

723734  
Int. Cl.<sup>2</sup> G01L B25B

P - 56.561  
File No. 736

MEMORIA DESCRIPTIVA

28 FEB. 1974

para solicitar 1er. CERTIFICADO DE ADICION en ESPAÑA

nombre de STANDARD PRESSED STEEL CO.

entidad norteamericana

establecida en Highland Avenue, Jenkintown, Pensilvania,  
Estados Unidos de América.

COMPROBADO  
21 JUN 1974

por: Mejoras introducidas en el objeto de la patente  
principal nº 414.515, solicitada el 8 de Mayo de 1973,  
por: "UN DISPOSITIVO MEDIDOR DE RIGIDEZ"

(Clase Internacional B25b, G01l)

1                    El invento se refiere a un aparato para de-  
terminar la rigidez lineal o rotacional y está relaciona  
do particular, pero no exclusivamente, con el apriete de  
órganos de sujeción o sujetadores roscados o de sujetado  
5                    res cargados axialmente de otra clase.

                  La carga de fijación precisa de un sujeta-  
dor es extremadamente importante para determinar si una  
junta que incluye el sujetador fallará o no durante su  
servicio. Por tanto, es deseable que los sujetadores  
10                    deban apretarse con una carga previa consistente. Un  
objeto del presente invento es proporcionar un aparato  
y un método para apretar un sujetador roscado a una car-  
ga previa determinada, por ejemplo, la carga previa máxi  
ma obtenible sin deformación plástica del sujetador o  
15                    de la junta. Otro objeto del invento es proporcionar  
un medidor de rigidez mejorado o medidor de gradiente  
del par, no sólo para uso en el apriete de sujetadores  
sino para otras aplicaciones en las que se requiere la  
determinación de la rigidez o gradiente de par.

20                    El par requerido para apretar un sujeta-  
dor roscado es función de diversas variables, a saber,  
la rigidez de la junta, la rigidez del sujetador, el ro-  
zamiento superficial y la forma de la rosca. Las carac-  
terísticas generales que ilustran la relación entre el par

25

y el ángulo de giro de un sujetador se representan mediante la curva de la figura 1 de los dibujos adjuntos, que muestra un par representado en función del ángulo de giro, para un sujetador roscado en una aplicación típica. El  
5 gradiente máximo de la curva en un punto A, es función de las variables antes indicadas. El gradiente puede variar ampliamente incluso con un sujetador de diámetro dado y una configuración de rosca también dada. Se ha encontrado que la carga de fijación a la cual comienza  
10 a caer el gradiente por debajo del valor máximo es relativamente independiente del rozamiento y de la rigidez de la junta y depende, principalmente, de la resistencia a la deformación del sujetador y/o de la junta. El punto indicado con X en la figura 1 representa un punto  
15 en la curva par/ángulo de giro, en el que el sujetador está apretado a un esfuerzo de tracción próximo a su límite elástico. Una nueva rotación del sujetador podría provocar la aproximación del par a un valor máximo y hacer que el esfuerzo de tracción del sujetador se acercara a su valor último. Dependiendo de la ductilidad y  
20 de las dimensiones del sujetador y/o de la junta, ocurriría finalmente la fractura en un punto representado en Y.

El objeto general del control del apriete del sujetador roscado es conseguir una carga previa  
25 consistente de la junta, cercana al máximo que puede

aplicarse al sujetador sin dar comienzo a su deformación. Un método común es utilizar un control del par mediante el que se aplique un par máximo específico en un intento de obtener una carga previa deseada para unas condiciones particulares de rosca y de rozamiento. Este método tiene la desventaja de que como no se conocen las condiciones de rozamiento exactas en condiciones de montaje prácticas de un sujetador, existirán variaciones en la relación par/tensión. Esto conduce a cargas de tracción variables en el sujetador durante la aplicación de un par dado. Otro método conocido, que no depende de las condiciones de rozamiento, supone medir el alargamiento del sujetador. En muchos casos, es imposible la lectura directa del alargamiento y, por tanto, una modificación del método hace uso de un apriete controlado en función del ángulo en el que un alargamiento estimado se efectúa apretando hasta un ángulo preciso de apriete. La desventaja de este método es dónde comenzar a medir los ángulos cuando se trabaja sobre curvas de par/ángulo de giro que tienen pendientes inicial y máxima diferentes. Para cargas previas dentro del margen elástico ésto es extremadamente difícil ya que la desviación de una curva típica puede ser grande. En el margen plástico del sujetador, sin embargo, un error en el ángulo no cambia apreciablemente la

carga previa y la desviación es pequeña; pero para sujetadores muy cortos, este error de ángulo puede provocar un sobre-esfuerzo y la fractura consiguiente. El aprieto controlado por el ángulo es aceptable, por tanto, sólo en la región plástica para sujetadores largos (por ejemplo aquéllos que tienen más de 6 filetes de rosca libres), en que alguna deformación plástica no provocará daño estructural en el sujetador.

Por tanto, es deseable que el punto óptimo en que haya de cesar el apriete sea el punto en que el gradiente de la curva par/ángulo de giro comienza justamente a descender desde su valor máximo, es decir, el punto en que el sujetador está comenzando a deformarse justamente. Tomando X en la figura 1 como punto en que el gradiente es una proporción predeterminada del gradiente máximo conseguido para el sujetador, este punto determina una posición práctica en la que puede detenerse el aprieto para dar cargas de sujeción que son esencialmente independientes de la geometría del sujetador y de las condiciones de rozamiento. Otro objeto del presente invento es proporcionar un método y un aparato para posibilitar la identificación del punto X durante una operación de apriete tan pronto como se produzca, de modo que el proceso de apriete pueda detenerse inmediatamente en ese punto y, además, permitir

que el punto se identifique independientemente de las características de la junta o del sujetador, es decir, sin conocimiento previo de las características o del calibre de la junta o del sujetador.

5 De acuerdo con el invento, un aparato para determinar la rigidez rotacional o lineal, es decir, un medidor de rigidez, comprende medios de salida para comunicar movimiento a un miembro; medios de entrada para recibir energía; medios de acoplamiento de-  
10 formables entre dichos medios de salida y dichos medios de entrada para transmitir energía desde dichos medios de entrada a dichos medios de salida; primeros medios perceptores que responden a dichos medios de entrada para desarrollar una primera serie de señales repre-  
15 sentativa del desplazamiento de dichos medios de entrada; segundos medios perceptores que responden a dichos medios de salida para desarrollar una segunda serie de señales representativa del desplazamiento por dichos medios de acoplamiento de dichos medios de sali-  
20 da, y medios comparadores que responden a dicha primera y a dicha segunda series de señales para determinar la diferencia del número de señales en dicha primera y dicha segunda series de señales durante un número de referencia de señales consecutivas en dicha segunda serie  
25 de señales cuando es transmitida energía a dichos medios

de acoplamiento desde dichos medios de entrada a dichos medios de salida, siendo dicha diferencia función de la rigidez.

5 El medidor de rigidez incluye también medios de circuito que responden a dichos medios comparadores para almacenar secuencialmente información representativa de la rigidez o gradiente de par máximo desarrollado hasta cualquier punto dado durante el accionamiento de dicho miembro.

10 El medidor de rigidez puede ser tal que sea capaz de utilizarse como una llave, deteniéndose la entrada de par a dichos medios de entrada cuando dicha diferencia alcanza una proporción predeterminada de dicho gradiente máximo almacenado por dichos medios de circuito.

15 Cada uno de dichos primero y segundo medios perceptores es convenientemente un codificador incremental montado en los medios de entrada o salida respectivos y capaz de emitir un número preciso de señales equiespaciadas durante una rotación completa de los medios de entrada o de salida respectivos.

20 El invento proporciona también un aparato, para apretar un sujetador, que comprende medios para coger el sujetador para comunicar un movimiento de apriete a un sujetador; medios de entrada de energía

medios de acoplamiento deformables entre dichos medios para coger el sujetador y dichos medios de entrada de energía para transmitir energía a dichos medios para coger el sujetador; primeros medios perceptores que  
5 responden al movimiento de dichos medios de entrada de energía para desarrollar una primera serie de señales representativa del desplazamiento de dichos medios de entrada de energía; segundos medios perceptores que responden al movimiento de dichos medios para coger el su-  
10 jetador con el fin de desarrollar una segunda serie de señales representativa del desplazamiento por dichos medios de acoplamiento de dichos medios para coger el sujetador; medios comparadores que responden a dichas primera y segunda señales para determinar la diferen-  
15 cia del número de señales en dicha primera y segunda series de señales durante un número de referencia de señales consecutivas en dicha segunda serie de señales cuando se transmite energía por dichos medios de acoplamiento desde dichos medios de entrada de energía a  
20 dichos medios para coger el sujetador, siendo dicha diferencia función de la rigidez instantánea; medios de circuito que responden a dichos medios comparadores para almacenar secuencialmente información representa-  
25 tiva de la rigidez máxima desarrollada durante el apriete del sujetador y para producir una señal de control

cuando dicha rigidez instantánea ha descendido hasta una proporción determinada de la rigidez máxima desarrollada durante el apriete del sujetador, y medios de control que responde a dicha señal de control para controlar  
5 la entrada de energía por dichos medios de entrada de energía.

El aparato puede, particular, pero no exclusivamente, utilizarse para apretar un sujetador roscado, en cuyo caso, el aparato comprende medios para co-  
10 ger el sujetador y para comunicar un movimiento de giro a un sujetador roscado; medios de entrada de energía giratorios; medios de acoplamiento deformables por torsión entre dichos medios para coger el sujetador y dichos medios de entrada de energía giratorios para transmitir  
15 una energía de rotación a dichos medios para coger el sujetador; primeros medios perceptores que responden al movimiento de dichos medios de entrada de energía de rotación para desarrollar una primera serie de señales representativa del desplazamiento a rotación de dichos me-  
20 dios de entrada de energía de rotación; segundos medios perceptores que responden a dichos medios para coger el sujetador para desarrollar una segunda serie de señales representativa del desplazamiento, por dichos medios de acoplamiento, de dichos medios para coger el sujetador;  
25 medios comparadores que responden a dichas primera y se-

1 gunda señales para determinar la diferencia del número  
de señales entre dichas primera y segunda series de se-  
ñales cuando está siendo transmitida energía de rota-  
ción por dichos medios de acoplamiento desde dichos me-  
5 dios de entrada de energía a rotación a dichos medios pa-  
ra coger el sujetador, siendo dicha diferencia función  
de gradiente de par instantáneo del sujetador; medios de  
circuito que responden a dichos medios comparadores pa-  
ra almacenar secuencialmente información representativa  
10 del gradiente de par máximo desarrollado durante el aprie-  
te del sujetador y para producir una señal de control -  
cuando dicho gradiente de par instantáneo ha caído hasta  
una proporción predeterminada del gradiente de par máxi-  
mo desarrollado durante el apriete del sujetador, y me-  
15 dios de control que responden a dicha señal de control  
para controlar la entrada de energía por dichos medios  
de entrada de energía de rotación.

En esta memoria se describe también un méto-  
do de determinar la rigidez haciendo uso de medios de  
20 acoplamiento deformables para transmitir energía desde  
unos medios de entrada a unos medios de salida para co-  
municar un movimiento a un miembro, consistiendo el mé-  
todo en las operaciones de: generar una primera serie  
de señales representativa del desplazamiento de dichos  
25 medios de entrada; generar una segunda serie de seña-

1 les representativa del desplazamiento, por dichos me-  
dios de acoplamiento, de dichos medios de salida, y com-  
parar dichas primera y segunda series de señales con-  
tando la diferencia del número de señales en dichas pri-  
5 mera y segunda series de señales durante un número de  
referencia de señales consecutivas en dicha segunda se-  
rie de señales cuando está siendo transmitida energía  
por dichos medios de acoplamiento desde dichos medios  
de entrada a dichos medios de salida, siendo dicha di-  
10 ferencia función de la rigidez.

Asimismo, un método de apretar un sujetador merced a unos medios de entrada de energía que accionan a unos medios para coger un sujetador a través de medios de acoplamiento deformables, comprende las  
15 operaciones de: generar una primera serie de señales representativa del desplazamiento de dichos medios de entrada de energía; generar una segunda serie de señales representativa del desplazamiento por dichos medios de acoplamiento de dichos medios para coger  
20 el sujetador; comparar dichas primera y segunda series de señales contando la diferencia del número de señales en dichas primera y segunda series de las mismas durante un número de referencia de señales consecutivas en dicha segunda serie de señales cuan-  
25 do está siendo transmitida energía por dichos --

medios de acoplamiento desde dichos medios de entrada de energía a dichos medios para coger el sujetador, siendo dicha diferencia función de la rigidez instantánea de los medios de acoplamiento; almacenar secuencialmente información representativa de la rigidez máxima desarrollada durante el aprieto del sujetador y producir una señal de control que controle dichos medios de entrada de energía cuando dicha rigidez instantánea ha descendido hasta una proporción predeterminada de la rigidez máxima desarrollada durante el aprieto del sujetador.

Particular, pero no exclusivamente, el método puede emplearse para apretar un sujetador rosca- do merced a unos medios de entrada de energía de rotación que accionan unos medios para coger el sujetador a través de medios de acoplamiento deformables por torsión, consistente el método en las operaciones de: generar una primera serie de señales representativas del desplazamiento a rotación de dichos medios de entrada de energía de rotación; generar una segunda serie de señales representativa de un desplazamiento por dichos medios de acoplamiento de dichos medios para coger el sujetador; comparar dichas primera y segunda series de señales contando la diferencia del número de señales en dicha primera y segundas series de señales durante un

número de referencia de señales consecutivas en dicha segunda serie de señales cuando está siendo transmitida energía por dichos medios de acoplamiento desde dichos medios de entrada de energía de rotación a dichos  
5 medios para coger el sujetador, siendo dicha diferencia función del gradiente de par instantáneo del sujetador; almacenar secuencialmente información representativa del gradiente de par máximo desarrollado durante el apriete del sujetador y producir una señal de control  
10 que controle dichos medios de entrada de energía de rotación cuando dicho gradiente de par instantáneo ha descendido hasta una proporción predeterminada del gradiente de par máximo desarrollado durante el apriete del sujetador.

15 Deseablemente, la señal de control puede producirse cuando el citado gradiente de par instantáneo ha caído hasta sustancialmente el 50% del gradiente de par máximo desarrollado durante el apriete del sujetador.

20 La señal de control se utilizaría usualmente para detener los medios de entrada de energía; pero en algunas aplicaciones puede emplearse para mantener a los medios de entrada de energía con el fin de  
25 conservar el gradiente de par instantáneo en la proporción predeterminada antes citada del gradiente de par

máximo.

La teoría implicada en el método y en el aparato proporcionados por este invento es como sigue:

5 suponiendo que el acoplamiento entre los medios de entrada y los medios de salida es, o es equivalente a, un árbol flexible a torsión con una característica sustancialmente lineal que tenga un codificador incremental montado en cada extremo del mismo, si la rigidez a torsión del árbol es  $K$  y  $\phi_1$  y  $\phi_2$  son los desplazamientos angulares de los dos extremos del árbol, 10 el par o momento de giro  $M$  transmitido por el árbol es igual a

$$= k(\phi_1 - \phi_2)$$

Si el extremo del árbol que tiene el desplazamiento angular  $\phi_2$  se conecta al sujetador que ha de apretarse y 15 el otro extremo se une a un motor o a otros medios de accionamiento, el gradiente de la característica par/ángulo de giro que es seguido por el acoplamiento, y por tanto, por el sujetador, viene dado por:

20

$$\frac{dM}{d\phi_2} = k \left\{ \frac{d\phi_1}{d\phi_2} - 1 \right\}$$

Esta ecuación puede evaluarse en dos formas 25 alternativas; la primera de las cuales es desarrollar la

ecuación como sigue:

$$\frac{dM}{d\phi_2} = k \left\{ \frac{d\phi_1}{dt} - \frac{d\phi_2}{dt} - 1 \right\} = k \left\{ \frac{\omega_1 - \omega_2}{\omega_2} \right\}$$

5

donde  $\omega_1$ ,  $\omega_2$  son las velocidades angulares de los dos extremos del árbol.

Si los tiempos entre señales o impulsos sucesivos procedentes de los codificadores de árbol incrementales son  $t_1$  y  $t_2$ , entonces

$$t_1 \propto 1/\Omega_1, \quad t_2 \propto 1/\Omega_2$$

15 y, por tanto,  $\frac{dM}{d\phi_2} = k \left\{ \frac{t_2 - t_1}{t_1} \right\}$

Los tiempos  $t_1$  y  $t_2$  pueden medirse electrónicamente por medio de las señales o impulsos producidos por los codificadores incrementales y después de los cálculos necesarios por los medios determinadores del gradiente puede obtenerse una señal de salida proporcional a  $dM/d\phi_2$ .

25 Alternativamente, la ecuación  $dM/d\phi_2 =$

$$= k \left\{ \frac{d\phi_1}{d\phi_2} - 1 \right\}$$

Puede evaluarse empleando pequeños valores incrementales, como sigue:

$$5 \quad \frac{\Delta^M}{\Delta\phi_2} = k \frac{\Delta\phi_1 - \Delta\phi_2}{\Delta\phi_2}$$

Si se emplean codificadores incrementales de elevada resolución que dan del orden de cuatro a cinco mil impulsos por cada revolución,  $\Delta\phi_2$  y  $\Delta\phi_1$  pueden medirse directamente contando los impulsos. Por ejemplo, si  $\Delta\phi_2$  es determinado por un cómputo de, por ejemplo, 100 impulsos por el codificador en el extremo del sujetador del acoplamiento transmisor de par, el gradiente está determinado directamente por el cómputo del número de impulsos adicionales producidos por el codificador en el otro extremo del acoplamiento durante la producción de los citados 100 impulsos por el codificador en el extremo del sujetador. Si, por ejemplo, se cuentan 6 impulsos extra en el codificador en el extremo de entrada del par del acoplamiento,

$$dM/d\phi_2 \propto 6.$$

Así, los medios determinadores del gradiente han de determinar  $\frac{t_2 - t_1}{t_1}$  respondiendo a los intervalos de tiempo entre impulsos producidos por los dos codificadores o han de determinar  $\frac{\Delta\phi_1 - \Delta\phi_2}{\Delta\phi_2}$ , simplemente

te contando el número de impulsos producidos por los dos codificadores o midiendo el número de impulsos extra producidos por el codificador en el extremo de entrada de par, mientras el codificador en el extremo del sujetador produce un número dado de impulsos, por ejemplo, 100.

Volviendo ahora a la figura 1 de los dibujos adjuntos, a la que ya se hizo referencia como representación de una característica típica de par o momento de giro en función del ángulo de giro, la curva a seguir por el acoplamiento transmisor de par y, por tanto, por el sujetador, puede dividirse en tres regiones:

- I Una región inicial de pre-apriete;
- II Una región de apriete y
- 15 III Una región de deformación y de fallo subsiguiente del sujetador.

En la región I, el efecto de las rebabas e irregularidades en los filetes de rosca del sujetador debe ignorarse y, por tanto los medios determinadores del gradiente del aparato transmisor del par deben, ante todo, determinar o ser informados de que se ha dejado la región I y que se está apretando el sujetador en la región II. Convenientemente, la entrada en la región II se realiza mediante una medición de par derivada desde las señales del codificador. Normalmente, el gradiente

de la característica será sustancialmente constante en la región II, es decir, la curva se aproximará a una línea recta; pero si la característica se curva en la región II, alcanzará un valor máximo, típico, A. Cuando el sujetador se aprieta más allá de la región II, se alcanza la región III, el gradiente de la característica comienza a decrecer a medida que el sujetador empieza a deformarse y, por último, el sujetador podría fallar en el punto Y. El punto de transición X entre las regiones II y III puede ser el punto en que el gradiente se ha reducido en una cierta proporción del gradiente máximo en A. Es deseable que un sujetador pueda apretarse hasta el punto X y, por tanto, los medios determinadores del gradiente deben ser capaces de determinar que se ha alcanzado la región II y luego deben ser capaces de determinar el gradiente instantáneo durante el apriete y comparar continuamente este último con el valor máximo A, para determinar cuando se ha alcanzado el punto X. Los medios determinadores del gradiente pueden ser cualquier circuito o circuitos lógicos adecuados que respondan a las señales recibidas desde esos dos codificadores. Cuando los medios determinadores del gradiente han detectado que se ha alcanzado el punto X, pueden emitir una orden de detención de modo que el operador cesará de apretar el sujetador. Alternativamente, la orden de

detención puede utilizarse para parar el motor de accionamiento u otros medios en forma automática.

A continuación se describirán dos formas de aparato, para apretar un sujetador roscado, de acuerdo con el invento, con referencia al resto de los dibujos adjuntos, en los que:

la figura 2 es un alzado de la primera forma del aparato;

la figura 3 es un diagrama que ilustra un dispositivo lógico que ha de utilizarse junto con el aparato ilustrado en la figura 2;

la figura 4 es una parte particular del dispositivo lógico de la figura 2, ilustrada con mayor detalle;

la figura 5 es la curva derivada obtenida de la figura 1, es decir, la curva de  $\frac{dM}{d\phi_2}$  representada en función de  $\phi_2$ , y

la figura 6 es una forma alternativa del aparato ilustrado en alzado y en sección parcial.

Refiriéndonos ahora a la figura 2, en ella se muestra con 1 un sujetador roscado, y este sujetador está cogido por un accionador u otro útil 2 para hacer girar el sujetador y que tiene un árbol montado para rotación en un cojinete 3. El cojinete 3, junto con un cojinete 4 compañero soportan un árbol 5 que está acoplado

a accionamiento con el útil 2 y que lleva un primer codificador incremental 6. El aparato incluye también otro cojinete 7 que soporta un árbol 8 que lleva un segundo codificador incremental 9. El árbol 8 está dispuesto para ser accionado por un motor 10 aplicador de par. Los árboles 8 y 5 están interconectados por un motor 10 aplicador de par. Los árboles 8 y 5 están interconectados por un muelle helicoidal 11. Cuando se activa el motor 10, éste hará girar al árbol 8 y éste, a su vez, hará girar al muelle helicoidal 11 que accionará al árbol 5. El árbol 5 hará girar al útil 2 que apretará al sujetador 1.

Los codificadores 6 y 9 pueden ser de tipo óptico, electromagnético o de otra clase capaz de producir señales en asociación con dispositivos fijos fotosensibles o con otros dispositivos receptores estacionarios (no mostrados) que producirán una serie de señales emitidas a intervalos precisos correspondientes al giro angular de los codificadores o a las velocidades angulares de los mismos y, por tanto, de los respectivos árboles 3 y 8. La frecuencia de las señales producidas por los codificadores respectivos 6 y 9 determina sus velocidades angulares respectivas o una función de las mismas. Los intervalos entre las señales producidas por los codificadores 6 y 9 pueden medirse, por

ejemplo, por medios electrónicos. A partir de los intervalos de tiempo entre señales producidas por los codificadores respectivos o contando el número de señales, como antes se ha dicho, puede determinarse el gradiente de la curva par/ángulo de giro como se ha explicado en esta memoria y, por tanto, cuando el gradiente ha caído hasta un valor que indique que se ha alcanzado el punto X en la figura 1, el operario detendrá el motor 10. Las señales producidas por el funcionamiento de los codificadores 6 y 9 se alimentan a un dispositivo lógico que produce una señal de "parada" que informa al operario que debe detenerse el motor 10, o podría utilizarse la señal de "parada" para detener automáticamente el motor. Alternativamente, en lugar de la señal producida por el dispositivo lógico, que es una señal de "parada", puede utilizarse ésta para retener al sujetador bajo una carga sustancialmente constante, en cuyo caso la señal podría ser una señal de control que impidiera que se suministrara energía de entrada adicional.

Refiriéndonos ahora a la figura 3, el dispositivo lógico se ilustra en forma de diagrama de bloques. Comenzando en la parte superior del diagrama, las referencias 6 y 9 indican los dos codificadores. El codificador de la izquierda, es decir el más próximo al sujetador, emite impulsos  $\phi_2$  y el codificador de la de-

recha, es decir, el más próximo al motor 10, emite impulsos  $\phi_1$ . Las dos corrientes de impulsos se suministran a un circuito ilustrado por el bloque 20. Este cuenta el número de impulsos  $\phi_1$  y  $\phi_2$  o determina los intervalos de tiempo entre los impulsos de las corrientes respectivas de impulsos o computa el gradiente a partir de las velocidades angulares medidas. Una señal procedente del bloque 20 pasa al bloque 21, el cual es un circuito lógico que decide si se ha alcanzado la región II. Si la respuesta dada por el bloque 21 es afirmativa, la señal pasa al bloque 22, el cual es un circuito lógico que calcula una función del gradiente determinando en la forma antes mencionada  $\frac{\Delta\phi_1 - \Delta\phi_2}{\Delta\phi_2}$ , o

15  $\frac{t_2 - t_1}{t_1}$ . Las señales de salida procedentes del bloque 22 pasan luego al bloque 23. Este es otro circuito lógico que compara la función gradiente con una función máxima almacenada previamente determinada por el bloque 22 y almacenada en un circuito indicado con el bloque 24. El bloque 23 da señales de salida afirmativas o negativas, dependiendo de si se ha alcanzado o no el punto X en la figura 1. Si la señal de salida procedente del bloque 23 es afirmativa, ésta es la orden de mando antes

25 citada y se detiene inmediatamente el apriete, como antes

se ha dicho. Si la señal de salida procedente del bloque 23 es negativa, se alimenta una señal de vuelta al bloque 22 y el circuito del mismo sigue actualizando de manera continua la función gradiente y alimenta una señal de salida al bloque 23.

La figura 4 es un diagrama de bloques esquemático que muestra los principales componentes del circuito electrónico indicado por el bloque 22 en la figura 3. Como ya se explicó, el bloque 22 determina el gradiente  $\frac{\Delta\phi_1 - \Delta\phi_2}{\Delta\phi_2}$  ó  $\frac{\Delta M}{\phi_2}$ . El circuito electrónico ilustrado en la figura 4 calcula la expresión  $\frac{\Delta M}{\phi_2}$  midiendo el número de impulsos  $\phi_1$  recibidos desde el codificador de entrada 9 durante un valor dado  $\Delta\phi_2$ . El valor  $\Delta\phi_2$  elegido se denomina "longitud de cuerda" porque la medición es equivalente a tomar la diferencia entre las lecturas de par (M) a través de una cuerda de longitud sustancialmente constante que sea desplazada continuamente a lo largo de la curva M- $\phi$  como se indica por  $a_1 b_1$  y  $a_2 b_2$  en la figura 1. La proyección de la longitud de la cuerda sobre el eje  $\phi$  es fijada por la característica o ajuste de un registro 27 de desplazamiento de la longitud de la cuerda que es operado cada vez que recibe un impulso de actuación, como se explicará en lo que sigue.

Los impulsos ( $\phi_1$ ) recibidos desde el codificador de entrada 9 en el extremo del motor del muelle 11 son dejados pasar de manera discriminada directamente a un registro 25 de residuo con la debida relación al sentido de giro del rotor. La función del registro de residuo 25 es almacenar los impulsos  $\phi_1$ .

Los impulsos ( $\phi_2$ ) procedentes del codificador 6 en el extremo de salida o de sujetador del muelle 11 se controlan mediante un dispositivo de control 28 para determinar si el sujetador está girando en el sentido correcto y luego se utilizan para decrementar el registro 25 de residuo. Si el codificador 6 en el extremo del sujetador fuera hecho girar hacia atrás, se computa la cantidad de giro hacia atrás y debe restablecerse mediante un giro hacia delante igual, antes de que sean dejados pasar de manera discriminada cualesquiera impulsos  $\phi_2$  hasta el registro 25 de residuo. Tan pronto como un impulso  $\phi_2$  ha decrementado el registro 25 de residuo, se examina por tanto el valor representado. Si éste valor es mayor que cero ha habido más impulsos  $\phi_1$  que impulsos  $\phi_2$  y, como resultado, se deja pasar una señal a través de una puerta 29 hasta un registro de gradiente 26 y hasta el registro 27 de desplazamiento de la longitud de cuerda y también para decrementar el registro de residuo 25. El registro 27 de desplazamiento

de la longitud de la cuerda es activado cada vez que recibe un impulso  $\phi_2$  dejado pasar por el dispositivo de control 28 como se indica por la flecha 30, y si el registro de desplazamiento 27 recibe también un impulso a través de la puerta 29, registra un "1" en su entrada. Si no recibe un impulso a través de la puerta 29, registra un "0". Cada vez que la salida del registro de desplazamiento 27 registra un "1", disminuye al registro de gradiente en un impulso. Cuando la salida del registro de desplazamiento registra "0", no afecta al registro de gradiente. Así, cada vez que el registro de desplazamiento es operado a conexión por la producción de un impulso  $\phi_2$  en el sentido correcto, el registro de gradiente cambia merced a un impulso o no cambia, dependiendo de si existen "lecturas" positivas en el registro de residuo 25 y de la salida del registro de desplazamiento 27. El registro 27 de desplazamiento de longitud de la cuerda tiene una característica o un ajuste tal que la lectura del registro de gradiente se toma sobre la longitud eficaz de la cuerda. La longitud de la cuerda debe ser suficiente para promediar el efecto de "ruido", que está constituido por señales indeseadas superpuestas sobre las señales básicas. Un ángulo de giro de  $1^{\circ}$  que corresponde, por ejemplo, a un impulso  $\phi_2$ , es demasiado pequeño para este fin. Se ha encontrado

que  $20^\circ$  es un valor adecuado del ángulo de giro sobre el que ha de medirse el par; pero si las lecturas se tomaran sólo, por ejemplo, cada  $20^\circ$ , no podría seguirse la curva par/ángulo de giro. Por tanto, las cuerdas, tales como  $a_1 b_1$  y  $a_2 b_2$  en la figura 1 están solapadas y las medidas de  $\frac{\Delta M}{\Delta \phi_2}$  en una cuerda de  $20^\circ$  se toman en cada impulso  $\phi_2$ , es decir, cada  $1^\circ$  de giro. Cuando el registro de gradiente 26 está funcionando normalmente, la lectura indicada del registro de gradiente es  $\Delta M / \Delta \phi_2$  para el sujetador que se está ensayando. Las señales procedentes del medidor de gradiente 26 son alimentadas a la memoria de gradiente máximo, es decir, al bloque 24 y al comparador en el bloque 23 (véase figura 3).

La señal dada por el bloque 23 para detener al motor que acciona el sujetador se produce cuando el par instantáneo ha caído hasta un 50% respecto al par máximo obtenido. La razón para esto es que la derivada de la curva  $M-\phi_2$ , la curva  $\frac{dM}{d\phi_2} - \phi_2$  representada en la figura 5, tiene un punto de inflexión en cerca del 10% de su valor máximo, como se indica en X en la figura 5. Este punto es también la parte más pendiente de la curva y, por tanto, el punto en que la curva pasa más rápidamente a través de una curva de "ruido" superpuesta. El punto X es por tanto el punto de la curva

que dará una inmunidad máxima contra el "ruido", es decir, contra las señales espúreas.

Debido a que el aparato, en su forma de aparato para apretar sujetadores, es esencialmente un  
5    medidor de gradiente, o de rigidez torsional, y puede  
comparar el gradiente de par instantáneo con el gradiente de par máximo, se superan las limitaciones de los sistemas existentes para controlar el apriete de sujetadores. Estos requieren un conocimiento previo relativamente exacto de la característica par/ángulo, bien  
10    conociendo el valor aproximado del gradiente máximo o bien conociendo el par para proporcionar una carga de fijación dada o conociendo la rotación angular para asegurar una sujeción máxima.

15           El aparato descrito en esta memoria no exige conocimiento previo de una característica particular par/ángulo de giro, debido a que la desviación del par instantáneo respecto al par máximo será determinada automáticamente y el apriete se detendrá de manera automática cuando se ha alcanzado el punto X en el que el  
20    gradiente instantáneo es cualquier fracción prefijada, por ejemplo, un 50% del gradiente máximo. El invento, por tanto, proporciona un aparato y un método preferibles a los sistemas de apriete conocidos.

25           Utilizando una técnica análoga a la apli-

cada en la forma de aparato para apretar sujetadores del invento, el medidor antes citado de gradiente de par o de rigidez torsional puede convertirse en un medidor de rigidez lineal convirtiendo la rotación de salida de un movimiento lineal, por ejemplo con un convertidor giratorio a lineal tal como un dispositivo roscado o de cremallera y piñón. Alternativamente, pueden emplearse codificadores lineales y un muelle lineal, u otro elemento elástico linealmente, conectados entre los medios del árbol que lleva los codificadores. De esta forma, el punto de deformación en un sistema lineal puede determinarse, de manera similar a la determinación del punto de deformación en el sistema de torsión antes citado. Por tanto, por ejemplo, el punto de deformación de probetas de tracción en una máquina de ensayo de alta tracción o en una máquina de ensayo a lá fluencia, puede identificarse sin realizar mediciones de las longitudes calibradas y sin necesidad de medir por separado fuerza y desplazamiento.

En lugar de utilizar el muelle helicoidal 11 como medio de acoplamiento entre los árboles de entrada y de salida, puede emplearse un muelle en espiral.

Alternativamente, el acoplamiento transmisor del par puede ser una barra de torsión o un tubo

conectado entre los medios de árbol de entrada y de salida o que tenga partes extremas que formen dichos medios de árbol de entrada y de salida. La barra o tubo de torsión puede ser metálica, de caucho, de plástico  
5 o puede ser una barra o tubo compuesto formado de cualesquiera estos materiales.

La figura 6 muestra una forma alternativa del aparato que puede utilizarse en lugar del ilustrado en la figura 2. En la figura 2, el muelle 11 es  
10 hecho girar en torno a su eje geométrico longitudinal además de ser retorcido cuando el sujetador sigue la curva par/ángulo de giro representada en la figura 1. En algunos casos, puede ser indeseable esto y en lugar de ello podría emplearse el aparato ilustrado en la fi-  
15 gura 6, en el que un muelle helicoidal 31 giratorio transmite un par entre un árbol de entrada 32 accionado por un motor 33 y un árbol de salida 34 mediante el que está dispuesto para ser accionado un sujetador u otro miembro que ha de hacerse girar. El árbol de entrada 32  
20 está conectado a través de una caja de engranajes 35 que contiene un accionamiento de engranajes, representada con fines diagramáticos como un simple tren 36 de engranaje diferencial, al árbol de salida 34. Cuando el árbol de entrada 32 está accionando al árbol de  
25 de salida 34 a la misma velocidad, es decir, cuando es

constante el par  $M$ , no habrá movimiento físico del tren de engranajes 36; pero cuando el árbol de entrada comienza a moverse más deprisa que el árbol de salida, es decir, como en la región II de la figura 1, el tren de engranajes oscilará en torno al eje geométrico común de los árboles 32 y 34 y transmitirá el movimiento de oscilación al alojamiento de la caja de engranajes 35. Un extremo del muelle 31 está unido a una pared extrema 37 de la caja 35 que está montada para bascular en torno al eje geométrico común de los árboles 32 y 34 sobre un cojinete 42. El otro extremo del muelle está unido a otra placa de montaje fija 38 en la que está montado a rotación, de manera libre, en un cojinete 39 el árbol de salida 34. El árbol de entrada lleva un codificador incremental 40 equivalente al codificador 9 de la figura 2, y el árbol de salida 34 lleva montado un codificador incremental 41, equivalente al codificador 6 de la figura 2. Cuando se aproxima el punto X y existe un cambio en la velocidad de rotación diferencial entre los árboles de entrada y de salida, el muelle 31 transmitirá un par en forma similar al muelle 11 de la figura 2; pero el muelle 31 no gira, sólo se retuerce y, por tanto, no ha de estar equilibrado dinámicamente. La desviación angular entre los árboles será medida por los codificadores 40 y 41 y sus

señales serán transmitidas a través de y tratadas por los dispositivos lógicos ilustrados en las figuras 3 y 4 en la forma ya descrita. Otra ventaja de la disposición ilustrada en la figura 6 es que la longitud axial del aparato puede reducirse debido a que la caja de engranajes 35 puede hacerse de corta longitud y estar alojada dentro del muelle 31, como se muestra. Asimismo, los codificadores pueden situarse dentro del muelle. Alternativamente, el codificador 40 puede situarse en el extremo de entrada de la caja de engranajes, como se ilustra, y de este modo puede utilizarse un codificador de baja resolución, mejorando por tanto la economía.

En cualquier disposición (es decir, en la figura 2 o en la figura 6) del aparato, los dispositivos lógicos pueden incluir medios interruptores para permitir utilizar el aparato como un dispositivo de aprieto normal o llave en el que el par sea transmitido desde el motor al sujetador sin indicación de la desviación respecto de una relación par/ángulo de giro y sin detener automáticamente el motor de accionamiento.

Aunque en la figura 2, se ha utilizado un muelle helicoidal 11 como medio de acoplamiento entre los árboles de entrada y de salida, es decir, el aparato se emplea como llave a la que se aplica un par de entrada de manera continua durante el aprieto, el apa-

rato podría utilizarse como llave de impacto, es decir, una llave de la clase a la cual se aplica un par de entrada intermitentemente de manera escalonada, utilizando en lugar del muelle 11 unos medios de acoplamiento que  
5 tengan una característica  $M-\phi$  sustancialmente lineal, no elástica. Los medios de acoplamiento serían en tal caso, efectivamente, un muelle del tipo anti-retorno para impedir el reenrollamiento del aparato entre los períodos durante los cuales se aplica el par de entrada.

10 La presente solicitud, que corresponde a la presentada en Estados Unidos de América, el 15 de Noviembre de 1973, incorporando una corrección a las reivindicaciones de la solicitud Nº. 357.920, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre  
15 Propiedad Industrial.

#### REIVINDICACIONES

20

Los puntos de invención propia y nueva, que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de 1er. Certificado de Adición en España, son los que  
25 se recogen en las reivindicaciones siguientes:

1

1<sup>a</sup>.- Mejoras introducidas en el objeto de la patente principal N<sup>o</sup>. 414.515, solicitada el 8 de Mayo de 1973, por "Un dispositivo medidor de rigidez", según las cuales un dispositivo de esta clase empleado para determinar el límite elástico o un cambio significativo similar en la pendiente de cualquier curva par-rotación, comprende: medios para generar una señal variable representativa del gradiente de par del par comunicado a un miembro; medios que responden a dicha señal de gradiente para almacenar una señal de información representativa del gradiente de par desarrollado a través de la parte, en general lineal, de la curva par-rotación; y medios comparadores para comparar dicha señal de gradiente y dicha señal de información y para generar una señal de control cuando dicha señal de gradiente ha cambiado a un porcentaje predeterminado de dicha señal de información.

5

10

15

20

2<sup>a</sup>.- Mejoras de acuerdo con la reivindicación 1<sup>a</sup>, según las cuales dicha señal de información es representativa del máximo gradiente de par desarrollado hasta cualquier punto.

25

3<sup>a</sup>.- Mejoras de acuerdo con la reivindicación 1<sup>a</sup>, según las cuales dichos medios comparadores generan dicha señal de control cuando la citada señal de gradiente es menor que el 50% de dicha señal de in-

1 formación.

4<sup>a</sup>.- Mejoras de acuerdo con la reivindicación 1<sup>a</sup>, según las cuales dichos medios para generar dicha señal de gradiente incluyen medios para generar  
5 dicha señal de gradiente de una longitud de cuerda predeterminada a lo largo de la curva par-rotación a intervalos constantes, por lo que dichas longitudes de cuerda se solapan.

5<sup>a</sup>.- Mejoras de acuerdo con la reivindicación 1<sup>a</sup>, según las cuales dichos medios para generar dicha señal de gradiente incluyen medios para generar  
10 una señal representativa del par instantáneo comunicado a dicho miembro, medios de almacenamiento para almacenar una serie de señales representativas de un par instantáneo y medios para el registro de gradiente para  
15 restar secuencialmente una señal almacenada de una señal de par instantánea.

6<sup>a</sup>.- Mejoras de acuerdo con la reivindicación 5<sup>a</sup>, según las cuales dichos medios de almacenamiento responden a señales generadas en incrementos  
20 constantes de rotación de dicho miembro para alimentar secuencialmente una de dichas señales almacenadas a dichos medios de registro de gradiente.

7<sup>a</sup>.- Mejoras de acuerdo con la reivindicación 5<sup>a</sup>, según las cuales dichos medios de almacena-  
25

1 miento comprenden medios de registro de desplazamiento  
que responden a señales generadas por un codificador  
que puede ser hecho girar con dicho miembro.

5 8<sup>a</sup>.- Mejoras de acuerdo con la reivindi-  
cación 1<sup>a</sup>, según las cuales el dispositivo incluye me-  
dios para comunicar un par y una rotación a dicho miem-  
bro.

10 9<sup>a</sup>.- Mejoras de acuerdo con la reivindi-  
cación 8<sup>a</sup>, según las cuales dichos medios de par y de  
rotación comprenden medios de apriete y según los cua-  
les dicho miembro comprende un órgano de sujeción ros-  
cado.

15 10<sup>a</sup>.- Mejoras introducidas en el objeto  
de la patente principal N<sup>o</sup>. 414.515, solicitada el 8 de  
Mayo de 1973, por: "Un dispositivo medidor de rigidez".

Tal y como se ha descrito en la Memoria  
que antecede, representado en los dibujos que se acom-  
pañan y para los fines que se han especificado.

20 Esta Memoria consta de treinta y cinco he-  
jas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 15 JUN 1977

P.A.

Alberto de Elzaburu  
Por Poder,

25

20

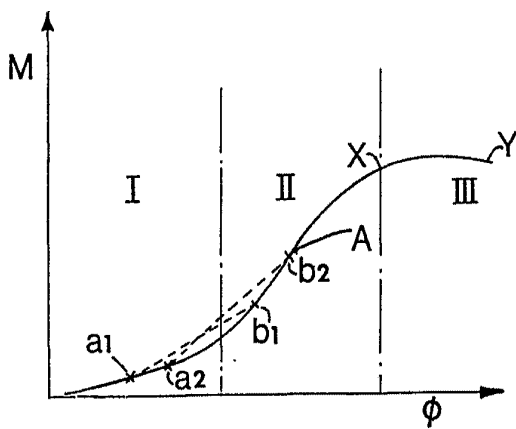


FIG. 1

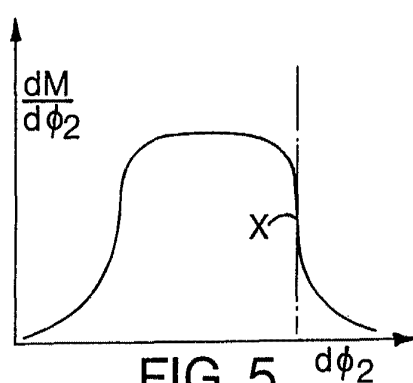


FIG. 5

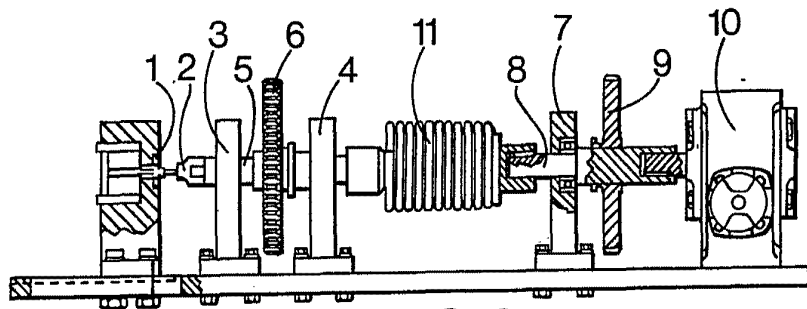


FIG. 2

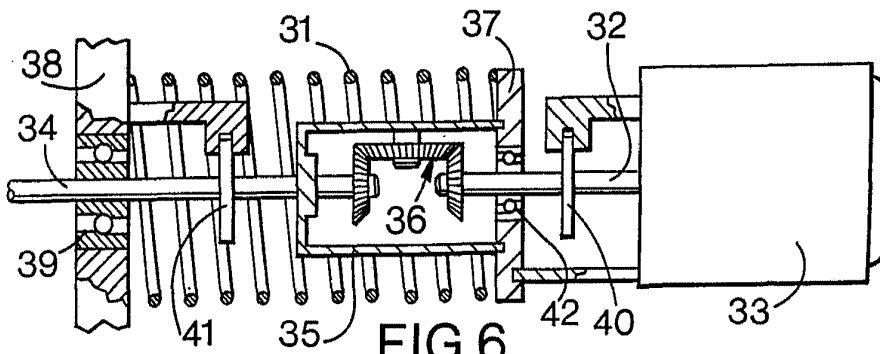
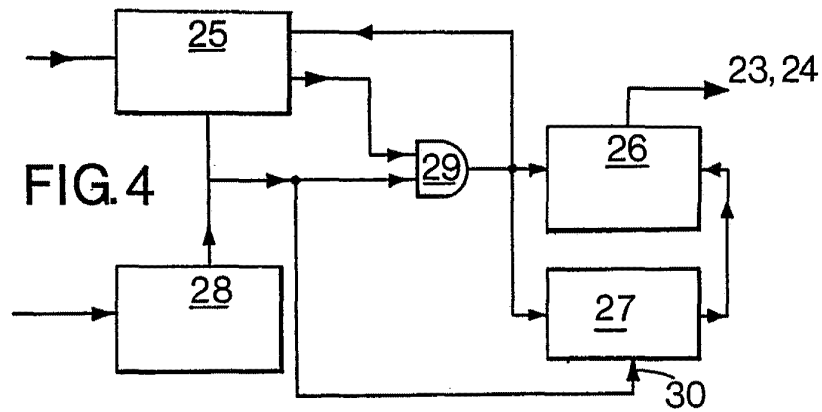
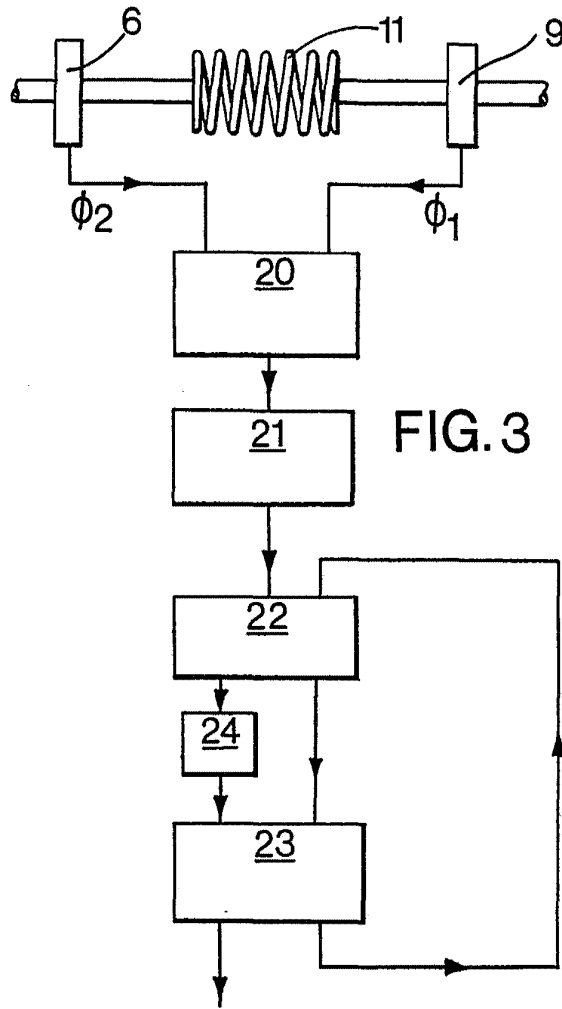


FIG. 6

Alberto de Bissuro  
Per Esodo

1-16761

201  
TO THE  
LIBRARY OF  
STANFORD UNIVERSITY  
1974



Approved for Release  
By NSA