 que trabaja en función del recorrido, la recuperación elástica depende del recorrido de conformación del empujador 12 desde la colocación

35

sobre la pieza de trabajo hasta el punto de inversión inferior UT.

En la figura 3 está representado un desarrollo fuertemente simplificado a modo de ejemplo para el par de fuerzas máximo  $M_{max}$ . El par de fuerzas máximo  $M_{max}$  dependiente de la posición se puede especificar para toda la carrera del empujador 12 desde el punto de inversión superior OT al punto de inversión inferior UT y de vuelta al

40

punto de inversión superior OT. Al menos se determina y supervisa el desarrollo para el par de fuerzas máximo  $M_{max}$  en la zona del recorrido de fuerza nominal  $s$ . En el caso más sencillo el par de fuerzas máximo  $M_{max}$  se especifica en base a una velocidad de giro constante  $n$  para el motor de accionamiento eléctrico 21, según se ilustra esquemáticamente con líneas continuas en la figura 3. El par de fuerzas máximo  $M_{max}$  aumenta fuertemente al comienzo del recorrido de fuerza nominal  $s$  hacia un valor máximo y cae de nuevo con una pendiente menor en

45

virtud al valor de nuevo hacia el punto de inversión inferior UT. Se origina un desarrollo en forma de dientes de sierra, que está representado muy esquemáticamente en la figura 3.

Alternativamente a ello también se pueden tener en cuenta las modificaciones de la velocidad de giro  $n$  del motor de accionamiento 21 y por tanto las aceleraciones del empujador 12 en la determinación del par de fuerzas máximo

50

$M_{max}$ , lo que se ilustra en la figura 3 mediante las secciones a trazos. Tales modificaciones de la velocidad de giro pueden estar predeterminadas en función de la tarea de conformación mediante una curva característica de movimiento K para el empujador 12 y estar almacenadas en el dispositivo de control 23. El dispositivo de control controla el motor de accionamiento 21, de modo que el empujador 12 se mueve conforme a la curva característica de movimiento K predeterminada. Una sencilla curva característica de movimiento K para una velocidad de giro

55

constante  $n$  está representado a trazos a modo de ejemplo en la figura 4.

Las modificaciones de velocidad de giro del motor de accionamiento 21, que están predeterminadas mediante la curva característica de movimiento K para el empujador 12, también conducen al cambio del par de accionamiento M proporcionado por el motor de accionamiento eléctrico 21. Tales modificaciones, que son independientes del trabajo

60

de conformación, se tienen en cuenta en la determinación del par de fuerzas máximo  $M_{max}$ . De este modo se

pueden evitar evaluaciones erróneas con vistas a un sobrepaso inminente de la fuerza de prensado máxima  $F_{max}$ .

En la figura 3 sólo se acepta a modo de ejemplo, que en el caso de un primer ángulo de prensa  $\alpha_1$  se reduce la velocidad de giro  $n$  del motor de accionamiento eléctrico hasta un segundo ángulo de prensa  $\alpha_2$ . El empujador 12 se frena a este respecto. El valor y/o la dirección del par de accionamiento  $M$  del motor de accionamiento eléctrico 21 se modifican correspondientemente. Para tener en cuenta esta aceleración del empujador 12, en el rango entre el primer ángulo de prensa  $\alpha_1$  y el segundo ángulo de prensa  $\alpha_2$  se reduce el par de fuerzas máximo  $M_{max}$  en el valor en el que se cambia el par de accionamiento  $M$  del motor de accionamiento eléctrico 21 en función de la aceleración del empujador 12. En la figura 3 está representado a trazos el cambio del par de fuerzas máximo  $M_{max}$ .

En el ejemplo representado en la figura 3 se considera además a modo de ejemplo que desde un tercer ángulo de prensa  $\alpha_3$  hasta el punto de inversión inferior UT se eleva la velocidad de giro  $n$  del motor de accionamiento eléctrico 21. Para acelerar correspondientemente el empujador 12 se necesita un par de accionamiento  $M$  elevado en virtud del valor del motor de accionamiento eléctrico 21. El par de fuerzas máximo  $M_{max}$  se eleva en un valor que se corresponde con el valor de la modificación del par de accionamiento  $M$ , lo que se muestra igualmente a trazos en la figura 3.

Por consiguiente las modificaciones del par de accionamiento  $M$ , que conducen a la aceleración del empujador 12 y están previstos independientemente del trabajo de conformación, por ejemplo, mediante una curva característica de movimiento  $K$  para el empujador 12, se tienen en cuenta en la determinación del par de fuerzas máximo  $M_{max}$  dependiente de la posición. El valor y el desarrollo de la velocidad de giro  $n$  y las modificaciones de la velocidad que aparecen en este caso pueden ser diferentes en función de la tarea de conformación de la prensa 10 y en la figura 3 sólo están representados a modo de ejemplo de forma simplificada. También se pueden producir desarrollos de la velocidad de giro no lineales.

El par de fuerzas máxima  $M_{max}$  se puede calcular para la posición de empujador al comienzo del recorrido de fuerza nominal  $s$ , por ejemplo, como sigue:  
Suposiciones:

- 30 Recorrido de fuerza nominal  $s = 8 \text{ mm}$ ,
- Ángulo de prensa al comienzo del recorrido de fuerza nominal  $\alpha_s = 9^\circ$ ,
- Radio de excéntrica  $r = 650 \text{ mm}$ ,
- Fuerza de prensado máxima  $F_{max} = 18.000 \text{ kN}$ ,
- Relación  $\ddot{U}(\alpha_s) = 17$ .

35 El recorrido  $c$ , que recorre la excéntrica en su radio de excéntrica alrededor del eje de giro de la excéntrica, resulta luego de:

$$c = r * \sin(\alpha_s).$$

40 El par de fuerzas máximo  $M_{max}$  con un ángulo de prensa  $\alpha = \alpha_s$  asciendo luego a:

$$M_{max}(\alpha_s) = \frac{c * F_{max}}{\ddot{U}(\alpha_s)}.$$

45 Con los valores numéricos arriba mencionados se produce según el ejemplo como par de fuerzas máximo  $M_{max} = 108.000 \text{ Nm}$ .

El dispositivo de control 23 compara el par de accionamiento  $M$  aplicado actualmente por el motor de accionamiento eléctrico 21 con el par de fuerzas máximo  $M_{max}$  determinado dependiente de la posición. En cuanto el par de accionamiento  $M$  sobrepasa el par de fuerzas máximo  $M_{max}$  se reconoce el peligro del sobrepaso de la fuerza de prensado máxima  $F_{max}$ . Si el par de fuerzas de motor sobrepasa al comienzo del recorrido de fuerza nominal  $s$  el valor de  $108.000 \text{ Nm}$  por consiguiente en el ejemplo arriba representado, se reconoce el peligro del sobrepaso de la fuerza de prensado máxima  $F_{max}$ . En este instante se inician las medidas. En particular se reduce el par de accionamiento  $M$  del motor de accionamiento eléctrico 21, a fin de reducir la fuerza aplicada por el empujador 12.

55 Aún cuando debido a la inercia y la velocidad del empujador 12 no es posible una detención inmediata del empujador 12, mediante la reducción del par de accionamiento  $M$  en un valor suficiente se puede impedir el sobrepaso de la fuerza de prensado máxima  $F_{max}$  teniendo en cuenta la relación de transmisión  $\ddot{U}$  dependiente de la posición. La energía rotativa almacenada en la rotación se convierte luego en una recuperación elástica de la

prensa, que se puede calcular mediante la energía rotativa y la rigidez de la prensa.

Si el cálculo da como resultado que el sobrepaso de la fuerza de prensado máximo  $F_{max}$  no se puede garantizar sólo por la desconexión del par de fuerzas, se usa preferentemente un medio de frenado de la prensa 10, a fin de detener lo más rápidamente o incluso invertir el movimiento continuo del empujador 12. Por ejemplo, el motor de accionamiento eléctrico 21 se puede conmutar a su funcionamiento de generador y servir como medio de frenado. Adicionalmente o alternativamente también pueden estar previstos otros medios de frenado, como por ejemplo un freno por fricción.

10 Por consiguiente también es posible conmutar el motor de accionamiento eléctrico 21 a su funcionamiento de generador, cuando se ha constatado el peligro del sobrepaso de la fuerza de prensado máxima  $F_{max}$ . En el ejemplo de realización mostrado en la figura 4 se supone que en un cuarto ángulo de prensa  $\alpha_4$  el par de accionamiento  $M$  aplicado actualmente del motor de accionamiento eléctrico 21 sobrepasa el par de fuerzas máximo  $M_{max}$  predeterminado. Según el ejemplo, el empujador 12 se frena en primer lugar mediante la inversión de la  
15 dirección de giro del motor de accionamiento eléctrico 21 y se mueve de vuelta en la dirección opuesta. A este respecto, realmente no se produce ningún flanco perpendicular para la velocidad de giro  $n$ , al contrario que en la figura 4 sólo ilustrado esquemáticamente. En primer lugar la masa móvil se debe detener y acelerar en la dirección opuesta. El empujador 12 se mueve entonces a una posición de referencia, que en el ejemplo de realización se corresponde con el punto de inversión superior OT. El movimiento real  $Z(\alpha)$  del empujador 12 (línea continua en la  
20 figura 4) ya no sigue la curva característica de movimiento  $K$  predeterminada.

Mediante el par de fuerzas máximo del motor de accionamiento 21 se puede calcular la potencia de frenado máxima en función de la velocidad de giro y de ello se determina la potencia de frenado media. Por ejemplo, como potencia de frenado media se puede aceptar la mitad de la potencia de frenado máxima. En función de la energía de rotación  
25 se puede calcular luego el tiempo de frenado requerido y la diferencia de ángulo del ángulo de prensa  $\alpha$  recorrida durante el tiempo de frenado o el recorrido de empujador recorrido durante el tiempo de frenado.

En cuanto se ha alcanzado esta posición de referencia se detiene la prensa 10. También se puede emitir una alarma óptica y/o acústica. El operario de la prensa 10 puede buscar luego la causa que ha conducido al peligro del  
30 sobrepaso de la fuerza de prensado máxima  $F_{max}$ . Esto se puede ocasionar, por ejemplo, porque por error se han introducido varias chapas o piezas de trabajo en la prensa 10. Otra causa de error puede consistir en que la carrera del empujador y por tanto la posición del punto de inversión inferior UT se ha regulado y se ha ajustado cerca de la mesa de prensa 13 o el útil inferior 15. De este modo también se pueden producir fuerzas de prensado inadmisiblemente elevadas.

35 Las aceleraciones del empujador 12, que se producen independientemente del trabajo de conformación por ejemplo a partir de una curva característica de movimiento  $K$  predeterminada para el empujador 12, se pueden determinar de distinta manera. Por ejemplo, es posible obtener estas aceleraciones y modificaciones provocadas de este modo del par de accionamiento  $M$  del motor de accionamiento eléctrico 21 de una simulación del funcionamiento de la prensa  
40 10. Según el ejemplo al instalar la prensa 10 se realiza una carrera en vacío sin la introducción de una pieza de trabajo. Las modificaciones del par de accionamiento  $M$  que aparecen a este respecto se pueden determinar y almacenar. Dado que no está presente ninguna pieza de trabajo, las modificaciones del par de accionamiento  $M$  se pueden atribuir a la curva característica de movimiento  $K$  ajustada, predeterminada para el empujador 12 y las aceleraciones del empujador 12 que se producen por ello.

45 Cuando de esta manera se han determinado las modificaciones del par de accionamiento  $M$ , que no están condicionadas por conformaciones, sino debido a aceleraciones deseadas predeterminadas del empujador 12, éstas se pueden tener en cuenta en el cálculo del par de fuerzas máximo  $M_{max}$  dependiente de la posición, según se ha explicado esto en relación a la figura 3. Estas modificaciones también se pueden adaptar a distintos números de  
50 carreras para la prensa 10. Según el ejemplo en la determinación del par de fuerzas máximo  $M_{max}$  dependiente de la posición se tiene en cuenta adicionalmente un parámetro dependiente del número de carreras, que puede ser por ejemplo un factor por el que se multiplica la modificación determinada del par de accionamiento  $M$ , que se ha obtenido por la carrera en vacío. De este modo se tienen en cuenta aceleraciones elevadas en virtud del valor que se producen en el caso del aumento del número de carreras de la prensa 10.

55 La invención se refiere a un procedimiento para el control de una prensa 10. La prensa 10 presenta un motor de accionamiento eléctrico 21 y una transmisión de prensa 22 con relación de transmisión  $\ddot{U}$  variable. Un empujador 12 de la prensa 10 está montado de forma móvil en la dirección de carrera  $R$  y está conectado con el motor de accionamiento eléctrico 21 a través de la transmisión de prensa 22. Esta relación de transmisión  $\ddot{U}$  puede crecer  
60 constantemente y aumentar fuertemente durante el movimiento del empujador desde un punto de inversión superior



OT a un punto de inversión inferior UT. Para evitar un sobrepaso de una fuerza de prensado máxima  $F_{max}$  predeterminada de la prensa 10 se predetermina un par de fuerzas máximo  $M_{max}$  dependiente de la posición para el motor de accionamiento eléctrico 21. El dispositivo de control compara el par de accionamiento  $M$  aplicado cada vez con el par de fuerzas máximo  $M_{max}$  dependiente de la posición. En cuanto el par de accionamiento  $M$  sobrepasa el par de fuerzas máximo  $M_{max}$  dependiente de la posición, de ello se reconoce el peligro de que la fuerza aplicada sobre el empujador 12 sobrepase la fuerza de prensado máxima  $F_{max}$  en un movimiento de conformación continuo. El dispositivo de control 12 reduce entonces el par de accionamiento  $M$  para evitar un deterioro de la prensa 10.

**10 Lista de referencias:**

10	Prensa
11	Bastidor de prensa
12	Empujador
15 13	Mesa de prensa
14	Útil superior
15	Útil inferior
20	Accionamiento de prensa
21	Motor de accionamiento eléctrico
20 22	Transmisión de prensa
23	Dispositivo de control
25	Sensor de posición
26	Árbol de entrada
27	Biela
25 28	Anillo
29	Disco
$\alpha$	Ángulo de prensa
$\alpha_1$	Primer ángulo de prensa
$\alpha_2$	Segundo ángulo de prensa
30 $\alpha_3$	Tercer ángulo de prensa
$\alpha_4$	Cuarto ángulo de prensa
D	Eje de giro
$F_{max}$	Fuerza de prensado máxima
K	Curva característica de movimiento para el empujador
35 M	Par de accionamiento
$M_{max}$	Par de fuerzas máximo
n	Velocidad de giro
OT	Punto de inversión superior
Ü	Relación de transmisión
40 UT	Punto de inversión inferior
s	Recorrido de fuerza nominal
Z	Posición de empujador

## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para el control de una prensa (10) con un motor de accionamiento eléctrico (21), que está conectado a través de una transmisión de prensa (22) con relación de transmisión variable ( $\ddot{U}$ ) con un empujador (12) montado de forma móvil en la dirección de carrera (R) entre un punto de inversión superior (OT) y un punto de inversión inferior (UT) y con un dispositivo de control (23), que controla o regula el motor de accionamiento eléctrico (21), con las etapas siguientes:
- predeterminación de una fuerza de prensado máxima ( $F_{max}$ ) para la prensa (10),
- 10 - determinación de un par de fuerzas máximo ( $M_{max}$ ) dependiente de la posición para el motor de accionamiento eléctrico (21) en función de la fuerza de prensado máxima ( $F_{max}$ ) y la relación de transmisión ( $\ddot{U}$ ),
- control o regulación del motor de accionamiento eléctrico (21), de manera que la fuerza de prensado ejercida por el empujador (12) durante todo el movimiento de carrera es menor que la fuerza de prensado máxima ( $F_{max}$ ),
- 15 **caracterizado porque** en la determinación del par de fuerzas máximo ( $M_{max}$ ) dependiente de la posición se tiene en cuenta al menos un parámetro que describe la recuperación elástica de la prensa (10),
- porque** en la determinación del par de fuerzas máximo ( $M_{max}$ ) dependiente de la posición se tienen en cuenta las modificaciones del par de accionamiento (M) que aparecen debido a las aceleraciones del empujador (12)
- 20 predeterminadas en función del recorrido,
- porque** las modificaciones del par de accionamiento (M) que aparecen debido a las aceleraciones del empujador (12) se determinan en una carrera en vacío del empujador (12),
- 25 y **porque** a partir de las modificaciones del par de accionamiento (M) determinadas en una carrera en vacío del empujador (12) y un parámetro dependiente del número de carreras se determina el par de fuerzas máximo ( $M_{max}$ ) dependiente de la posición.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la relación de transmisión ( $\ddot{U}$ ) de la
- 30 transmisión de prensa (22) aumenta cuando el empujador (12) se aproxima al punto de inversión inferior (UT).
3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque** la transmisión de prensa (22) es o presenta una transmisión de excéntrica o una transmisión de palanca articulada.
- 35 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el par de fuerzas máximo ( $M_{max}$ ) dependiente de la posición está previsto al menos dentro de un recorrido de fuerza nominal (s) hasta el punto de inversión inferior (UT).
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el par de
- 40 accionamiento (M) del motor de accionamiento eléctrico (21) se reduce cuando se constata que existe el peligro de un sobrepaso de la fuerza de prensado máxima ( $F_{max}$ ).
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el empujador (12) se frena cuando se constata que existe el peligro de un sobrepaso de la fuerza de prensado máxima ( $F_{max}$ ).
- 45 7. Procedimiento según la reivindicación 6, **caracterizado porque** el motor de accionamiento eléctrico (21) se excita en sentido contrario a su dirección de giro actual para el frenado del empujador (12).
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el motor de
- 50 accionamiento eléctrico (21) se conmuta a su estado de funcionamiento de generador o se excita para la generación de una fuerza de frenado, cuando se constata que existe el peligro de un sobrepaso de la fuerza de prensado máxima ( $F_{max}$ ).
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el empujador (12)
- 55 se mueve a una posición de referencia (OT) cuando se constata que existe el peligro de un sobrepaso de la fuerza de prensado máxima ( $F_{max}$ ).
10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado porque** las modificaciones del par de accionamiento (M) que aparecen debido a las aceleraciones del empujador (12) se determinan mediante una
- 60 curva característica de movimiento del empujador (K) predeterminada.

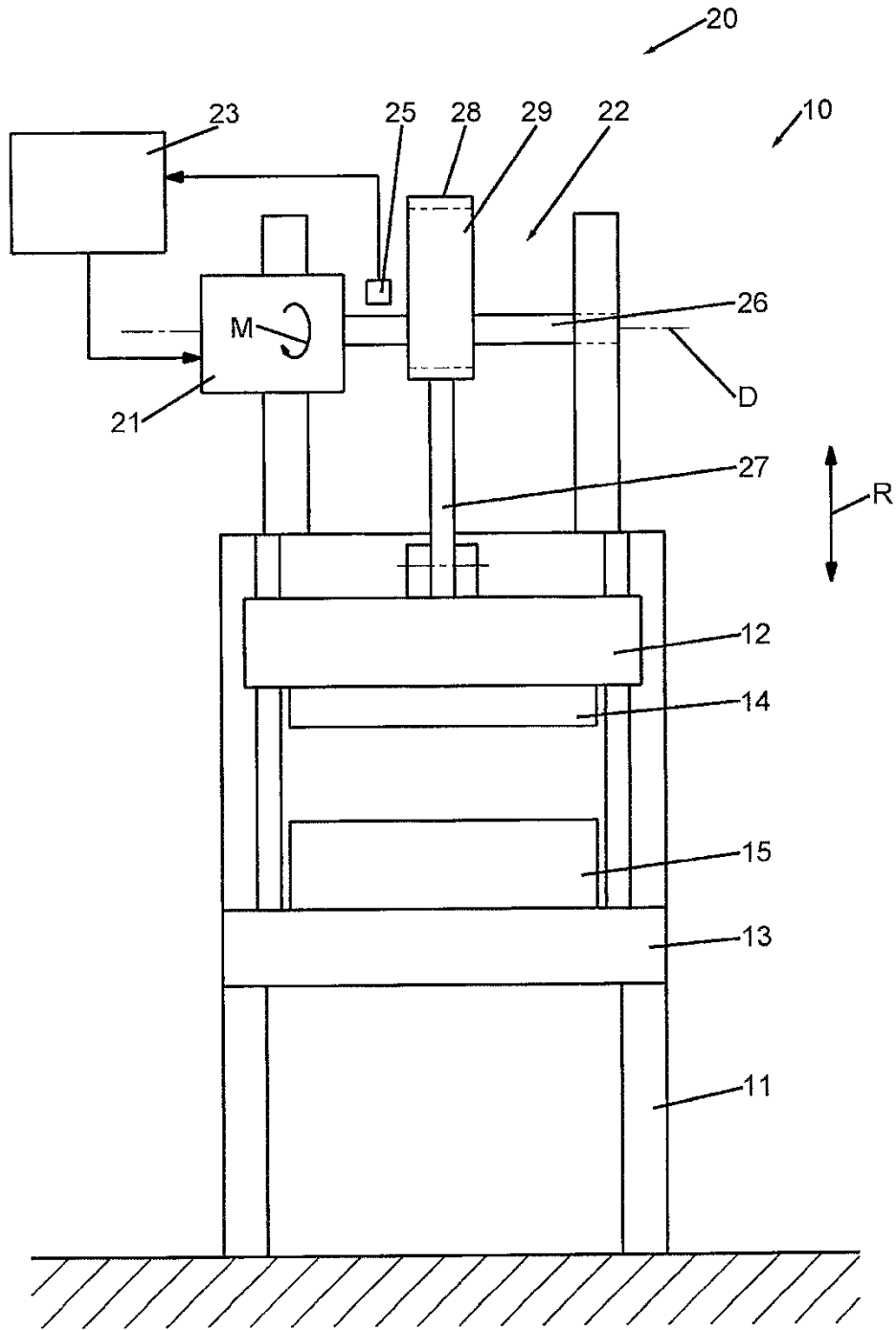


Fig.1

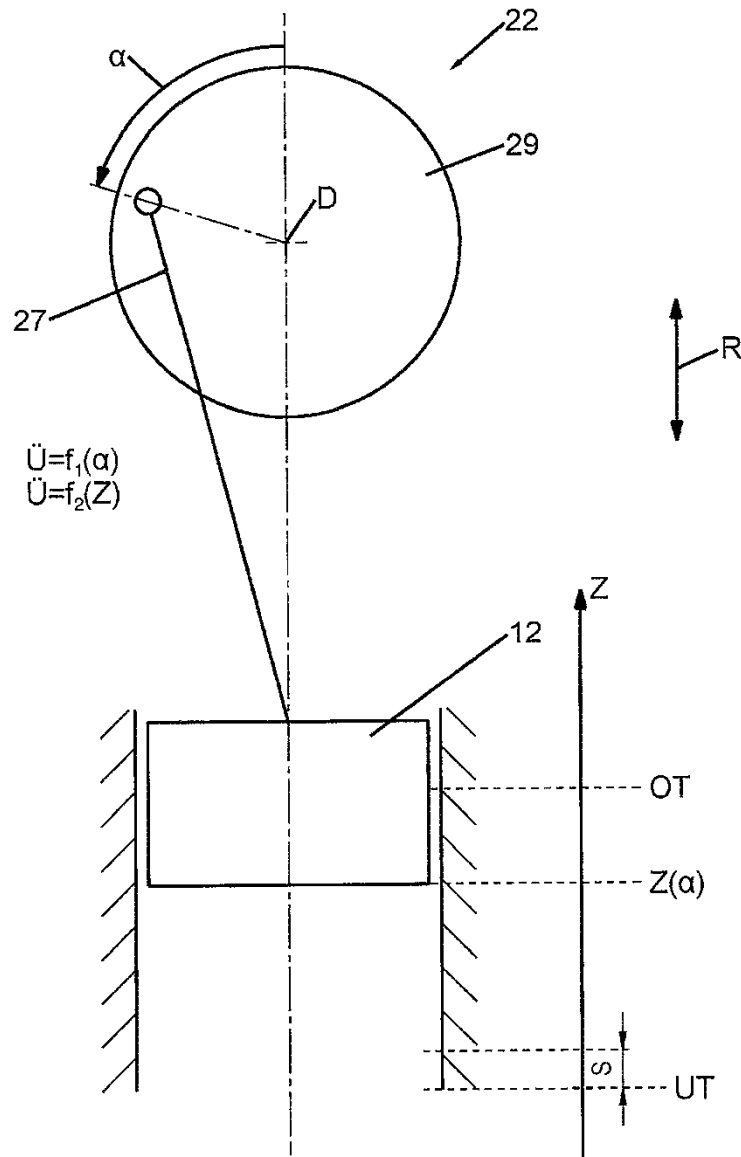


Fig.2

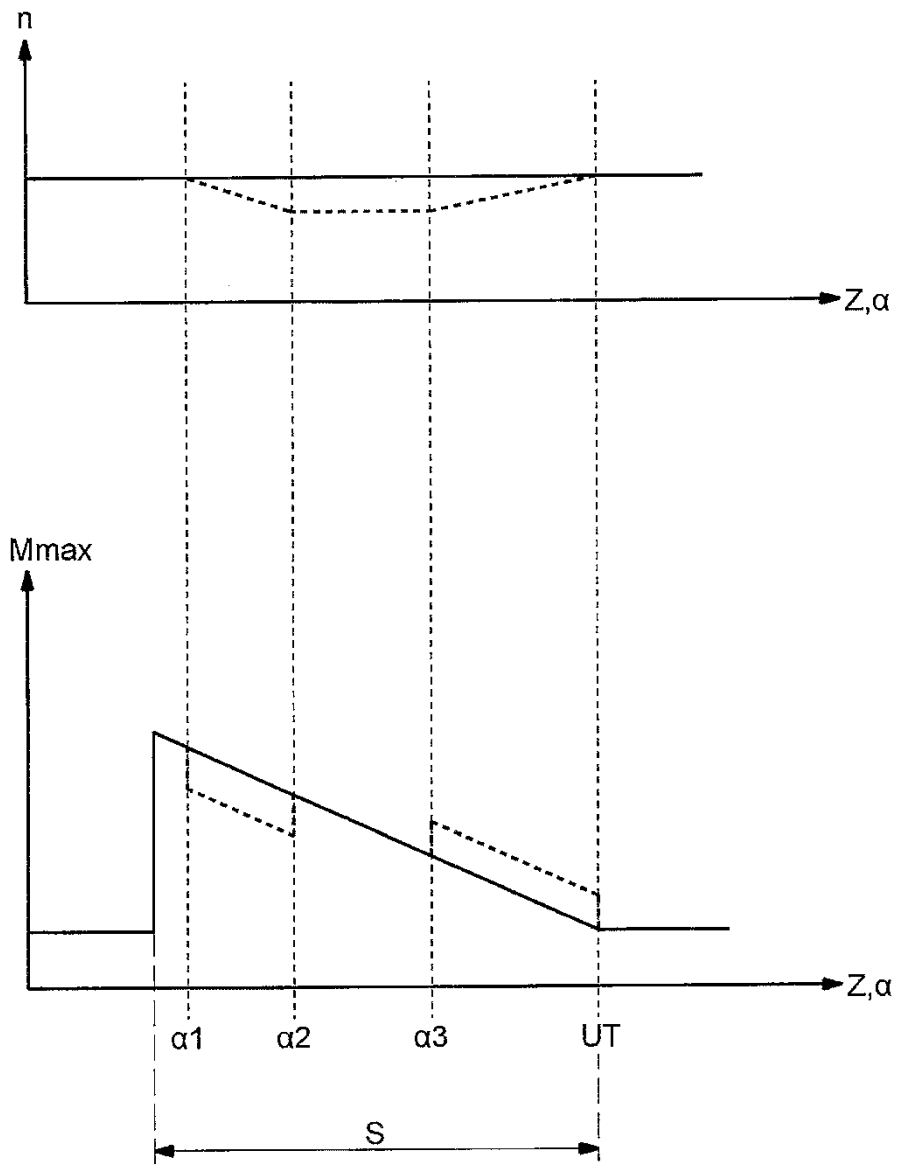


Fig.3

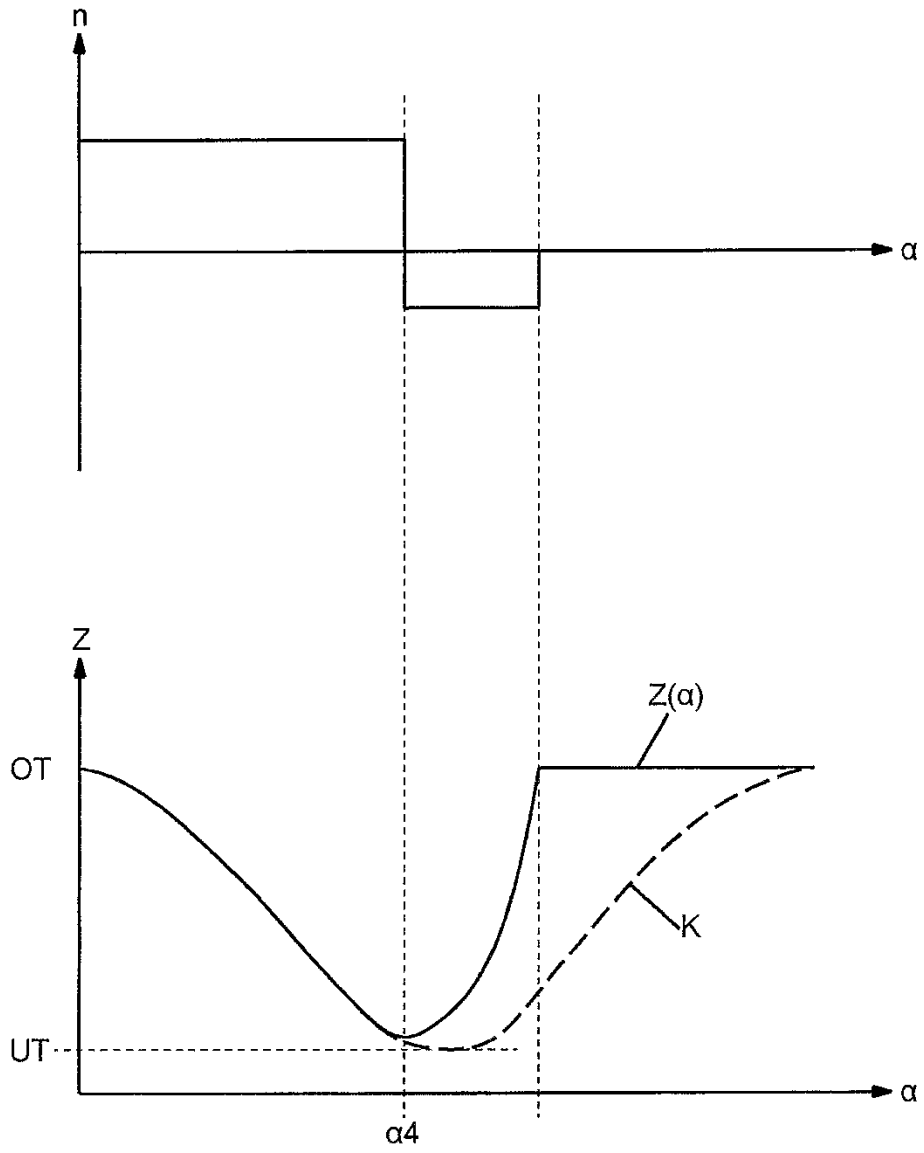


Fig.4