



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 360 056**

(51) Int. Cl.:
B23Q 17/00 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Número de solicitud europea: **08773507 .2**

(96) Fecha de presentación : **19.06.2008**

(97) Número de publicación de la solicitud: **2167276**

(97) Fecha de publicación de la solicitud: **31.03.2010**

(54) Título: **Procedimiento para la activación de un dispositivo tensor y sistema tensor para la realización del procedimiento.**

(30) Prioridad: **12.07.2007 DE 10 2007 032 416**
11.10.2007 EP 07019880

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
31.05.2011

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
31.05.2011

(73) Titular/es: **RÖHM GmbH**
Heinrich-Röhm-Strasse 50
89567 Sontheim/Brenz, DE

(72) Inventor/es: **Speer, Rolf y**
Vetter, Thomas

(74) Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 360 056 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 la activación de un dispositivo tensor y sistema tensor para la realización del procedimiento

- 5 La invención se refiere a un procedimiento para la activación de un dispositivo tensor así como a un sistema tensor para la realización del procedimiento, de acuerdo con el preámbulo de las reivindicaciones 1 y 15, respectivamente (ver, por ejemplo, el documento US 2003/0014860).
- 10 Los sistemas tensores con dispositivos tensores se emplean en diferentes configuraciones para tensar herramientas, como por ejemplo brocas o fresas. Los dispositivos tensores, que sirven para tensar una herramienta en un porta-herramientas, están constituidos típicamente por una pinza tensora o un conjunto tensor de elementos tensores, que están dispuestos distribuidos sobre la periferia del porta-herramientas. Además, los dispositivos tensores del tipo en cuestión sirven para tensar piezas de trabajo.
- 15 Los dispositivos tensores se abren o se cierran habitualmente por medio de elementos mecánicos de ajuste. Por ejemplo, en dispositivos tensores en forma de pinzas tensores, éstos se alojan habitualmente en un soporte de fijación de pinzas móvil axialmente y se pueden activar entonces a través de una barra tensora en forma de cuña desplazable axialmente, es decir, que se puede mover. Las fuerzas de sujeción necesarias para tensar la herramienta son aplicadas en este caso por paquetes de muelles, que presionan la barra tensora en forma de cuña
- 20 contra las pinzas tensores. La liberación de la herramienta fuera del dispositivo tensor se realiza entonces hidráulicamente, desplazando hacia atrás las pinzas tensores por medio de una unidad hidráulica en contra de las fuerzas de resorte de los paquetes de muelles.
- 25 En el documento DE 101 01 096 A1 se describe un procedimiento para la activación de un dispositivo tensor para herramientas, que está previsto en un husillo que puede ser accionado de forma giratoria. En este procedimiento, se regula la fuerza tensora axial ejercida a través de la barra de activación y que actúa sobre una herramienta empotrada en el husillo, con preferencia también durante el funcionamiento y la rotación del husillo, de manera que se ajusta y se regula la magnitud de la fuerza tensora con relación a la herramienta.
- 30 La barra de activación es accionada por medio de un motor eléctrico. Los valores reales para la regulación son generados por un sensor dispuesto entre el husillo y la herramienta, que mide las fuerzas que aparecen allí.
- La invención tiene el problema de configurar un procedimiento para la activación de un dispositivo tensor así como un sistema tensor, de tal forma que con un gasto de diseño reducido, se consigue una alta funcionalidad durante la
- 35 realización de dispositivos tensores.
- Para la solución de este problema están previstas las características de las reivindicaciones 1 y 15. Las formas de realización ventajosas y los desarrollos convenientes de la invención se describen en las reivindicaciones dependientes.
- 40 El procedimiento de acuerdo con la invención sirve para la activación de un dispositivo tensor para tensar una herramienta o una pieza de trabajo. La herramienta comprende un accionamiento eléctrico, en el que están integradas instalaciones para la medición de corrientes del motor y de posiciones del motor para el control de procesos tensores realizados con el dispositivo tensor. Además, está previsto un sistema de sujeción para la
- 45 realización del procedimiento.
- En el caso de piezas de trabajo complejas, se pueden emplear especialmente también sistemas de sujeción múltiples, es decir, varios sistemas de sujeción de acuerdo con la presente invención. El sistema de sujeción de acuerdo con la invención se puede emplear en este caso, en general, para tensar piezas de trabajo estacionarias o móviles, en particular giratorias. Los dispositivos tensores para tensar piezas de trabajo pueden presentar, en
- 50 general, herramientas tensores simétricas rotativas, cuyos diámetros se pueden variar a través de modificaciones cónicas. Además, como herramientas tensores se pueden emplear también pinzas tensores o similares.
- Una ventaja esencial del procedimiento de acuerdo con la invención o bien del sistema de sujeción de acuerdo con la invención consiste en que las fuerzas de sujeción necesarias para tensar la herramienta o la pieza de trabajo se
- 55 pueden aplicar simplemente a través del accionamiento eléctrico, de manera que se pueden suprimir sistemas mecánicos, como paquetes de muelles para cerrar el dispositivo tensor así como instalaciones hidráulicas para la apertura de los dispositivos tensores.
- 60 Para garantizar la seguridad funcional necesaria del dispositivo tensor, es útil en tales sistemas de sujeción eléctricos determinar las fuerzas de sujeción durante la realización de los procesos tensores. En el sistema de sujeción de acuerdo con la invención, esto se soluciona de manera sencilla en cuanto al diseño porque por medio de instalaciones de medición integradas dentro del accionamiento eléctrico se pueden determinar tanto las corrientes del motor como también las posiciones del motor.
- 65 Las corrientes medidas del motor proporcionan una medida de las fuerzas de sujeción producidas. A través de la

medición adicional de las posiciones del motor se posibilita una medición de la fuerza tensora de resolución local y, en concreto, sin la utilización de sensores externos costosos, puesto que las instalaciones de medición están integradas en el accionamiento propiamente dicho.

- 5 Con la ayuda de estas magnitudes de medición es posible un control exacto y amplio de los procesos tensores realizados con el dispositivo tensor.

En general, las mediciones se pueden realizar durante el proceso tensor propiamente dicho, de manera que no existe ninguna necesidad de tiempo adicional para las mediciones. De manera alternativa, las mediciones se pueden
10 realizar en un proceso de medición separado del proceso tensor. En este caso, el dispositivo tensor durante el proceso de medición se mueve más lentamente que durante el proceso tensor para elevar la exactitud de la medición. De manera especialmente ventajosa, existe para el usuario del sistema de sujeción la posibilidad opcional de si quiere o no integrar el proceso de medición en el proceso tensor.

- 15 De acuerdo con un primer aspecto de la invención, las corrientes medidas del motor y las posiciones del motor se utilizan para la regulación del accionamiento eléctrico, para controlar de esta manera activamente los procesos tensores a realizar. Para este control es esencial que las corrientes medidas del motor sean una medida para las fuerzas de sujeción actuales, cuyo conocimiento es decisivo para la realización de movimientos controlados de cierre y apertura de los dispositivos tensores. El cálculo de la fuerza tensora se realiza con la ayuda de las corrientes
20 medidas del motor por medio de un modelo físico, en el que entran las variables de influencia físicas relevantes como fricción, elasticidades y relaciones cinemáticas. La medición adicional de las posiciones del motor proporciona, además, una medida de la posición actual del dispositivo tensor, de manera que para la regulación del accionamiento eléctrico existe una información de resolución local sobre las fuerzas de sujeción actuales.

- 25 En una forma de realización especialmente ventajosa de la invención, la regulación del accionamiento eléctrico se realiza de tal forma que durante la colocación del dispositivo tensor en la herramienta y de manera correspondiente durante la retirada del dispositivo tensor fuera de la herramienta, se realiza una regulación de la posición del accionamiento. De manera ventajosa, pero no obligatoria, en un punto determinado del proceso tensor se realiza una conmutación a una regulación de la fuerza o regulación de par, es decir, una regulación del accionamiento
30 eléctrico en función de las corrientes medidas del motor. En este caso, se realiza una conmutación volante entre la regulación de la posición y la regulación de la fuerza. Esta regulación está adaptada al desarrollo temporal del proceso tensor y conduce de esta manera a una optimización de los procesos tensores a realizar. Lo mismo se aplica de manera correspondiente a la sujeción de piezas de trabajo.

- 35 De acuerdo con un segundo aspecto de la invención, con la ayuda de las corrientes medidas del motor y de las posiciones del motor se derivan magnitudes características, con cuya ayuda son posibles manifestaciones sobre la calidad de los procesos tensores realizados. Esto posibilita un control del proceso de tal forma que se pueden subsanar los errores que aparecen durante el proceso tensor, en particular también los defectos existentes en el material.

- 40 Una primera magnitud característica de este tipo representa el diámetro efectivo de la caña tensora de la herramienta, que se puede calcular y controlar a través del cálculo del desarrollo local, en particular del gradiente de la fuerza tensora en función de la posición del motor. A través de la comparación del diámetro medido de la caña tensora con un valor teórico se pueden detectar, por ejemplo, sujeciones defectuosas, es decir, que se puede
45 determinar si una herramienta está empotrada o si ha sido empotrada la herramienta concreta. Además, en este caso se puede controlar si la herramienta se encuentra fuera de tolerancias predeterminadas. De manera especialmente ventajosa, a través de la medición del desarrollo local del gradiente de la fuerza tensora se determina si la fuerza tensora presenta defectos o contaminaciones. Lo mismo se aplica de manera correspondiente a la sujeción de piezas de trabajo.

- 50 Además, a través de la medición de fuerzas de fricción por deslizamiento y de fricción estática por medio del cálculo de las corrientes del motor durante el desplazamiento de los dispositivos tensores se pueden derivar magnitudes características adicionales. La medición de las fuerzas de fricción por deslizamiento proporciona en este caso una medida de la cantidad de lubricante presente dentro del sistema de sujeción o de los recubrimientos existentes, cuyo
55 estado se puede determinar de esta manera. En cambio, la medición de fuerza de fricción estática proporciona una medida de la auto-retención del sistema de sujeción mecánico, es decir, de la mecánica del dispositivo tensor.

A continuación se explica la invención con la ayuda de los dibujos. En este caso:

- 60 La figura 1 muestra un diagrama de bloques de un primer sistema tensor con un accionamiento eléctrico en forma de un accionamiento lineal.
La figura 2 muestra un diagrama de bloques de un segundo sistema tensor con un accionamiento eléctrico en forma de un accionamiento giratorio con una multiplicación.
La figura 3 muestra una curva en función del tiempo de las fuerzas que aparecen durante la realización de un proceso tensor por medio de un sistema de sujeción de acuerdo con las
65 figuras 1 ó 2.
La figura 4 muestra la determinación del diámetro de la caña tensora a partir de la curva de las

- La figura 5 fuerzas de sujeción dependiente de la posición para dos herramientas diferentes. muestra la determinación de defectos o contaminaciones de una caña tensora a partir de la curva de la fuerza tensora dependiente de la posición.
- La figura 6 muestra la determinación de fuerzas de fricción por deslizamiento y de fricción estática a partir de la curva de la fuerza tensora dependiente de la posición.
- Las figuras 7 a – c muestran una representación de modelo de un sistema tensor en diferentes fases de un proceso tensor.

Las figuras 1 y 2 muestran de forma esquemática, respectivamente, un sistema tensor 1 para el tensado de una herramienta, como por ejemplo una broca o una fresa. Aunque en las figuras se hace referencia a un sistema tensor para herramientas, el sistema tensor es adecuado, en general, también para el tensado de piezas de trabajo. En ambos ejemplos de realización, está previsto un accionamiento eléctrico 2 para la activación de un dispositivo tensor 3. El dispositivo tensor 3 está configurado de manera conocida en forma de una pinza tensora o de un conjunto tensor con varios elementos tensores, que están dispuestos en un alojamiento de un porta-herramientas.

El accionamiento eléctrico 2 según la figura 1 está configurado como accionamiento lineal. Éste presenta, como se conoce, una disposición estacionaria de bobinas 4 así como una disposición lineal en forma de barra de imanes 5, que se mueven con relación a las bobinas 4. Con el movimiento lineal de los imanes 5 se activa el dispositivo tensor 3, es decir, que por medio del accionamiento eléctrico 2 se provocan movimientos de cierre y de apertura del dispositivo tensor 3. De manera alternativa se puede emplear también un accionamiento lineal, en el que las bobinas 4 se mueven y los imanes 5 están estacionarios.

El accionamiento eléctrico 2 según la figura 2 está configurado como accionamiento rotatorio 2 con una multiplicación en forma de un husillo roscado 6. En este caso, el accionamiento eléctrico 2 actúa a través del husillo roscado 6 sobre el dispositivo tensor.

En ambas formas de realización, dentro del accionamiento eléctrico 2 están previstas instalaciones de medición en forma de transmisores o sensores, por medio de las cuales se pueden medir las posiciones actuales del motor y las corrientes actuales del motor.

Éstas son evaluadas en una unidad de evaluación no representada. En este caso, las corrientes calculadas del motor son evaluadas como medida de las fuerzas de tensión, que aparecen en procesos de tensión realizados con el dispositivo tensor 3. Las posiciones medidas del motor proporcionan una medida de las posiciones actuales del dispositivo tensor 3.

El accionamiento eléctrico 2 está constituido, en general, por un motor eléctrico y un convertidor, estando dispuesta la instalación de detección para la medición de las posiciones del motor en el motor y estando integrada la instalación de detección para la medición de las corrientes del motor en el convertidor o en una unidad de control asociada a éste.

Para impedir, por ejemplo, después de un fallo de la corriente, la caída de una herramienta fuera del dispositivo tensor 3, el sistema de sujeción mecánico de acuerdo con la figura 2 está configurado con efecto de auto-retención. La auto-retención resulta a partir de una fricción estática suficientemente grande, que debe superarse durante la aproximación del accionamiento eléctrico 2. Esta fricción estática es tan grande que no es posible una apertura del dispositivo tensor 3 sin activación activa a través del accionamiento eléctrico 2.

La función del sistema tensor 1 se explica a continuación con la ayuda de las figuras 3 a 6, siendo válidas estas explicaciones para ambas variantes de realización del sistema tensor 1 de acuerdo con las figuras 1 y 2.

Para la realización de los procesos de tensado por medio del sistema tensor 1 se acciona el accionamiento eléctrico 2 con una regulación, de manera que la unidad de regulación prevista para ello está integrada en el convertidor o en la unidad de control.

El proceso de regulación se ilustra en la figura 3, que muestra la curva de tiempo de las fuerzas que aparecen durante el proceso de tensado.

En el intervalo de tiempo $0 \leq t \leq t_0$ se realiza la aproximación del dispositivo tensor 3 a la herramienta a tensar, es decir, que el dispositivo tensor 3 no está todavía en contacto con la herramienta, designando el concepto contacto el apoyo plano del dispositivo tensor 3 en la herramienta. Tampoco en este intervalo de tiempo la fuerza, que debe aplicarse por el accionamiento eléctrico 2, es cero, sino que adopta un valor finito. Esta fuerza corresponde a las fuerzas de fricción por deslizamiento que actúan en el sistema tensor 1. Si se acelera el accionamiento 2 en esta fase, hay que añadir todavía la fuerza de aceleración.

En este intervalo de tiempo se realiza una regulación de la posición del accionamiento eléctrico 2 en función de los valores de medición de la instalación de medición para la determinación de la posición actual del motor. A través de esta regulación de la posición se obtiene un perfil determinado de la velocidad del accionamiento eléctrico 2 y, por lo

tanto, del movimiento del dispositivo tensor 3.

En el instante t_0 se realiza el contacto del dispositivo tensor 3 con la herramienta, después de lo cual en el intervalo $t_0 < t < 1$, la herramienta es tensada con el dispositivo tensor 3. La fuerza determinada a través de la medición de las corrientes del motor, es decir, la fuerza de tensión para tensar la herramienta, se incrementa entonces muy rápidamente hasta un valor máximo y cae entonces al final del proceso de tensado. En el intervalo de tiempo siguiente $t \geq t_1$ se retiene entonces la herramienta con una fuerza de retención constante por medio del dispositivo tensor 3. Durante el tensado de herramientas se desacopla habitualmente el motor y no ejerce ya ninguna fuerza más. La fuerza de retención se aplica entonces a través de la fuerza de fricción. Por ejemplo, durante la sujeción de piezas de trabajo estacionarias, el motor puede permanecer acoplado bajo carga y de esta manera puede aplicar junto con la fuerza de fricción la fuerza de retención.

Para los tiempos $t > t_0$ se lleva a cabo una regulación de la fuerza del accionamiento 2, de manera que con éste se consigue el perfil de la curva de la fuerza representado en la figura 3. A tal fin, se regula el accionamiento eléctrico 2 en función de las corrientes del motor determinadas con la instalación de medición. En el instante $t = t_0$ se realiza una conmutación volante entre la regulación de la posición y la regulación de la fuerza.

Los valores de medición determinados con las instalaciones de medición para las corrientes del motor y las posiciones del motor no sólo se utilizan para la regulación del accionamiento eléctrico 2, sino también, como se ilustra en las figuras 4 a 6, para la derivación de magnitudes características, que permiten realizar manifestaciones sobre el proceso de sujeción, en particular también sobre la calidad del dispositivo tensor 3. En este caso, las figuras 4 a 6 muestran la curva dependiente del recorrido de las fuerzas que aparecen en el dispositivo tensor 3, es decir, las fuerzas de tensado en función de las posiciones actuales del dispositivo tensor 3.

En la figura 4 se representan con I y II dos curvas de las fuerzas de tensado dependientes del recorrido durante la sujeción de dos herramientas con diferente diámetro de la caña tensora.

Los puntos x1 definen los puntos de contacto de los dispositivos tensores 3 con la herramienta respectiva. A través de la determinación de estos puntos de contacto se pueden calcular los diámetros efectivos de la caña tensora de las herramientas individuales. También en el presente caso, una aproximación del dispositivo tensor 3 a la herramienta provoca una regulación de la posición del accionamiento eléctrico 2 y durante el tensado de la herramienta provoca una regulación de la fuerza. Los diámetros de la caña tensora se pueden determinar entonces, como se representa en la figura 4, porque se forman las tangentes de las curvas parciales para la regulación de la posición y de la fuerza, de manera que su punto de intersección determina el diámetro efectivo de la caña tensora. El diámetro de la caña tensora se deriva a partir de la subida de la fuerza de sujeción y, dado el caso, adicionalmente a partir del recorrido tensor.

Los diámetros calculados de la caña tensora se comparan en la unidad de evaluación con valores teóricos depositados allí de diámetros de la caña tensora para las herramientas individuales. A través de esta comparación se puede determinar si los diámetros de la caña tensora se encuentran dentro de tolerancias predeterminadas. Además, se puede establecer si ha sido tensada la herramienta correcta o si está inclinada en el alojamiento de la herramienta.

En la figura 5 se representa de nuevo la curva de la fuerza tensora dependiente del recorrido durante la sujeción de una herramienta. En este caso, la curva designada con I muestra el caso, en el que la fuerza tensora de la herramienta está libre de fallos. En cambio, la curva designada con II muestra el caso en el que la fuerza de sujeción está contaminada.

A través de contaminaciones se incrementa la fuerza tensora más precozmente que en una caña tensora no contaminada, para la que el gradiente de la fuerza tensora es más reducido, puesto que debido a contaminaciones como virutas, en general, se reduce el módulo E efectivo del sistema, que está constituido por la herramienta y el dispositivo tensor 3.

A través del análisis de la subida de la fuerza de tensado se puede calcular, por lo tanto, si la caña tensora de la herramienta está afectada con contaminaciones o no.

La figura 6 muestra la curva de la fuerza de tensado dependiente del recorrido tanto durante el tensado de la herramienta por medio del dispositivo tensor 3 (curva I) como también durante la apertura del dispositivo tensor 3 (curva II).

Durante la aproximación del dispositivo tensor 3 a la herramienta y durante la apertura del dispositivo tensor 3, es decir, durante el intervalo de tiempo dentro del cual se realiza una regulación de la posición del accionamiento eléctrico 2, se obtiene a través de la medición de las corrientes del motor una medida de las fuerzas de fricción por deslizamiento F_R o bien $-F_R$ en el sistema de sujeción 1. Estas fuerzas forman de nuevo una medida para la cantidad de lubricante presente en el sistema. De la misma manera, estas fuerzas suministran información de recubrimientos presentes en el sistema de sujeción, como capas secas.

Inmediatamente después de la liberación del dispositivo tensor 3 fuera de la herramienta se mide, además, la fuerza de fricción estática F_H , que es necesaria para desprender el dispositivo tensor 3 fuera de la herramienta. Estas fuerzas de fricción estática F_H proporcionan una medida de la auto-retención del sistema tensor mecánico.

Durante el desprendimiento del dispositivo tensor 3 desde la herramienta se aprovecha de manera ventajosa que exista un intersticio entre el rotor del motor como actuador del accionamiento eléctrico 2, que está formado o bien por la parte móvil del accionamiento lineal o por el husillo roscado 6 durante la fricción giratoria, así como la mecánica del dispositivo tensor 3. Durante el desprendimiento de la herramienta se puede superar en primer lugar el juego con movimiento suave, para aplicar entonces una fuerza grande para la liberación de la herramienta. Esto no conduce al desprendimiento de la herramienta, es decir, que la herramienta está adherida, por lo que el juego se utiliza para que el actuador tome impulso para desprender entonces con un efecto de martillo de repente el dispositivo tensor 3.

El intersticio existente entre el rotor del motor y el dispositivo tensor 3 se utiliza de manera ventajosa también para la optimización del proceso de tensado, como se explica a continuación con la ayuda de las figuras 7a a c.

En este caso, en general, el juego entre el rotor del motor y el dispositivo tensor 3 se utiliza para acelerar el rotor del motor hacia el dispositivo tensor 3, para convertir, además de la fuerza del motor, adicionalmente también una energía cinética de la masa del rotor del motor en fuerzas de sujeción, para poder preparar con seguridad de esta manera las fuerzas necesarias para el proceso de sujeción. Por lo tanto, estas fuerzas son en particular también tan grandes que durante el proceso de tensado debe superarse la auto-retención del accionamiento 2.

En las figuras 7a a c se representan y se describen componentes de un sistema tensor 1, como en las figuras 1 y 2, en forma de un modelo de masa de resorte. En este caso con m_{Mot} y v_{Mot} se describen la masa y la velocidad, respectivamente, del rotor del motor, es decir, de las masas móviles del accionamiento del conjunto de tensado, y con m_{sp} y v_{sp} se describen la masa y la velocidad, respectivamente, de un conjunto de tensado del sistema tensor 1 que forma el dispositivo tensor 3.

Además, en las figuras 7a a c se describe la herramienta a modo de modelo a través de una constante de resorte D y una fuerza de fricción F_R . Por último, con F_{R1} se describe otra fuerza de fricción que actúa en contra del movimiento de la masa m_{sp} .

La figura 7a muestra la primera fase del proceso de tensado, en la que en virtud del juego existente entre el rotor del motor y el conjunto de tensado, se puede acelerar el rotor del motor sobre el conjunto de tensado. De manera correspondiente, sobre la masa m_{Mot} actúa la fuerza del motor F_{Mot} ejercida por el accionamiento 2, con lo que ésta se acelera. La masa m_{sp} del conjunto de sujeción está, en cambio, todavía en el estado de reposo ($v_{sp} = 0$).

Cuando mayor es la zona del intersticio, tanto más oscilación absorbe el rotor del motor en esta fase y tanto mayor es la velocidad del rotor del motor v_{Mot} poco antes de la incidencia sobre la masa m_{sp} .

La figura 7b muestra la segunda fase del proceso de tensado después de la incidencia del rotor del motor sobre el conjunto de tensado. Después de la colisión de las masas m_{sp} y m_{Mot} , éstas se mueven en común en adelante a una velocidad v , es decir, que existe en buena aproximación un choque inelástico.

La velocidad v de todo el sistema formado por el rotor del motor y la tracción de sujeción inmediatamente después de su colisión es

$$V = m_{Mot} \cdot v_{Mot} / (m_{Mot} + m_{sp})$$

A continuación se aceleran ambas masas, es decir, $m = m_{Mot} \cdot v_{Mot}$ a través de la fuerza del motor sobre un cierto recorrido bajo la influencia de una primera fuerza de fricción F_{R1} y en este caso no absorbe ya todavía energía cinética.

La figura 7c muestra la tercera fase del proceso de tensado al comienzo del tensado propiamente dicho de la herramienta con el conjunto de tensado.

Al comienzo de este proceso de tensado, el motor y el conjunto de tensado tienen la velocidad v_s e inciden sobre la herramienta que se puede describir a través de una constante elástica efectiva D y una fuerza de fricción F_R de acuerdo con la Ley de Hooke. La fuerza de fricción F_R es en primera aproximación independiente de la velocidad, pero proporcional a la fuerza de sujeción (por lo tanto, también al recorrido de sujeción) propiamente dicha. La masa adicional de la herramienta propiamente dicha, que se mueve durante la sujeción, es insignificante debido a la multiplicación alta. Durante la sujeción, la fuerza del motor continúa actuando, pero se incrementan en gran medida las fuerzas opuestas, a saber, la fuerza de resorte y la fricción F_R y se reduce la aceleración hasta 0. En este momento, comenzaría el accionamiento de nuevo a retroceder. Esto se impide, sin embargo, a través de la fricción entre el dispositivo tensor 3 y la herramienta. La fuerza de fricción F_R modifica entonces su signo y apunta igualmente en la dirección positiva. En este caso, compensa todas las demás fuerzas incidentes, con tal que no

sean mayores que la fuerza de fricción estática máxima. El recorrido de tensado (recorrido de frenado) es tanto mayor cuanto más alta es la velocidad de las masas incidentes poco antes del tensado de la herramienta y cuanto mayor es la fuerza activa del motor durante el tensado. De manera correspondiente mayor será también la fuerza de sujeción resultante.

5 Como muestra la consideración del modelo de acuerdo con las figuras 7a a c, a través de la utilización del juego entre el rotor del motor y el conjunto de sujeción como consecuencia de la energía cinética utilizada adicionalmente a la fuerza del motor, se eleva la fuerza de sujeción en una medida significativa.

10 De acuerdo con el modelo descrito en las figuras 7a a c, el recorrido de tensado, es decir, el recorrido de frenado de las masas m_{Mot} y m_{sp} se puede evaluar como medida directa para la fuerza de tensado.

15 Cuando el rotor del motor incide sobre el conjunto de tensado se produce un pico de fuerza alto, que puede conducir a un desgaste o incluso a una destrucción de partes de cojinetes y similares. Para la prevención de tales picos de fuerza se puede prever en el rotor del motor o en el conjunto de tensado un elemento de amortiguación o elemento de resorte como un disco de resorte.

Lista de signos de referencia

- 5
- (1) Sistema tensor
 - (2) Accionamiento
 - (3) Dispositivo tensor
 - (4) Bobina
 - (5) Imán
 - (6) Husillo roscado

REIVINDICACIONES

- 1.- Procedimiento para la activación de un dispositivo tensor (3) para tensar una herramienta o pieza de trabajo por medio de un accionamiento eléctrico (2), en el que están integradas instalaciones para la medición de corrientes del motor y de posiciones del motor para el control de procesos de tensado realizados con el dispositivo tensor (3), caracterizado por las siguientes etapas:
- medición de las corrientes del motor y medición adicional de las posiciones del motor;
 - evaluación de las corrientes del motor como medida de fuerzas de tensado así como de las posiciones del motor como medida de una posición actual del dispositivo tensor;
 - determinación de una curva de las fuerzas de tensado dependiente del recorrido como función de las fuerzas de tensado de la posición actual del dispositivo tensor; y
 - derivación de magnitudes características del proceso de tensado a partir de la curva de las fuerzas de tensado dependiente del recorrido.
- 2.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque las mediciones se realizan, respectivamente, durante un proceso de tensado o durante un proceso de medición, en el que el dispositivo tensor se mueve a velocidad reducida con respecto al proceso de tensado.
- 3.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 ó 2, caracterizado porque a partir de la corriente medida del motor, utilizando un modelo, en el que entran los parámetros de influencia físicos relevantes, se determina la fuerza tensora, con la que el dispositivo tensor (3) tensa la herramienta y/o la fuerza de liberación, que se necesita para la liberación de la herramienta tensada.
- 4.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque se determina la curva de las fuerzas tensoras dependiente del tiempo.
- 5.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque el recorrido tensor del dispositivo tensor es evaluado como medida de la fuerza tensora respectiva.
- 6.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque el accionamiento eléctrico (2) es accionado con una regulación.
- 7.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 6, caracterizado porque durante la aproximación del dispositivo tensor (3) a la herramienta se realiza una regulación de la posición, y porque en un punto determinado del proceso tensor se realiza una conmutación a una regulación de la fuerza o regulación de par.
- 8.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 7, caracterizado porque se realiza una conmutación volante entre la regulación de la posición y la regulación de la fuerza o regulación de par.
- 9.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque como una magnitud característica del proceso tensor se determina el diámetro efectivo de la caña tensora de la herramienta como punto de intersección de las tangentes en dos curvas parciales de la curva dependiente del recorrido de las fuerzas tensoras.
- 10.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 9, caracterizado porque el diámetro medido de la caña tensora es comparado con un valor teórico.
- 11.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado porque como una magnitud característica del proceso tensor a través de la evaluación de la curva dependiente del recorrido de las fuerzas tensoras, en particular de un punto de partida de una elevación de las fuerzas tensoras y su gradiente, se determina si la caña tensora presenta defectos o contaminaciones.
- 12.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizado porque como una magnitud característica del proceso tensor se calculan fuerzas de fricción por deslizamiento como magnitud característica para el lubricante o recubrimientos presentes en el accionamiento eléctrico (2) y en el dispositivo tensor (3) a partir de la curva de las fuerzas tensoras dependiente del recorrido.
- 13.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 12, caracterizado porque como una magnitud característica del proceso de tensado se calculan fuerzas de fricción estática como magnitudes características para la auto-retención de la mecánica del dispositivo tensor (3) a partir de la curva de las fuerzas tensoras dependiente del recorrido.
- 14.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 13, caracterizado porque un juego entre un cursor del motor formado por masas móviles del accionamiento (2) y el dispositivo tensor (3) se utiliza para elevar la fuerza tensora a través de la aceleración del rotor del motor sobre el dispositivo tensor (3).

- 15.- Sistema tensor para la activación de un dispositivo tensor (3) para la sujeción de una herramienta o pieza de trabajo por medio de un accionamiento eléctrico (2), en el que están integradas instalaciones de medición para la medición de corrientes del motor y de posiciones del motor, por medio de las cuales se pueden controlar procesos de tensado realizados con el dispositivo tensor (3), caracterizado porque
- 5 - a través de las instalaciones de medición se pueden registrar tanto las corrientes del motor como también adicionalmente las posiciones del motor;
- está prevista una unidad de evaluación, por medio de la cual se pueden valorar las corrientes del motor como medida de las fuerzas tensoras y las posiciones del motor como medida de una posición actual del dispositivo tensor, en el que
- 10 - se puede calcular una curva de las fuerzas tensoras dependiente del recorrido como función de las fuerzas tensoras de la posición actual del dispositivo tensor; y en el que
- se pueden derivar magnitudes características del proceso de tensado a partir de la curva de las fuerzas tensoras dependiente del recorrido.
- 15 16.- Sistema tensor de acuerdo con la reivindicación 15, caracterizado porque como magnitudes características del proceso de tensado se pueden calcular un diámetro efectivo de una caña tensora, defectos o contaminaciones de la caña tensora y/o fuerzas de fricción por deslizamiento y/o de fricción estática.
- 20 17.- Sistema tensor de acuerdo con una de las reivindicaciones 15 ó 16, caracterizado porque el accionamiento eléctrico (2) es un accionamiento lineal.
- 18.- Sistema tensor de acuerdo con la reivindicación 16, caracterizado porque el accionamiento eléctrico (2) es un accionamiento rotatorio (2) con una multiplicación.
- 25 19.- Sistema tensor de acuerdo con la reivindicación 18, caracterizado porque al accionamiento eléctrico (2) está asociado un husillo roscado como multiplicación.
- 20.- Sistema tensor de acuerdo con una de las reivindicaciones 15 a 19, caracterizado porque simplemente con el accionamiento eléctrico (2) se generan las fuerzas tensoras para el tensado de la herramienta con el dispositivo tensor (3).
- 30 21.- Sistema tensor de acuerdo con una de las reivindicaciones 15 a 19, caracterizado porque están previstos paquetes de muelles auxiliares, por medio de los cuales se genera una tensión previa adicionalmente a las fuerzas tensoras generadas por medio del accionamiento eléctrico (2).
- 35 22.- Sistema tensor de acuerdo con una de las reivindicaciones 15 a 21, caracterizado porque en el rotor del motor del accionamiento (2) o del dispositivo tensor (3) está dispuesto un elemento de amortiguación o de resorte.

Fig. 1

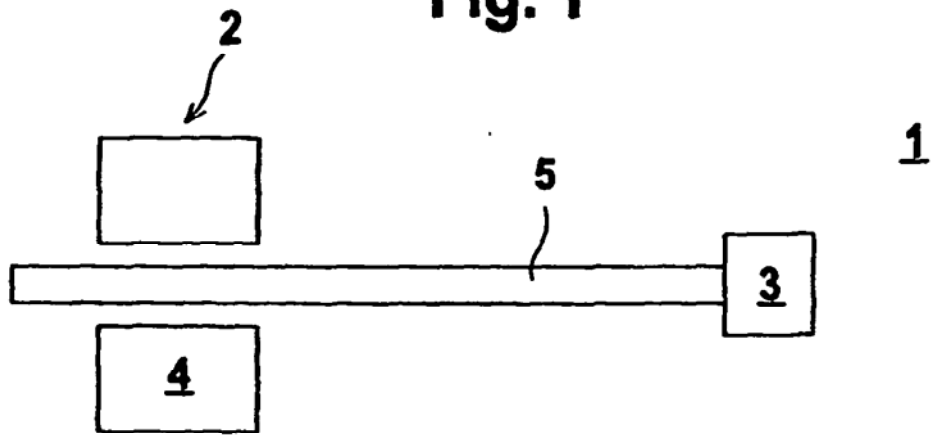


Fig. 2

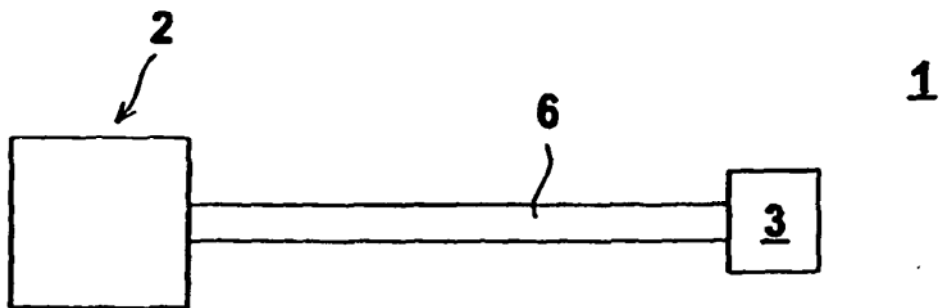


Fig. 3

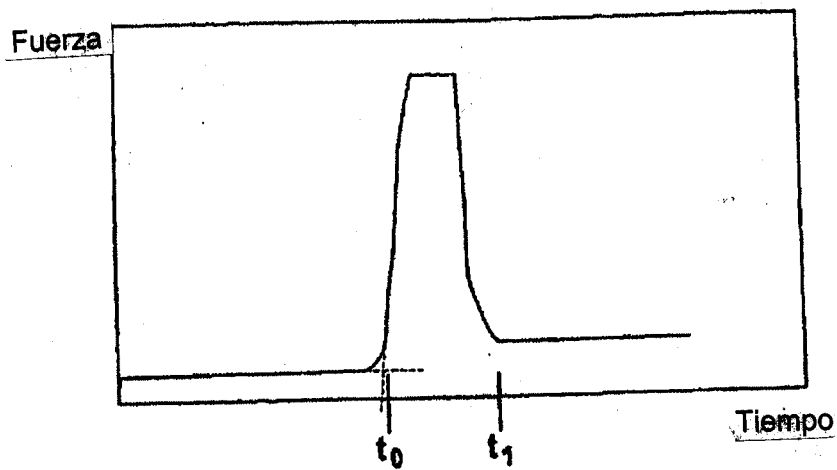


Fig. 4

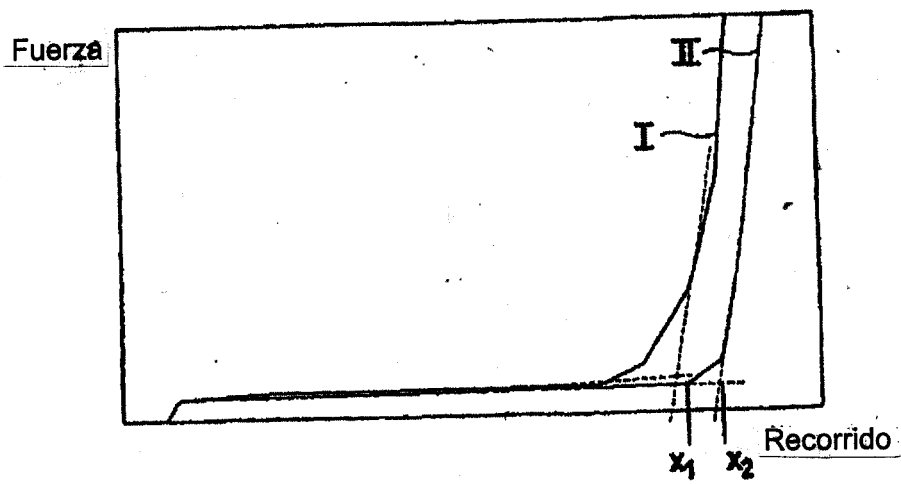


Fig. 5

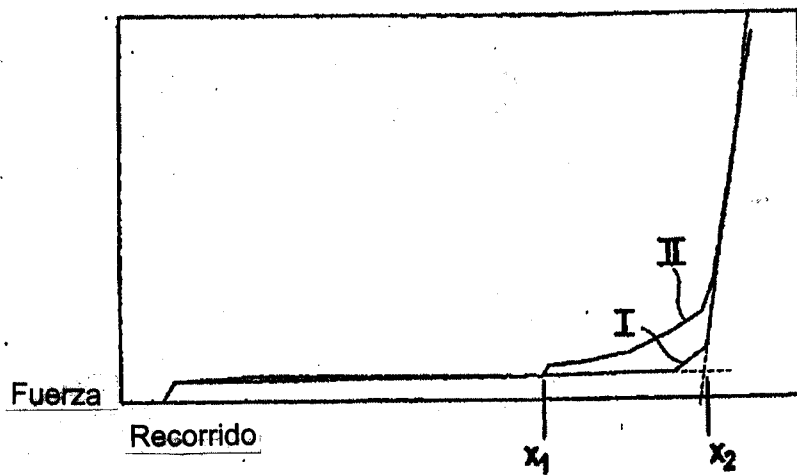


Fig. 6

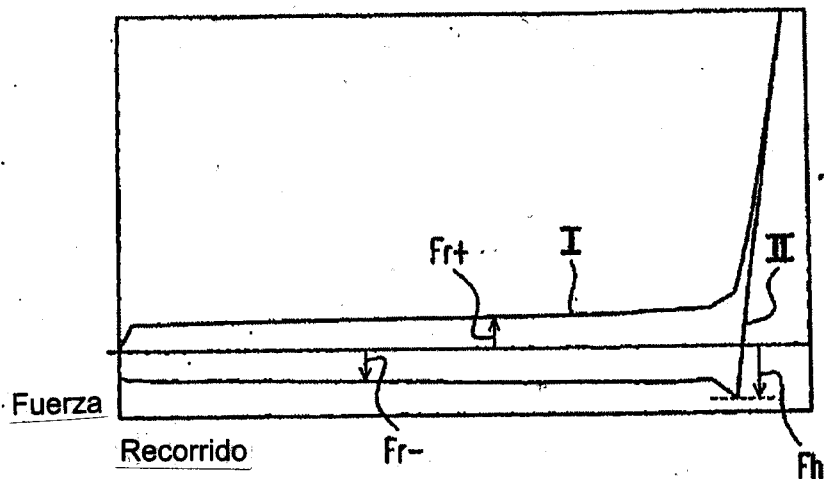


Fig. 7a

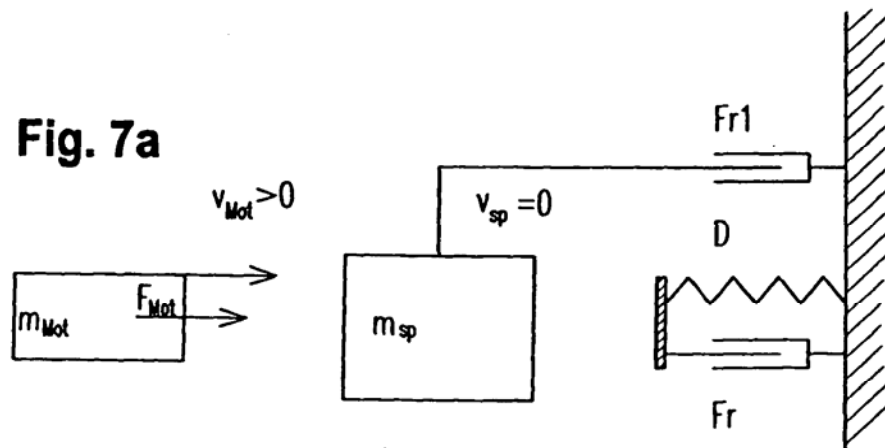


Fig. 7b

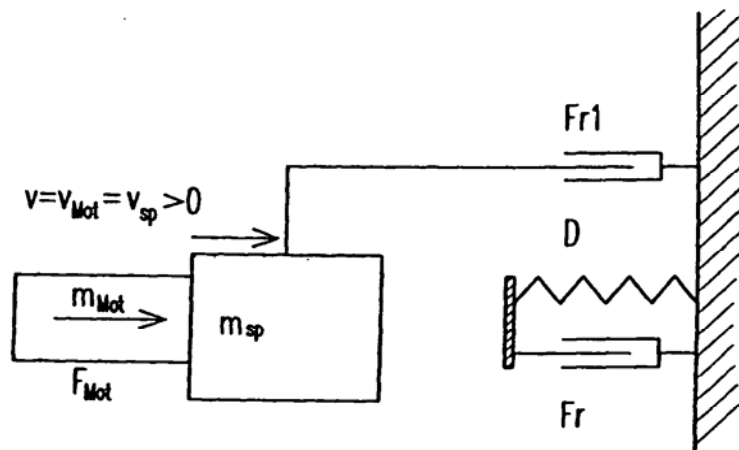


Fig. 7c

