



(10) ES	(11) NUMERO 464.336	(10) A1
(21)	(22) FECHA DE PRESENTACION 21.11.77.	

PATENTE DE INVENCION Concedido el Registro de acuerdo con los datos que figuran en la presente descripción y sobre el contenido de la memoria adjunta.

(30) PRIORIDADES: (31) NUMERO 7613006-1	(32) FECHA 22 Noviembre 1.976	(33) PAIS Suecia	-5 OCT. 1978
---	----------------------------------	---------------------	--------------

(47) FECHA DE PUBLICIDAD	(51) CLASIFICACION INTERNACIONAL B25B	(62) PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
--------------------------	--	--

(64) TITULO DE LA INVENCION "METODO Y APARATO PARA PRETENSAR UNA UNION DE TORNILLO".

(71) SOLICITANTE (ES) ATLAS COPCO AKTIEBOLAG

DOMICILIO DEL SOLICITANTE NACKA (Suecia)

(72) INVENTOR (ES) Mr. Carl-Gustaf Carlin - Mr. Stefan Mikael Bertil Skyllermark

(73) TITULAR (ES)

(74) REPRESENTANTE Don Pedro Feliu Mañá
--

El presente invento se refiere a un método y un aparato para pretensar una unión de tornillo a una carga -- axil predeterminada. De acuerdo con el método más común para pretensar uniones, la misma es apretada a un cierto nivel de par de fuerzas. Este nivel de par de fuerzas ha sido determinado experimentalmente para que corresponda a una tensión deseada en la unión. Debido a variaciones en fricción, este método adolece de desviaciones muy -- grandes en la carga axil obtenida.

Un método anteriormente conocido para evitar este inconveniente se describe en la patente de EE.UU. número 3.939.920. De acuerdo con el método descrito, la unión de tornillo se aprieta hasta su punto de elasticidad y -- el par de fuerzas aplicado en este punto es registrado. Este método se basa en el hecho de que en el punto de -- elasticidad se obtiene una cierta carga axil en rela-- ción con un cierto par de fuerzas. Este par de fuerzas, a su vez, depende de las fuerzas de fricción actuales -- en la unión. De esta relación es posible determinar la carga axil obtenida en el punto de elasticidad por medi-- ción del par de fuerzas aplicado. Por ello se determina la relación de carga axil/par de fuerzas para una cierta unión. Con el fin de obtener una carga axil deseada en una unión de acuerdo con este método, la unión es -- apretada hasta su punto de elasticidad, con el fin de -- establecer la relación de carga actual/par de fuerzas -- después de lo cual la unión es aflojada y vuelta a apre-- tar a un nivel de par de fuerzas que corresponde a la --

magnitud de carga axil deseada.

Este método, anteriormente conocido, adolece de --
dos serias fuentes de error, que afectan seriamente a --
la exactitud de la carga axil obtenida. Una de estas se
5 debe al hecho de que en la base teórica para determinar
la carga axil en el punto de elasticidad, se había su--
puesto que las fuerzas de fricción son de la misma mag--
nitud en la rosca como debajo de la cabeza del tornillo
o de la tuerca. Este es el caso solamente en casos excep--
10 cionales y, normalmente, se obtienen desviaciones en la
carga axil. La teoría se basa en el hecho de que las --
fuerzas de fricción en la rosca de la unión dan origen
a carga de torsión en el tornillo, que afecta al par de
fuerzas obtenido en el punto de elasticidad. Las fuer--
15 zas de fricción, actuantes debajo de la cabeza del tor--
nillo o/y la tuerca también dan por resultado nivel de
par de fuerzas aumentado, pero no influyen sobre la ten--
sión del tornillo. Variaciones en las fuerzas de fric--
ción más allá de la cabeza del tornillo y/o tuerca, por
20 lo tanto, causan desviación en la carga axil obtenida.

La otra fuente de error en este método conocido se
relaciona con el hecho de que la unión tiene que ser --
apretada dos veces. Sin embargo, en el segundo apriete,
las fuerzas de fricción en la unión son considerablemen--
25 te menores que en el primer apriete, lo que significa --
que la magnitud del par de fuerzas, que se había estima--
do que daría la carga axil deseada desde el primer --
apriete, será demasiado alta. Además, las variaciones --

en la reducción de la fricción son considerables.

En adición, este método conocido requiere un ciclo de tiempo relativamente prolongado y un sistema de control complicado para la llave de tuercas.

5 El objeto del presente invento es resolver este -- problema, lo que se consigue por el invento según se de fine en las reivindicaciones.

El invento se describirá posteriormente en detalle haciendo referencia al dibujo adjunto, en que:

10 La figura 1, es un diagrama mostrando la relación - de carga axil/rotación en una unión de tornillo,

La figura 2, muestra un diagrama, en que se ilus-- tra la relación de par de fuerzas/rotación de la unión de tornillo,

15 La figura 3, muestra esquemáticamente una llave -- para tuercas, provista de una unidad de control de acuer do con el invento.

El método para pretensar una unión de tornillo, de acuerdo con el invento, se basa en el hecho de que la - constante de resorte de una unión de tornillo varia so- lamente dentro de límites muy estrechos. Esto ocurre es pecialmente en uniones, en que los componentes se fabri can y mecanizan con cuidado explícito.

25 Tales uniones pueden encontrarse en capuchones de cojinetes de cigüeñales y cabezas o culatas de cilin-- dros de motores de combustión interna. En tales unio-- nes, todavía existen considerables variaciones en las - fuerzas de fricción y el objeto principal del invento -

es conseguir una carga axil predeterminada exacta en la unión sin quedar influido por las fuerzas de fricción. A este fin, el ángulo de rotación en la unión se utiliza como una referencia en lugar del par de fuerzas instalado.

Así, el proceso de apriete de acuerdo con el invento se basa en el hecho de que la constante de resorte k , es decir, la relación $\frac{F}{\varphi}$ de carga axil/rotación para la unión es conocida. Esta relación se determina experimentalmente midiendo la carga axil y el ángulo de rotación en un número de uniones del tipo actual. El valor medio obtenido puede ser ilustrado gráficamente como en la figura 1, donde F designa la carga axil, φ el ángulo de rotación y $\Delta\varphi$ el ángulo específico de rotación, que corresponde a la carga axil deseada F_p .

En la figura 2, se ilustra gráficamente tal relación típica al apretar una unión hasta el punto de elasticidad. La curva ilustra, como el proceso de apriete comprende tres diferentes secuencias, es decir, una primera secuencia desde cero hasta el punto A, una segunda secuencia desde el punto A hasta el punto B y una tercera secuencia por encima del punto B.

La primera secuencia, que termina en el punto A en la curva, ilustra el proceso de bajada del tornillo o de la tuerca y comprende un crecimiento del par de fuerzas muy irregular. En un punto A, se continúa el proceso de apriete con la segunda secuencia, que es lineal y que representa un pretensado elástico incrementado de la unión. A partir del punto B, comienza la tercera

ra secuencia y muestra un crecimiento de par de fuerzas decreciente como un resultado de deformación plástica de la junta. El punto B representa el punto de elasticidad de la unión.

5 Así, la parte lineal de la curva ilustra la deformación elástica de la unión, que es causada por una carga axial creciente. El gradiente de la curva corresponde a la rigidez de la unión.

De acuerdo con el presente invento, la relación $M -$
 10 (Ψ) de par de fuerzas/rotación, se determina dentro del alcance lineal de deformación elástica, entre A y B sobre la curva. Esto se consigue calculando el gradiente $\frac{dM}{d\Psi}$ de par de fuerzas/rotación en un punto elegido arbitrariamente M_2, Ψ_2 .

15 Extrapolando la parte lineal de la relación $M(\Psi)$ de par de fuerzas/rotación, se determina una posición angular Ψ_0 que representa una condición de unión teórica sin tensión. Para obtener la pretensión deseada F_p , la unión debe ser girada por un ángulo $\Delta\Psi$ desde la posición sin tensión arriba calculada Ψ_0 . De acuerdo con ello
 20 el ángulo total de apriete $\Psi_S = \Psi_0 + \Delta\Psi$.

En la figura 3 se ilustra esquemáticamente un dispositivo para poner en práctica el método de pretensado de acuerdo con el invento. El aparato comprende una llave -
 25 -10- para tuercas, movida neumáticamente, y una unidad de control -11- conectada a la misma. La llave para tuercas -10- está provista de medios -12-, -13-, palpadores de par de fuerzas y de rotación y de emisión de señales

respectivamente. La unidad de control -11- está conectada a la llave -10- para tuercas por vía de entradas de señales A y B. La unidad de control -11- también está conectada a una válvula -14- de admisión de aire comprimido de la llave -10- para tuercas.

Ulteriores detalles del aparato no se enumeran, pero aparecerán en la siguiente descripción del funcionamiento.

Cuando se pretenda una unión de tornillo de acuerdo con el invento, se alimentan señales de par de fuerzas y de rotación dentro de un dispositivo -15- derivador, por vía de un amplificador -16- y una unidad -17- acondicionadora de señales. En el dispositivo -15- derivador, el gradiente $\frac{dM}{d\varphi}$ de par de fuerzas/rotación se calcula y pasa hasta un multiplicador -18-. Se obtiene como nivel de par de fuerzas M_2 ; entonces el dispositivo derivador -15- se dispone para pasar la señal a un circuito -19- de retención. El nivel de par de fuerzas M_2 se elige arbitrariamente.

La llave -10- para tuercas está provista de un interruptor disparador -20- que está dispuesto para iniciar la operación activando la válvula de admisión -14- reajugando a cero un contador de impulsos y reajustando otro contador de impulsos -22- a un número deseado de impulsos relativos al ángulo. Este número de impulsos es suministrado desde un elemento -28- ajustable manualmente y representa el ángulo de apriete requerido $\Delta\varphi$.

El contador -21- está dispuesto para recibir impul--

5 sos desde un oscilador -23- y para entregar un valor de
 suma al multiplicador -18-. El número de impulsos recib_i
 do y contado representa el intervalo de rotación que se
 multiplica en el multiplicador -18- con el gradiente $\frac{dM}{d\varphi}$
 de par de fuerzas/rotación con el fin de obtener la can-
 10 tidad $n \cdot \frac{dM}{d\varphi}$. Esta cantidad rápidamente en aumento se --
 compara con el valor M_2 de par de fuerzas obtenido por
 un comparador -24- y, cuando son iguales estos valores,
 el comparador -24- producirá una señal de salida. El n_ú
 10 mero obtenido de impulsos corresponde al ángulo de rota-
 ción $\varphi_2 - \varphi_0$.

Después de ello, el dispositivo derivador -15- se
 dispone para entregar una señal de salida al paso -25-
 AND cuando el par de fuerzas actual en la unión ha al--
 15 canzado el valor M_2 . El paso -25- AND, que está provia-
 to de una entrada invertida, se conecta al comparador -
 -24- y deja pasar una señal hacia el paso AND -26- cuan-
 do el par de fuerzas en la unión ha alcanzado el nivel
 de par de fuerzas M_2 . El paso AND -26- se conecta al os-
 20 cilador -23- y cuando recibe una señal desde el paso --
 AND -25-, dejará pasar los impulsos producidos al conta-
 dor -21-.

Cuando se ha dejado pasar un número de impulsos su-
 ficientemente grande y se han multiplicado por el gra--
 25 diente $\frac{dM}{d\varphi}$ de par de fuerzas/rotación, se obtiene una -
 posición de equilibrio en el comparador -24- y se emite
 una señal de salida a través de ello. Esta señal de sa-
 lida obstruirá el paso AND -25- e interrumpirá el ulte-

rior transporte de impulsos a través del paso AND -26-.

Aquellos impulsos, que han pasado por el paso AND -26- y que han sido registrados por el contador -21-, corresponden al intervalo de rotación $\varphi_2 - \varphi_0$.

5 Se completa el pretensado girando la unión por el ángulo $\Delta\varphi(\varphi_2 - \varphi_0)$. Esto se consigue por la unidad de control ilustrada de la manera siguiente.

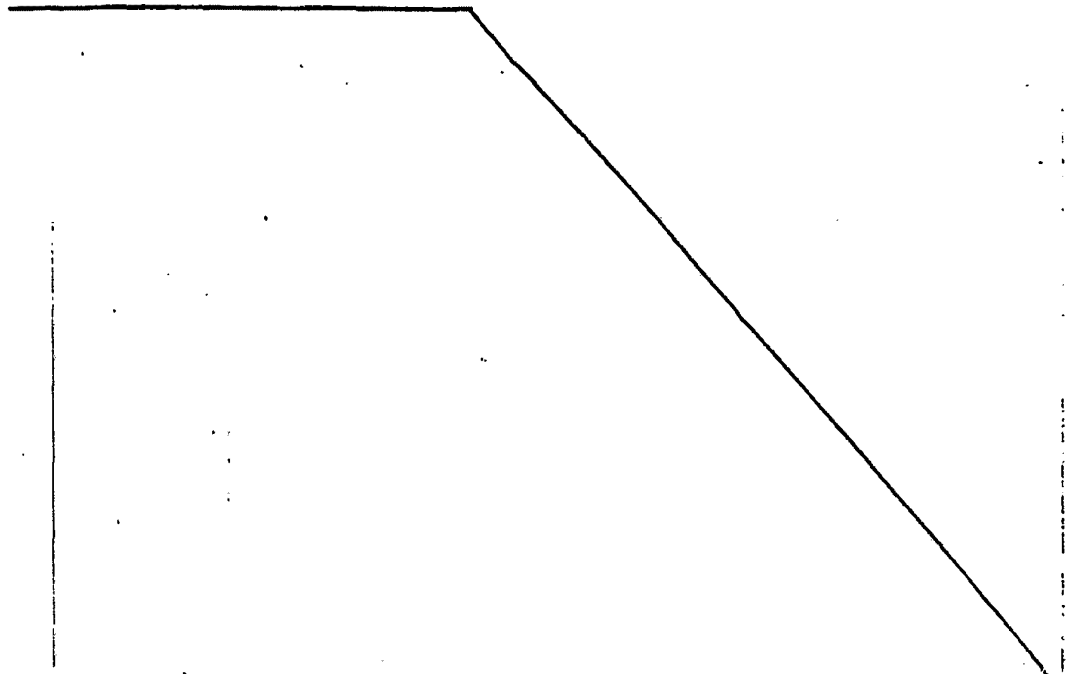
La carga axial F_p predeterminada, deseada en la --
 unión ha sido traducida a un ángulo de rotación $\Delta\varphi$ --
 10 por medio de la constante k de resorte de la unión. El número de impulsos correspondiente al tamaño de este --
 ángulo se ha alimentado en el contador -22-, por vía de un elemento -28- ajustable manualmente. El contador --
 -22-, que está conectado al contador -21- y oscilador -
 25 -23-, por vía de un paso -29- OR, ha recibido el mismo número de impulsos que el contador -21-, cuyo número de impulsos corresponde al intervalo de rotación $\varphi_2 - \varphi_0$. El contador -22- está dispuesto para restar este número de impulsos desde el número de impulsos suministrado --
 20 por el miembro -28-. El número restante de impulsos corresponde a $\Delta\varphi(\varphi_2 - \varphi_0)$.

Quando se ha alcanzado la magnitud M_2 de par de --
 fuerzas, se cierra el paso AND -26- pero en su lugar se
 abre otro paso AND -30-. El paso AND -30- se dispone pa
 25 ra interconectar el contador -22- y el medio -13- palpa
 dor de rotación de la llave -10- para tuercas, cuando -
 se ha alcanzado la magnitud M_2 de par de fuerzas. Al con
 tinuar el apriete, el contador -22- resta estos impulsos
 de ángulo desde el número restante de impulsos que co--

rresponden a $\Delta\varphi (\varphi_2 - \varphi_0)$. Cuando el contador -22- ha alcanzado cero, la unión, por consiguiente, ha alcanzado la posición angular φ_s , por lo que el contador -22- suministra una señal de salida a la válvula de admisión --
 5 -14- de la llave -10- para tuercas, de modo que se inicie la interrupción del procedimiento de apriete.

Un ciclo completo de pretensado ha sido descrito -- ahora. Puede comenzarse otro pretensado inmediatamente -- después de esto, bastando usar el disparador -22-. El con-
 10 tador -21- se reajusta y el contador -22- se vuelve a -- ajustar a un valor correspondiente a $\Delta\varphi$.

Las ejecuciones del invento no están limitadas al -- ejemplo ilustrado y descrito, sino que pueden variarse li-
 bremente dentro del alcance del invento según se define --
 15 en las reivindicaciones. Así es posible calcular la rigidez de la unión $\frac{dM}{d\varphi}$ de diferentes maneras, así como elegir un nivel de par de fuerzas M_2 adecuado para el cálculo de la posición teórica angular sin tensión φ_0 .



REIVINDICACIONES

1ª.- Método y aparato para pretensar una unión de tornillo a una carga axial predeterminada (F_p) aplicando un par de rotación de apriete a la unión con provisión de la relación ($\frac{F}{\varphi}$) de tensión rotación que se supone conocida, caracterizados porque el método comprende las etapas de determinar la relación $M(\varphi)$ de par de fuerzas/rotación durante la secuencia lineal, elástica de deformación del procedimiento de apriete, calcular por extrapolación de dicha relación de par de fuerzas/rotación $M(\varphi)$ una posición angular (φ_0) sin tensión teórica de la unión y discontinuar dicha aplicación de par de fuerzas de apriete cuando la unión se hace girar con relación a dicha posición angular (φ_0) sin tensión teórica por un intervalo angular ($\Delta\varphi$) que, de acuerdo con la relación ($\frac{F}{\varphi}$) de tensión/rotación, corresponde a dicha carga axial (F_p) predeterminada.

2ª.- Método y aparato según la reivindicación 1ª, caracterizado porque en el método dicha relación de par de fuerzas/rotación $M(\varphi)$ se calcula a partir de un nivel (M_2) de par de fuerzas elegido arbitrariamente y del gradiente de par de fuerzas/rotación ($\frac{dM}{d\varphi}$) determinado a dicho nivel de par de fuerzas (M_2) correspondiente dicho nivel de par de fuerzas (M_2) a una posición angular (φ_2) que está muy dentro del intervalo angular ($\Delta\varphi$) comenzando con dicha posición angular sin tensión teórica (φ_0).

3ª.- Método y aparato según la reivindicación 2ª,

caracterizados porque en el método el intervalo angular entre dicha posición angular (φ_2) correspondiente a dicho nivel (M_2) de par de fuerzas, elegido arbitrariamente y dicha posición angular teórica sin tensión (φ_0) se
 5 determina por aquel número de impulsos de ángulo que, - junto con el gradiente de par de fuerzas ($\frac{dM}{d\varphi}$) forma un producto que equivale al valor de dicho nivel de par de fuerzas (M_2).

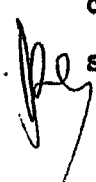
4ª.- Método y aparato según la reivindicación 3ª,
 10 caracterizados porque en el método, antes de comenzar - el apriete, el intervalo angular ($\Delta\varphi$) que corresponde a dicha carga axil predeterminada (F_p) se almacena en - la forma de un número de impulsos; el número de impulsos representando el intervalo angular entre dicha posi-
 15 ción angular sin tensión, teórica (φ_0) y dicha posición angular (φ_2) correspondiendo a dicho nivel de par de fuerzas elegido (M_2) durante el apriete se sustentan de dicho número almacenado de impulsos, después de lo - cual se continúa la aplicación de par de fuerzas de --
 20 apriete durante otro intervalo angular ($\Delta\varphi (\varphi_2 - \varphi_0)$) representado por el resto de los impulsos almacenados.

5ª.- Método y aparato según la reivindicación 4ª,
 caracterizados porque en el método el número de impulsos, que representa el intervalo angular entre dicha posición angular sin tensión, teórica (φ_0) y dicha posición angular (φ_2) correspondiente a dicho nivel de par
 25 de fuerzas elegido (M_2) se entrega por un oscilador y - el resto de dichos impulsos almacenados se resta por in

pulsos producidos por un medio palpador de rotación, conectado a la unión.

5 6a.- Método y aparato según las reivindicaciones -
precedentes, especialmente para pretensar una unión de
tornillo a una carga axil predeterminada (F_p) a condi--
10 ción de que se conozca la relación de carga axil/rota--
ción ($\frac{F}{\varphi}$), caracterizados porque el aparato comprende me
dios suministradores de par de fuerzas, medios palpado-
res de par de fuerzas y de emisión de señales y medios
15 palpadores de rotación y de emisión de señales, en que
una unidad de control está conectada a dichos medios --
palpadores de par de fuerzas y de rotación para recibir
señales de los mismos en respuesta a los valores instan-
táneos de par de fuerzas y de rotación, incluyendo di--
20 cha unidad de control, primeros medios calculadores pa-
ra determinar la relación actual de par de fuerzas/rota-
ción $M(\varphi)$ y segundos medios calculadores para determi-
nar una posición angular sin tensión, teórica (φ_0) de la
unión y medios para iniciar el cese de dicho medio sumi-
25 nistrador de par de fuerzas cuando la unión se ha hecho
girar desde dicha posición teórica angular sin tensión
(φ_0) en un intervalo angular ($\Delta\varphi$) que, de acuerdo con
la relación carga axil/rotación ($\frac{F}{\varphi}$) corresponde a di--
cha carga axil predeterminada (F_p).

25 7a.- Método y aparato según la reivindicación 6a,
caracterizado porque en el aparato dicho segundo medio
calculador comprende un oscilador productor de impul--
sos, un contador de impulsos, un multiplicador, forman



do continuamente el producto del número de impulsos conta-
dos y el gradiente ($\frac{dM}{d\varphi}$) de dicha relación de par de fuer-
zas/rotación, $M(\varphi)$, y un comparador para comparar dicho -
5 producto y un cierto nivel de par de fuerzas (M_2) corres-
pondiente a una posición angular (φ_2) situada dentro de -
dicho intervalo angular ($\Delta\varphi$) cuando este último es con-
tado desde dicha posición angular sin tensión teórica (φ_0).

8a.- Por último se reivindica como objeto sobre el -
que ha de recaer la presente Patente de Invención que por
10 veinte años se solicita registrar para España, - - - - -

p o r

"METODO Y APARATO PARA PRETENSAR UNA UNION DE TORNILLO"

15 Todo conforme queda expresado en la presente Memoria
Descriptiva que consta de catorce hojas foliadas y escri-
tas a máquina por una sola cara y planos que se acompañan.

Madrid, 21 de Noviembre de 1.977.

P.A.,

PEPPO FELIX ZARZA

P. P.

pe

