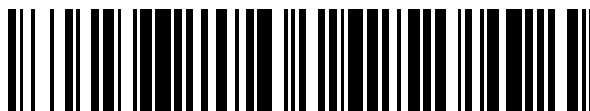


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 662 324**

51 Int. Cl.:

B23P 19/06 (2006.01)

B25B 29/02 (2006.01)

F16B 31/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.07.2010** **E 10168786 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.01.2018** **EP 2289663**

54 Título: **Dispositivo hidráulico de tensado de pernos roscados y procedimiento para apretar tornillos grandes mediante el dispositivo hidráulico de tensado de pernos roscados**

30 Prioridad:

31.08.2009 DE 102009043907

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

06.04.2018

73 Titular/es:

HOHMANN, FRANK (50.0%)

Josef-Menke-Strasse 25

59581 Warstein, DE y

HOHMANN, JÖRG (50.0%)

72 Inventor/es:

HOHMANN, FRANK y

HOHMANN, JÖRG

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 662 324 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

Dispositivo hidráulico de tensado de pernos roscados y procedimiento para apretar tornillos grandes mediante el dispositivo hidráulico de tensado de pernos roscados

5 La invención se refiere a un dispositivo hidráulico de tensado de pernos roscados para apretar y aflojar tornillos altamente cargados con un cilindro que apoya en una parte de máquina que se debe tensar mediante un perno roscado y una tuerca, un casquillo intercambiable que se puede atornillar a un extremo roscado del perno roscado, al menos un pistón de tensado guiado de forma hermética en el cilindro; pistón de tensado que se apoya en una
10 prolongación del casquillo intercambiable atornillado a un extremo roscado, que sobresale por la tuerca, del perno roscado; que se puede poner a presión; que forma un espacio anular con el cilindro; un suministro de medio de presión, un dispositivo de ajuste para ajustar una presión preestablecida correspondiente a una fuerza de pretensado preestablecida, un equipo para descargar de presión el dispositivo de tensado de pernos roscados y un sensor de presión.

15 Un dispositivo hidráulico de tensado de pernos roscados de este tipo está descrito en el documento DE 10 2005 015 922 A1 del mismo solicitante.

20 Dispositivos de tensado de pernos roscados tienen el objetivo de aplicar una fuerza de pretensado predeterminada de forma exacta sobre un perno roscado para poder apretar o aflojar la tuerca atornillada al perno roscado. Para ello se atornilla un casquillo intercambiable del dispositivo de tensado de pernos roscados a la rosca que sobresale por encima de una tuerca y después pone el dispositivo de tensado de pernos roscados a presión hidráulica. Esto da como resultado que el perno roscado se tense por alargamiento. Las fuerzas aplicadas a este respecto sobre el
25 perno roscado son extraordinariamente altas, por lo que el perno roscado y el dispositivo de tensado de pernos roscados y sus partes individuales están sometidas a un gran esfuerzo. Para evitar que estas partes individuales sometidas a un gran esfuerzo se rompan al tensar un perno roscado, ya que puede producirse una rotura por fatiga por sobrepasar los cambios de carga que pueden ser asimilados por estas piezas, se pretende sustituir las piezas que están en peligro de rotura por fatiga antes de que ocurra tal rotura por fatiga. Esto se aplica también a la sustitución previa de otras partes susceptibles de desgastarse, como por ejemplo, juntas de estanqueidad. Esto se
30 consigue mediante un denominado contador de cambios de carga que se conmuta por la aplicación de presión del dispositivo de tensado de pernos roscados con cada accionamiento, evitándose el conteo de carreras en vacío porque el contador de cambios de carga solo se conmuta por encima de una presión determinada. Un contador de cambios de carga de este tipo está descrito en el documento DE 43 24 888 A1 del mismo solicitante.

35 Otra medida de seguridad está descrita en el documento DE 43 41 707 A1 del mismo solicitante, que se hace efectiva cuando el casquillo intercambiable que está sometido a un esfuerzo especialmente alto en estos dispositivos hidráulicos de tensado de pernos roscados, después de una cierta cantidad de dilatación de tornillo, es decir, de cambios de carga en la zona del extremo roscado de tornillo, se rompe, en casos aislados, antes de alcanzarse el
40 cambio de carga al que se puede llegar de forma calculada.

45 Como en tal caso todo el sistema se destensa repentinamente, la parte rota del casquillo intercambiable puede, junto con el pistón y el cilindro, proyectarse con energía considerable y producir deterioros importantes en las partes de máquina adyacentes, así como daños del usuario. Para evitar esto en el documento DE 43 41 707 A1 del mismo solicitante está previsto un dispositivo de seguridad para estas piezas del dispositivo de tensado de pernos roscados.

50 Se ha demostrado la eficacia tanto del contador de cambios de carga conocido por el documento DE 43 24 888 A1 como del dispositivo hidráulico de tensado de pernos roscados conocido por el documento DE 43 41 707 A1 con dispositivo de seguridad, no obstante, estos dispositivos no protegen de una rotura del perno roscado que se debe tensar, lo que puede ocurrir especialmente cuando el perno roscado presenta un daño previo por dilatación excesiva, por una rosca defectuosa o por fallos de material.

55 Por el documento US 4,013,895 se conoce un procedimiento para tensar una unión atornillada de un perno y una tuerca atornillada a él, procedimiento en el que se aprieta la tuerca empleando un accionamiento eléctrico, hidráulico o neumático con un momento de apriete correspondientemente fuerte. El punto de funcionamiento en el que, por la aproximación al límite de extensión, se deja de apretar la tuerca, se determina de forma calculada a partir del registro del ángulo de giro y del par de torsión de la tuerca, formándose primero matemáticamente la derivación a partir de estos dos valores. Esta presenta un valor constante en la duración del apriete normal de la tuerca. Al punto de funcionamiento a partir del cual se deja de apretar la tuerca se llega en cuanto este valor casi constante de la derivación varía.
60

65 La invención se basa, por consiguiente, en el objetivo de proponer un dispositivo hidráulico de tensado de pernos roscados para apretar y aflojar tornillos altamente cargados y un procedimiento para controlar la aplicación de presión al dispositivo hidráulico de tensado de pernos roscados, con los que se puede evitar una rotura del perno roscado. Este objetivo se consigue con un dispositivo hidráulico de tensado de pernos roscados del tipo mencionado al principio mediante un equipo para detectar cuándo se llega al límite de extensión durante el tensado del perno

roscado y un equipo de control para la descarga de presión del dispositivo de tensado de pernos roscados al alcanzar, o poco después de alcanzar, al límite de extensión del perno roscado que se debe tensar, y especialmente mediante un equipo diferencial para las señales proporcionadas por el sensor de presión para determinar el gradiente de presión durante una aplicación de presión y un equipo de control que provoca la descarga de presión del dispositivo de tensado de pernos roscados cuando el gradiente de presión, antes de alcanzar la presión preestablecida, desciende por debajo de un valor predeterminado.

La invención parte de la reflexión de que la presión aumenta linealmente durante una aplicación de presión por debajo del límite de elasticidad del perno roscado.

Cuando se ha llegado al límite de elasticidad, la curva de presión-tiempo se allana, llega a un máximo y cae después hasta la carga de rotura. En el caso de un material de tornillo sin límite de flujo este trazado de curva es constante, en el caso de un material de tornillo con límite de flujo la curva cae de un límite de flujo superior a uno inferior y aumenta entonces de nuevo hasta el valor máximo, después de lo cual vuelve a descender a la carga de rotura. El gradiente de presión obtenido mediante la diferenciación de esta curva es, con ello, constante hasta alcanzar el límite de elasticidad y desciende entonces de forma constante en el caso de un material de tornillo sin límite de flujo, así como bruscamente en el caso de un material de tornillo con límite de flujo.

Por un daño previo del perno roscado, por ejemplo, en la rosca o a causa de un fallo de material o también por sobrecarga por encima de los parámetros permitidos mecánicamente, se llega a un alargamiento desproporcionado del perno roscado que da como resultado la rotura cuando no se efectúa ninguna descarga de presión del dispositivo de tensado de pernos roscados. La rotura del perno roscado se puede evitar, de acuerdo con la invención, con mayor seguridad, de forma que el dispositivo de tensado de pernos roscados tampoco se pueda proyectar y se puedan evitar deterioros en partes de máquina adyacentes, así como daños del usuario. El dispositivo de seguridad descrito en el documento DE 43 41 707 A1 funciona, a saber, solo cuando el casquillo intercambiable se rompe, sin embargo no cuando se rompe el perno roscado.

La aplicación de presión puede efectuarse mediante un grupo hidráulico accionado eléctricamente o neumáticamente o mediante una bomba manual.

Los grupos hidráulicos accionados neumáticamente o bombas manuales funcionan intermitentemente, de forma que, en este caso, el equipo diferencial está ajustado de forma que el gradiente de presión solo se determine durante las fases de aumento de presión y se provoque la descarga de presión solo cuando el gradiente de presión, antes de alcanzar la presión preestablecida, durante una fase de aumento de presión, descienda por debajo de un valor predeterminado.

El equipo diferencial puede estar ajustado de forma que provoque una descarga de presión cuando el gradiente de presión, antes de alcanzar la presión preestablecida, descienda por debajo de un valor predeterminado que se sitúe cerca en el gradiente de presión de la zona elástica, o cuando el gradiente de presión, antes de alcanzar la presión preestablecida, se haga negativo de repente, que es el caso en el caso de un material de tornillo con límite de flujo. En este caso la descarga de presión se efectúa muy rápido después de sobrepasar el límite de elasticidad.

La rotura del perno roscado se puede evitar también cuando el equipo diferencial está ajustado de forma que se provoque la descarga de presión cuando el gradiente de presión, antes de alcanzar la presión preestablecida, sea igual a cero, es decir, la descarga de presión se efectúa cuando se llega al máximo de la curva de presión-tiempo.

El objetivo mencionado al principio se consigue también mediante un procedimiento para controlar la aplicación de presión a un dispositivo hidráulico de tensado de pernos roscados del tipo mencionado previamente, terminándose la aplicación de presión del dispositivo de tensado de pernos roscados mediante una descarga de presión al alcanzar, o poco después de alcanzar, el límite de extensión del perno roscado que se debe tensar, especialmente siendo determinado el gradiente de presión por un equipo diferencial durante una aplicación de presión al dispositivo de tensado de pernos roscados y generándose una señal para provocar una rápida descarga de presión del dispositivo de tensado de pernos roscados cuando el gradiente de presión, antes de alcanzar la presión preestablecida, desciende por debajo de un valor predeterminado, determinándose el gradiente de presión durante una aplicación de presión intermitente solo durante la fase de aumento de presión y generándose la señal para provocar una rápida descarga de presión solo cuando el gradiente de presión, antes de alcanzar la presión preestablecida, durante una fase de aumento de presión, descienda por debajo de un valor predeterminado o se provoque una rápida descarga de presión cuando el gradiente de presión, antes de alcanzar la presión preestablecida, sea igual a cero, o se provoque una rápida descarga de presión cuando el gradiente de presión, antes de alcanzar la presión preestablecida, se haga negativo de repente.

Preferentemente, al provocar una rápida descarga de presión, se genera un aviso de error, de forma que se advierte inmediatamente al usuario de un perno roscado defectuoso.

A continuación se explica la invención más en detalle mediante un ejemplo de realización representado en el dibujo. En el dibujo muestran:

La figura 1, una representación esquemática de un dispositivo hidráulico de tensado de pernos roscados con equipo de control y fuente de presión hidráulica.

La figura 2, una curva de presión-tiempo de un material de tornillo sin límite de flujo.

La figura 3, una curva de presión-tiempo de un material de tornillo con límite de flujo.

El dispositivo hidráulico de tensado de pernos roscados representado en el dibujo, que en general está señalado con la cifra de referencia 1, corresponde en esencia al documento DE 43 41 707 A1 del mismo solicitante.

Una parte de máquina no representada, que puede ser, por ejemplo, una brida de una carcasa de máquina, se debe tensar mediante un perno roscado igualmente no representado y una tuerca no representada atornillada a él.

Para aplicar sobre el perno roscado un pretensado que se pueda controlar de forma exacta y para mantener alejados del perno roscado momentos de torsión que representen una carga adicional del perno roscado, se atornilla la tuerca al perno roscado, primero solo a mano, para el ajuste a la parte de máquina. La longitud del perno roscado está calculada de forma que por la tuerca sobresalga un extremo roscado libre.

Para tensar el perno roscado se fija el dispositivo de tensado de pernos roscados 1 por la tuerca que está atornillada al perno roscado, recubriendo un manguito rotatorio 16 provisto de un hexágono interior 17, por arrastre de forma, la tuerca. Un casquillo intercambiable 18 que está unido con un pistón de tensado 23 en el cilindro 24 del dispositivo de tensado de pernos roscados 1 se atornilla al extremo roscado que sobresale del perno roscado, después de lo cual el dispositivo de tensado de pernos roscados 1 está preparado para el uso. Una bomba hidráulica 12 que, en el ejemplo de realización representado, puede estar accionada mediante un motor de accionamiento, neumáticamente o a mano está unida con el dispositivo de tensado de pernos roscados 1 por una válvula distribuidora eléctrica 13, un suministro de medio de presión 2, una válvula antirretorno 22 y una conexión de medio de presión 3 y permite conectar una aplicación de presión del suministro de medio de presión 6 o una descarga de presión a un recipiente de recogida 15. La válvula distribuidora 13 permite, en caso necesario, conectar muy rápidamente una descarga de presión al recipiente de recogida 15.

El manguito rotatorio 16 está provisto de un dentado exterior en el que engrana una rueda dentada de una transmisión 19. Con la transmisión 19 está unido un accionamiento rotatorio 4 que engrana en el cuadrado interior de la transmisión 19.

Un equipo de control 5 está unido con el accionamiento rotatorio 8, la válvula distribuidora eléctrica 13, un sensor de presión 14 y una válvula de regulación de presión 21 ajustable.

El sensor de presión 14 mide la presión dirigida por la bomba hidráulica 12 al suministro de medio de presión 6.

El equipo de control 5 presenta un dispositivo de introducción 6 para el pretensado preestablecido del perno roscado o para la presión preestablecida de la bomba hidráulica 12 que se desprende de ella y de la superficie del pistón del dispositivo de tensado de pernos roscados 1, y que provoca un ajuste correspondiente de la válvula de regulación de presión 21, así como un dispositivo de introducción 9 para un gradiente de presión preestablecido que sirve como criterio de descarga de presión cuando el gradiente de presión, antes de alcanzar la presión preestablecida introducida para la unión atornillada respectiva, desciende por debajo del gradiente de presión preestablecido introducido por el dispositivo de introducción 9.

El equipo de control 5 comprende una calculadora 7, un equipo diferencial 10 para las señales transmitidas por el sensor de presión 14 y un equipo de control 11 para activar el suministro de medio de presión 2 al dispositivo de tensado de pernos roscados 1 por la válvula distribuidora eléctrica 13.

La figura 2 muestra una curva de presión-tiempo para un material de tornillo sin límite de flujo. Hasta el límite de flujo P_F aumentan linealmente la presión y la fuerza de pretensado aplicada con ella sobre el perno roscado mediante el dispositivo de tensado de pernos roscados 1. A partir del límite de flujo P_F se reduce la subida, es decir, el gradiente de presión desciende hasta el valor máximo $\text{máx}P$ a cero para descender entonces hasta la carga de rotura Z con gradiente de presión negativo.

En la figura 3 está representado el trazado de la curva de presión-tiempo para un material con límite de flujo. Esta curva sirve en esencia para materiales de acero. En este caso la presión sube linealmente hasta el límite de flujo superior P_{FO} , desciende entonces de repente hasta el límite de flujo inferior P_{FU} y aumenta entonces de forma constante con gradiente de presión que cada vez se hace más pequeño hasta el valor máximo $\text{máx}P$ para descender entonces con gradiente de presión negativo hasta la carga de rotura Z .

Estas curvas poseen validez general, de forma que los pernos roscados se pretensan habitualmente hasta un valor por debajo de los valores P_F o P_{FO} , después de lo cual la tuerca atornillada al extremo roscado del perno roscado se gira mediante el accionamiento rotatorio con tal par de torsión que se consigue fijar todas las partes que se deben

asegurar, después de lo cual el dispositivo de tensado de pernos roscados 1 se descarga de presión abriendo la válvula distribuidora eléctrica 13 hacia el recipiente de recogida 15. Esta descarga de presión se efectúa automáticamente mediante el aparato de control 5 según una presión preestablecida introducida anteriormente por el dispositivo de introducción 6, presión preestablecida que puede situarse, por ejemplo, en el 90 % del límite de flujo P_F o P_{FO} .

Mediante el equipo diferencial 10 se diferencian continuamente las señales de presión dirigidas del sensor de presión 14 al aparato de control 5 para determinar el gradiente de presión de la curva de presión-tiempo. Mientras la estructura de presión se sitúa todavía por debajo del límite de elasticidad P_F o P_{FO} , el gradiente de presión es constante, y la descarga de presión se puede efectuar después de alcanzar la presión preestablecida ajustada y de girar la tuerca.

Si el perno roscado presenta un daño previo en la rosca o en el cuello, por ejemplo, por una fisura, o existe un fallo de material que disminuye la sección transversal eficaz del perno roscado, se llega al límite de elasticidad P_F o P_{FO} antes de alcanzar la presión preestablecida y el gradiente de presión se hace cada vez más pequeño o incluso negativo. En este caso, para evitar una rotura del perno roscado por sobrecarga, mediante el equipo de control 5 se dirige una señal a la válvula distribuidora eléctrica 13, de forma que se provoca una descarga de presión instantánea y rápida hacia el recipiente de recogida 15. Al mismo tiempo, en el campo indicador 8 del aparato de control 5 se genera un aviso de error, de forma que el usuario obtiene una información sobre el perno roscado defectuoso, que entonces se puede sustituir inmediatamente. Al mismo tiempo, la bomba hidráulica 12 se desconecta para evitar un transporte innecesario de líquido hidráulico a alta presión.

Cuando la bomba hidráulica 12 presenta un accionamiento eléctrico, el transporte de líquido hidráulico es continuo, y las curvas de presión-tiempo corresponden a las figuras 2 y 3. Si la bomba hidráulica 12 se acciona a mano o neumáticamente, el transporte del líquido hidráulico se efectúa intermitentemente, de forma que se alternan fases de aumento de presión y fases de presión constante. En este caso la calculadora 7 en el aparato de control 5 está ajustada de forma que el gradiente de presión solo se determine durante las fases de aumento de presión y la descarga de presión solo se provoque cuando el gradiente de presión, antes de alcanzar la presión preestablecida, durante una fase de aumento de presión, descienda por debajo de un valor predeterminado. Este valor predeterminado del gradiente de presión se puede introducir mediante un dispositivo de introducción 9 del aparato de control 5 y puede ser, por ejemplo, el 90 % del gradiente de presión en la zona elástica o menos, por ejemplo, ser también igual a cero o negativo. En el caso de un material del perno roscado que se comporte de acuerdo con la figura 2, la descarga de presión se puede efectuar, así, algo por encima del límite de flujo P_F que sirve para los pernos roscados dañados o en el máximo de la curva de presión-tiempo o poco después, no obstante, en todo caso, antes de alcanzar la carga de rotura Z. En el caso de un material con un comportamiento de acuerdo con la figura 3, especialmente acero al carbono, la descarga de presión se efectúa preferentemente cuando el gradiente de presión después del punto P_{FO} se hace negativo.

Con la configuración de acuerdo con la invención del control de un dispositivo hidráulico de tensado de pernos roscados se puede evitar con seguridad una rotura de un perno roscado defectuoso al tensarlo mediante el dispositivo hidráulico de tensado de pernos roscados.

Referencias

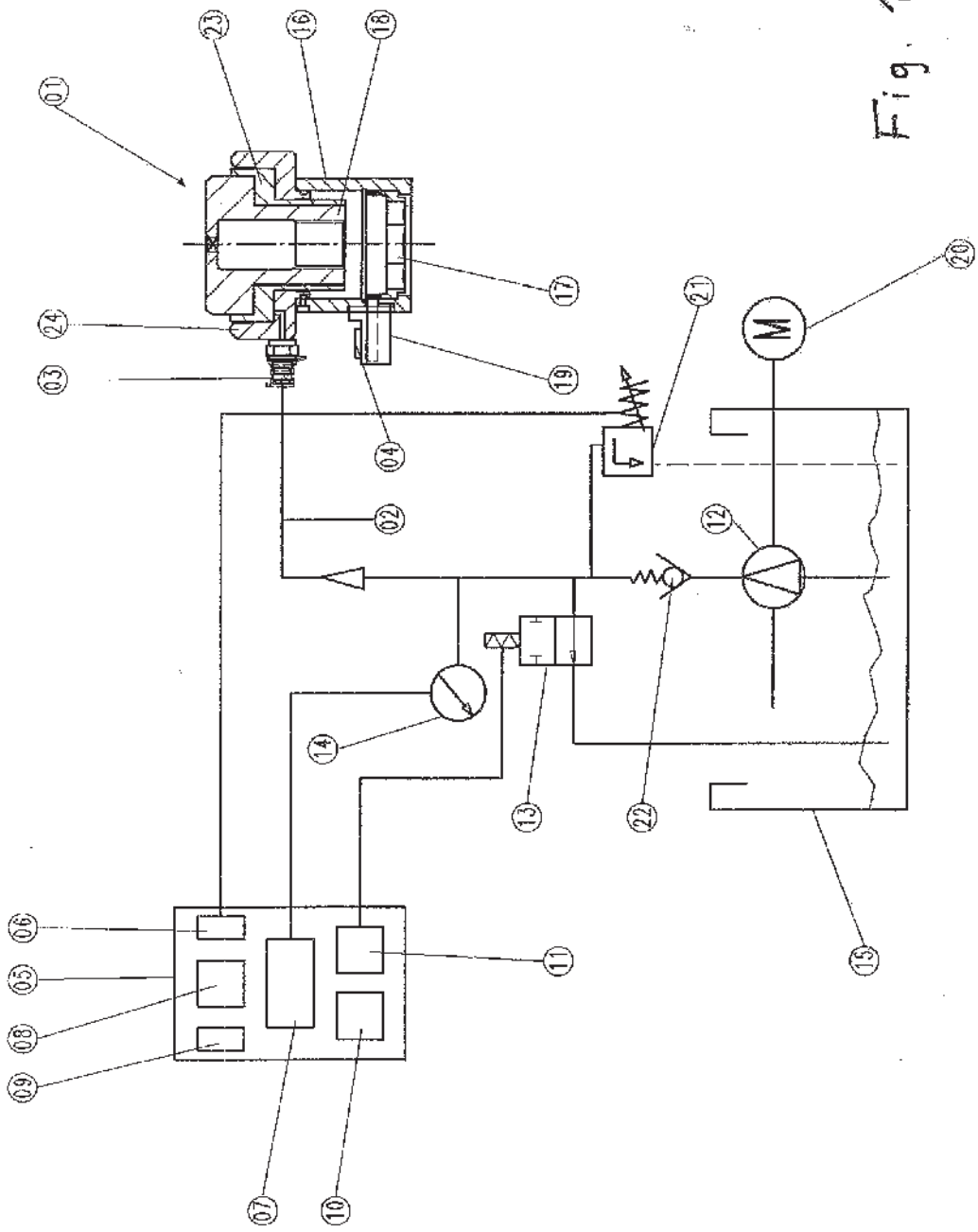
45	1	Dispositivo de tensado de pernos roscados
	2	Suministro de medio de presión
	3	Conexión de medio de presión
	4	Accionamiento rotatorio
	5	Aparato de control
50	6	Dispositivo de introducción para una presión preestablecida
	7	Calculadora
	8	Campo introductor
	9	Dispositivo de introducción para un valor predeterminado del gradiente de presión
	10	Equipo diferencial
55	11	Equipo de control
	12	Bomba hidráulica
	13	Equipo para descargar presión, válvula distribuidora eléctrica
	14	Sensor de presión
	15	Recipiente de recogida
60	16	Manguito rotatorio
	17	Hexágono interior
	18	Casquillo intercambiable
	19	Transmisión
	20	Motor de accionamiento
65	21	Válvula de regulación de presión ajustable
	22	Válvula antirretorno

ES 2 662 324 T3

23 Pistón de tensado
24 Cilindro

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo hidráulico de tensado de pernos roscados (1) para apretar y aflojar tornillos altamente cargados con un cilindro (24) que se apoya en una parte de máquina que se debe tensar mediante un perno roscado y una tuerca, un casquillo intercambiable (18) que se puede atornillar a un extremo roscado del perno roscado, al menos un pistón de tensado (23) guiado de forma hermética en el cilindro (24), que se apoya en una prolongación del casquillo intercambiable (18) atornillado a un extremo roscado, que sobresale por la tuerca, del perno roscado y al que se puede aplicar presión, que forma un espacio anular con el cilindro (24), un suministro de medio de presión (2), un dispositivo de ajuste (5, 6) para ajustar una presión preestablecida correspondiente a una fuerza de pretensado preestablecida, un equipo (13) para descargar de presión el dispositivo de tensado de pernos roscados (1), y un sensor de presión (14), **caracterizado por** un equipo (10) para detectar cuándo se llega al límite de extensión durante el tensado del perno roscado por alargamiento del mismo, y un equipo de control (7, 11) para la descarga de presión del dispositivo de tensado de pernos roscados (1) al alcanzar, o poco después de alcanzar, el límite de extensión del perno roscado que se debe tensar.
2. Dispositivo hidráulico de tensado de pernos roscados (1) de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** el equipo (10) para detectar cuándo se llega al límite de extensión es un equipo diferencial (10) para determinar el gradiente de presión mientras se aplica presión al dispositivo de tensado de pernos roscados (1), y el equipo de control (7, 11) provoca la descarga de presión del dispositivo de tensado de pernos roscados (1) cuando el gradiente de presión, antes de alcanzar la presión preestablecida, desciende por debajo de un valor predeterminado.
3. Dispositivo hidráulico de tensado de pernos roscados (1) de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado por que** el equipo diferencial (10), con una aplicación de presión que actúa de forma intermitente, determina el gradiente de presión solo durante las fases de aumento de presión y provoca la descarga de presión solo cuando el gradiente de presión, antes de alcanzar la presión preestablecida, durante una fase de aumento de presión desciende por debajo de un valor predeterminado.
4. Dispositivo hidráulico de tensado de pernos roscados (1) de acuerdo con las reivindicaciones 2 o 3, **caracterizado por que** el equipo diferencial (10) provoca la descarga de presión cuando el gradiente de presión es igual a cero antes de alcanzarse la presión preestablecida.
5. Dispositivo hidráulico de tensado de pernos roscados (1) de acuerdo con las reivindicaciones 2 o 3, **caracterizado por que** el equipo diferencial (10) provoca la descarga de presión cuando el gradiente de presión se vuelve de repente negativo antes de alcanzarse la presión preestablecida.
6. Procedimiento para controlar la aplicación de presión a un dispositivo hidráulico de tensado de pernos roscados de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 - 5, **caracterizado por que** la aplicación de presión al dispositivo de tensado de pernos roscados finaliza por una descarga de presión al alcanzarse, o poco después de alcanzarse, el límite de extensión del perno roscado que se debe tensar por alargamiento.
7. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado por que** el gradiente de presión es determinado por un equipo diferencial durante una aplicación de presión al dispositivo de tensado de pernos roscados y se genera una señal para provocar una rápida descarga de presión del dispositivo de tensado de pernos roscados cuando el gradiente de presión, antes de alcanzarse la presión preestablecida, desciende por debajo de un valor predeterminado.
8. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado por que** el gradiente de presión durante una aplicación de presión intermitente se determina solo durante las fases de aumento de presión y la señal para provocar una rápida descarga de presión solo se genera cuando el gradiente de presión, antes de alcanzarse la presión preestablecida, durante una fase de aumento de presión desciende por debajo de un valor predeterminado.
9. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 6 a 8, **caracterizado por que** se provoca una rápida descarga de presión cuando el gradiente de presión es igual a cero antes de alcanzarse la presión preestablecida.
10. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 6 a 8, **caracterizado por que** se provoca una rápida descarga de presión cuando el gradiente de presión se vuelve de repente negativo antes de alcanzarse la presión preestablecida.
11. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 6 a 10, **caracterizado por que** al provocar una rápida descarga de presión se genera un aviso de error.



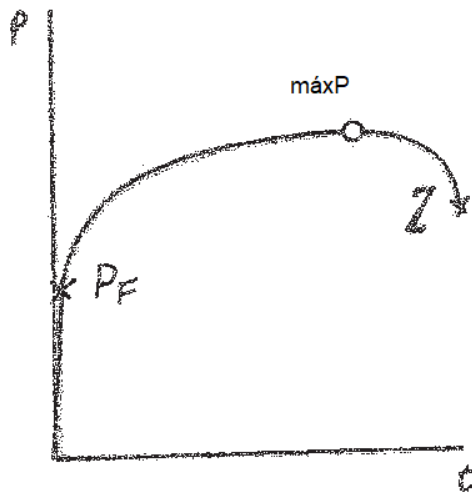


Fig. 2

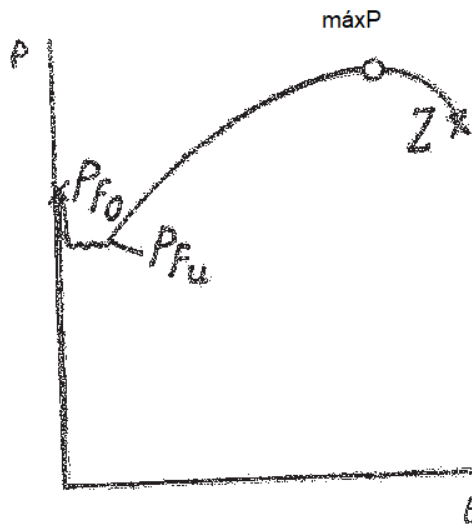


Fig. 3