



ESPAÑA

ES	11	NUMERO	A I
	21	440.899	
	22	FECHA DE PRESENTACION	
		12-9-1975	

PATENTE DE INVENCION

P.- 61.164  
736-814

30 PRIORIDADES:		
31 NUMERO	32 FECHA	33 PAIS
507.417	19-9-74	E.U.A.
47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	G01L, B25B	
54 TITULO DE LA INVENCION		
"UN METODO DE APRETAR UN ORGANO DE SUJECION"		
71 SOLICITANTE (S)		
STANDARD PRESSED STEEL CO.		
DOMICILIO DEL SOLICITANTE		
Jenkintown, Pensilvania, Estados Unidos de América		
72 INVENTOR (ES)		
John Talbot Boys		
73 TITULAR (ES)		
74 REPRESENTANTE		
DON OSCAR DE ELZABURU FERNANDEZ		

El invento se refiere a un método para determinar una rigidez rotacional y lineal y está relacionado, en particular, pero no exclusivamente, con el apriete de órganos de sujeción (denominados en lo que sigue "sujetadores") roscados o axialmente cargados de otro tipo.

5

La carga de fijación precisa de un órgano de sujeción o sujetador es extremadamente importante para determinar si una junta que incluye el sujetador fallará o no en servicio. Por tanto, es deseable que los sujetadores se aprieten con una precarga consistente. Un objeto del presente invento es proporcionar un método para apretar un sujetador roscado con una precarga predeterminada, por ejemplo, la precarga máxima que puede alcanzarse sin que se produzca la deformación plástica del sujetador o de la junta. Otro objeto del invento es proporcionar un medidor de rigidez mejorado o un medidor de gradiente de par, no solamente para uso en el apriete de sujetadores, sino también para otras aplicaciones en las que se requiera la determinación de rigidez o de gradiente de par.

10

15

20

El par necesario para apretar un sujetador roscado es función de diversas variables, a saber: la rigidez de la junta, la rigidez del sujetador, el rozamiento superficial y la forma de la rosca. La característica general



que ilustra la relación entre el par y el ángulo de giro de un sujetador se representa mediante la curva de la figura 1 de los dibujos anejos, que muestra el par trazado gráficamente en función del ángulo de giro, para un sujetador roscado en una aplicación típica. El gradiente máximo de la curva en un punto A es función de las variables que se indican en lo que antecede. El gradiente puede variar ampliamente incluso con un sujetador de diámetro dado y con una configuración de rosca dada. Se ha encontrado que la carga de fijación a la que el gradiente comienza a descender por debajo del valor máximo, es relativamente independiente del rozamiento y de la rigidez de la junta y es dependiente, principalmente, del límite elástico del sujetador y/o de la junta. El punto indicado con X en la figura 1 representa un punto en la curva par/ángulo de giro, al cual el sujetador está apretado con un esfuerzo de tracción consistente, próximo a su límite elástico. Una nueva rotación del sujetador haría que el par se aproximase al valor máximo y el límite elástico del sujetador se aproximase a su valor final. Dependiendo de la ductilidad y de las dimensiones del sujetador y/o de la junta, ocurriría finalmente la rotura en un punto representado en Y.

El objeto general del control del apriete de un sujetador roscado es conseguir una precarga consistente



de la junta próxima al máximo que puede aplicarse al su-  
jetador sin que comience su deformación permanente. Un  
método común es emplear un control de par mediante el  
cual se aplica un par máximo específico en un intento de  
5 conseguir una precarga deseada para unas condiciones de  
rosca y de rozamiento particulares. Este método presenta  
la desventaja de que, como las condiciones de rozamiento  
exactas no son conocidas en condiciones de montaje prác-  
ticas del sujetador, existirán variaciones en la rela-  
10 ción par/tensión. Esto da lugar a cargas de tracción va-  
riables del sujetador para un par dado aplicado. Otro  
método conocido, que no depende de las condiciones de ro-  
zamiento, implica la medición del alargamiento del sujeta-  
dor. En la mayoría de los casos, resulta imposible la me-  
15 dición directa del alargamiento y, por tanto, una modifi-  
cación del método hace uso de un apriete de ángulo contro-  
lado en el que se efectúa un alargamiento estimado apretan-  
do hasta un ángulo preciso de apriete. Una desventaja de  
este método es determinar dónde ha de comenzarse a medir  
20 ángulos cuando se trabaja sobre ángulo de par de curvas de  
giro que tienen distintas pendientes inicial y máxima. Pa-  
ra precargas en el margen elástico esto es extremadamente  
difícil, ya que la desviación respecto de una curva típi-  
ca, puede ser grande. En el margen plástico del sujetador,  
25 sin embargo, un error en el ángulo no cambia la precarga



de manera apreciable y la desviación es pequeña; pero para sujetadores muy cortos, este error de ángulo puede dar lugar a sobretensiones y a la consiguiente rotura. El apriete controlado por el ángulo es, por tanto, aceptable  
5 solamente en la región plástica para sujetadores largos (por ejemplo para aquellos que tengan más de seis filetes libres de rosca) en los que cierta deformación plástica no provocará daños estructurales al sujetador.

Por tanto, es deseable que el punto óptimo al  
10 que ha de cesar el apriete sea el punto en que el gradiente de la curva par/ángulo de giro haya comenzado justamente a descender desde su valor en la región en general lineal o en su valor máximo, es decir, el punto al cual está comenzando justamente a deformarse el sujetador. Tomando  
15 X en la figura 1 como punto en el que el gradiente es una proporción predeterminada del gradiente en la región en general lineal o del gradiente máximo conseguido para el sujetador, este punto determina una posición práctica en la cual debe detenerse el apriete para dar cargas de  
20 fijación que sean 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 permitir la identificación del punto X durante una operación de apriete tan pronto como se produzca,  
25 de modo que el proceso de apriete pueda detenerse inme-



diatamente en ese punto y para permitir, además, identificar el punto de manera independiente de las características de la junta o del sujetador, es decir, sin previo conocimiento de las características o calibración de la junta o del sujetador.

De acuerdo con el invento, un aparato para determinar una rigidez rotacional o lineal, es decir, un medidor de rigidez, comprende medios para generar una señal variable, representativa del par instantáneo aplicado a un miembro giratorio, medios de almacenamiento para almacenar una serie de señales representativas de un par instantáneo y medios de registro de gradiente, para comparar secuencialmente una señal almacenada con una señal de par instantánea y para generar una señal representativa del gradiente de par.

El invento proporciona también un medidor de rigidez para determinar el límite elástico, o un cambio de importancia similar en la pendiente de una curva par-rotación, comprendiendo el medidor medios para generar una señal representativa del gradiente de la curva par-rotación; medios que responden a dicha señal de gradiente para almacenar una señal de información representativa del gradiente generado en 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 dicho gradiente haya cambiado a una relación predeterminada con dicha señal de información.

5 El medidor de rigidez puede incluir también medios para determinar el gradiente máximo medido y la señal de información es, entonces, representativa del gradiente máximo medido hasta cualquier punto a lo largo de la curva par-rotación. De preferencia, la señal de control es generada cuando la señal de gradiente es de aproximadamente el 50% de la señal de información.

10

El invento proporciona también un aparato para apretar un sujetador hasta el límite elástico o hasta un punto de importancia similar, que incluye medios de llave de tuercas para aplicar un par al sujetador y para hacerle girar; medios para generar una señal representativa del gradiente instantáneo de la curva par-rotación a través de la cual se está apretando el sujetador; y medios, que responden a la señal de gradiente para determinar el límite elástico u otro punto de importancia similar en la curva par-rotación a través de la cual se está apretando el sujetador y para generar una señal de control cuando el sujetador ha sido apretado hasta el punto determinado.

15

20

El aparato para apretar un sujetador determina el límite elástico o un punto de importancia similar almacenando una señal de información representativa del

25



gradiente de la parte en general lineal de la curva  
par-rotación, de preferencia el gradiente máximo, y com-  
parando la señal de gradiente instantánea con la señal de  
información y generando la señal de control cuando las  
5 señales comparadas guardan una relación predeterminada,  
de preferencia cuando la señal de gradiente instantáneo  
es el 50% o menos de la señal de información.

De acuerdo con ciertas realizaciones del in-  
vento, un aparato para determinar una rigidez rotacional  
10 o lineal, es decir, un medidor de rigidez, comprende me-  
dios de salida para comunicar un movimiento a un miembro;  
medios de entrada para recibir potencia; medios de acoplamien-  
to desviables, entre dichos medios de salida y dichos me-  
dios de entrada, para transmitir potencia desde dichos me-  
15 dios de entrada a dichos medios de salida; primeros medios  
perceptores que responden a dichos medios de entrada para  
generar una primera serie de señales representativas del  
desplazamiento de dichos medios de entrada; segundos me-  
dios perceptores que responden a dichos medios de salida  
20 para generar una segunda serie de señales representativas  
del desplazamiento, por dichos medios de acoplamiento, de  
dichos medios de salida, y medios comparadores que respon-  
den a dicha primera y a dicha segunda series de señales pa-  
ra determinar la diferencia del número de señales en dicha  
25 primera y en dicha segunda series de señales durante un nú-



mero de referencia de señales consecutivas en dicha segunda serie de señales, cuando dichos medios de acoplamiento están transmitiendo potencia desde dichos medios de entrada a dichos medios de salida, siendo dicha diferencia función de la rigidez.

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

10 El medidor de rigidez puede ser tal que resulte posible emplearlo como llave de tuercas, cesando la entrada de par a dichos medios de entrada cuando dicha diferencia alcance una proporción predeterminada de dicho gradiente máximo almacenado por dichos medios de circuito.

15 Cada uno de dichos medios perceptores primero y segundo es, convenientemente, un codificador por incrementos montado en los medios de entrada o de 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 Ciertas realizaciones del invento proporcionan también un aparato para apretar un sujetador, que comprende medios de aplicación con el sujetador, para comunicar

25



un movimiento de apriete a un sujetador; medios de entrada de potencia; medios de acoplamiento desviables entre dichos medios de aplicación con el sujetador y dichos medios de entrada de potencia, para transmitir potencia a dichos  
5 medios de aplicación con el sujetador; primeros medios perceptores que responden a un movimiento de dichos medios de entrada de potencia para generar una primera serie de señales representativas del desplazamiento de dichos  
10 medios de entrada de potencia; segundos medios perceptores que responden a un movimiento de dichos medios de aplicación con el sujetador, para generar una segunda serie de señales representativas del desplazamiento, por dichos medios de acoplamiento, de dichos medios de aplicación con el  
15 sujetador; medios comparadores que responden a dichas señales primera y segunda para determinar la diferencia del número de señales en dichas series primera y segunda de señales durante un número de referencia de señales consecutivas en dicha segunda serie de señales, cuando dichos  
20 medios de acoplamiento transmiten potencia desde dichos medios de entrada de potencia a dichos medios de aplicación con el sujetador, siendo dicha diferencia una función de la rigidez instantánea; medios de circuito que responden a dichos medios comparadores para almacenar secuencialmente información representativa de la rigidez máxima  
25 desarrollada durante el apriete del sujetador y para pro-



ducir una señal de control cuando dicha rigidez instantánea ha descendido hasta una proporción predeterminada de la rigidez máxima desarrollada durante el apriete del sujetador, y medios de control que responden a dicha señal de control para controlar la entrada de potencia a dichos medios de entrada de potencia.

Un aparato de acuerdo con ciertas realizaciones del invento puede utilizarse en particular, pero no exclusivamente, para apretar un sujetador roscado, en cuyo caso el aparato comprende medios de aplicación con el sujetador, para comunicar un movimiento de rotación a un sujetador roscado; medios de entrada de potencia giratorios; medios de acoplamiento desviables por torsión entre dichos medios de sujetador y dichos medios de entrada de potencia giratorios, para transmitir potencia de rotación a dichos medios de aplicación con el sujetador; primeros medios perceptores que responden a un movimiento de dichos medios de entrada de potencia giratorios para generar una primera serie de señales representativas del desplazamiento a rotación de dichos medios de entrada de potencia giratorios; segundos medios perceptores que responden a dichos medios de aplicación con el sujetador para generar una segunda serie de señales representativas del desplazamiento, por dichos medios de acoplamiento, de dichos medios de aplicación con el sujetador; medios comparadores que



responden a dichas señales primeras y segundas para de-  
terminar la diferencia del número de señales en dichas se-  
ries primera y segundas de señales, cuando es transmitida  
potencia de rotación por dichos medios de acoplamiento  
5 desde dichos medios de entrada de potencia giratorios a di-  
chos medios de aplicación con el sujetador, siendo dicha  
diferencia función del gradiente de par instantáneo del su-  
jetador; medios de circuito que responden a dichos medios  
comparadores para almacenar secuencialmente información re-  
10 presentativa del gradiente de par máximo desarrollado du-  
rante el apriete del sujetador y para producir una señal de  
control cuando dicho gradiente de par instantáneo ha des-  
cendido hasta una proporción predeterminada del gradiente  
de par máximo desarrollado durante el apriete del sujeta-  
15 dor, y medios de control que responden a dicha señal de con-  
trol para controlar la entrada de potencia por dichos medios  
de entrada de potencia giratorios.

Ciertas realizaciones del invento pueden también  
proporcionar un método de determinación de rigidez utilizan-  
20 do medios de acoplamiento desviables para transmitir poten-  
cia desde unos medios de entrada a unos medios de salida,  
con el fin de comunicar un movimiento a un miembro, consis-  
tiendo el método en las operaciones de: generar una primera  
serie de señales representativas del desplazamiento de di-  
25 chos medios de entrada; generar una segunda serie de señales



representativas del desplazamiento, por dichos medios de acoplamiento, de dichos medios de salida, y comparar dichas series primera y segunda de señales contando la diferencia del número de señales en dichas series primera y  
5 segunda de señales durante un número de referencia de señales consecutivas en dicha segunda serie de señales, cuando es transmitida potencia por dichos medios de acoplamiento desde dichos medios de entrada a dichos medios de salida, siendo dicha diferencia función de la rigidez.

10 Ciertas realizaciones del invento pueden proporcionar también un método de apretar un sujetador merced a unos medios de entrada de potencia que accionan a unos medios de aplicación con el sujetador a través de medios de acoplamiento desviables, consistiendo el método en las  
15 operaciones de: generar una primera serie de señales representativas del desplazamiento de dichos medios de entrada de potencia; generar una segunda serie de señales representativas del desplazamiento, por dichos medios de acoplamiento, de dichos medios de aplicación con el sujetador;  
20 comparar dichas series primera y segunda de señales contando la diferencia del número de señales en dicha primera y en dicha segunda series de señales durante un número de referencia de señales consecutivas en dicha segunda serie de señales, cuando es transmitida potencia por dichos medios  
25 de acoplamiento desde dichos medios de entrada de potencia



hasta dichos medios de aplicación con 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 apriete del sujetador y producir una señal de control que controla dichos medios de entrada de potencia cuando dicha rigidez instantánea ha descendido hasta una proporción predeterminada de la rigidez máxima desarrollada durante el apriete del sujetador.

5

10 Particular, pero no exclusivamente, el método de acuerdo con ciertas realizaciones del invento puede utilizarse para apretar un sujetador roscado merced a unos medios de entrada de potencia giratorios que accionan a unos medios de aplicación con el sujetador a través de medios de acoplamiento desviables por torsión, consistiendo

15 el método en las operaciones de: generar una primera serie de señales representativas del desplazamiento a rotación de dichos medios de entrada de potencia giratorios; generar una segunda serie de señales representativas del desplazamiento, por dichos medios de acoplamiento, de dichos medios de aplicación con el sujetador; comparar dichas series primera y segunda de señales contando la diferencia del número de señales en dicha primera y en dicha segunda series de

20 señales durante un número de referencia de señales consecutivas en dicha segunda serie de señales, cuando es transmiti-

25



da potencia por dichos medios de acoplamiento desde dichos medios de entrada de potencia giratorios hasta dichos medios de aplicación con el sujetador; siendo dicha diferencia función del gradiente de par instantáneo del  
5 sujetador; almacenar secuencialmente información representativa del gradiente de par máximo desarrollado durante el apriete del sujetador, y producir una señal de control que regula dichos medios de entrada de potencia giratorios cuando dicho gradiente de par instantáneo ha descendido  
10 hasta una proporción predeterminada del gradiente de par máximo desarrollado durante el apriete del sujetador.

Deseablemente, la señal de control puede ser producida cuando dicho gradiente de par instantáneo haya descendido hasta, sustancialmente, el 50% del gradiente de  
15 par máximo desarrollado durante el apriete del sujetador.

La señal de control se emplearía usualmente para detener los medios de entrada de potencia; pero, en algunas aplicaciones, puede utilizarse para mantener los  
20 medios de entrada de potencia con el fin de conservar el gradiente de par instantáneo al valor de la proporción predeterminada antes citada del gradiente de par máximo.

La teoría implicada en el método y en el aparato proporcionados por ciertas realizaciones del invento  
25 antes indicadas, es como sigue:



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

10 
$$= k (\phi_1 - \phi_2)$$

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

15  
20 
$$\frac{dM}{d\phi_2} = K \left( \frac{d\phi_1}{d\phi_2} - 1 \right)$$

Esta ecuación puede evaluarse en dos formas alternativas; la primera de las cuales es desarrollar la ecuación, como sigue:

25

---



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

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 por incrementos son  $t_1$  y  $t_2$ , entonces

$$t_1 \propto \frac{1}{\omega_1} \quad t_2 \propto \frac{1}{\omega_2}$$

15

y, por tanto,

$$\frac{dM}{d\phi_2} = K \frac{t_2 - t_1}{t_1}$$

20

Los tiempos  $t_1$  y  $t_2$  pueden ser medidos electrónicamente merced a los impulsos o señales producidos por los codificadores por incrementos y, después de los necesarios cálculos gracias a los medios de determinación de gradiente, puede obtenerse una señal de salida proporcional a  $\frac{dM}{d\phi_2}$ .

25

Alternativamente, la ecuación



$$\frac{dM}{d\phi_2} = K \left( \frac{d\phi_1}{d\phi_2} - 1 \right)$$

5 puede ser evaluada empleando pequeños valores de incrementos, como sigue:

$$\frac{\Delta M}{\Delta \phi_2} = K \frac{\Delta \phi_1 \Delta \phi_2}{\Delta \phi_2}$$

10 Si se emplean codificadores por incrementos de gran resolución, quedan del orden de cuatro a cinco mil impulsos por cada revolución,  $\Delta \phi_2$  y  $\Delta \phi_1$  pueden medirse directamente contando impulsos. Por ejemplo, si  $\Delta \phi_2$  se determina contando, por ejemplo, 100 impulsos en el codificador en el extremo más rápido del acoplamiento de  
15 transmisión de par, el gradiente se determina directamente contando el 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 más rápido. Si, por ejemplo, se  
20 cuentan 6 impulsos adicionales en el codificador en el extremo de entrada de par del acoplamiento,  $\frac{dM}{d\phi_2} \propto 6$

25 Así, los medios de determinación de 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 con-

5       tando los números de impulsos producidos por los dos codificadores o midiendo el número de impulsos adicionales producidos por el codificador del extremo de entrada de par mientras que el codificador en el extremo más rápido produce un número dado de impulsos, por ejemplo 100.

10       De acuerdo con ciertas otras realizaciones del invento, se proporciona un aparato de apriete que incluye una llave de tuercas para apretar un sujetador, medios transductores de par para generar una señal variable representativa del par instantáneo que se está aplicando al sujetador, y medios perceptores que generan señales representativas de incrementos fijos de rotación del sujetador. Como en las citadas realizaciones antes descritas, están previstos también medios de registro de desplazamiento que reciben señales representativas de un par instantáneo que está siendo aplicado al sujetador y que son temporizados por  
15       señales procedentes de los medios perceptores para alimentar secuencialmente señales a unos medios de registro de gradiente, en forma de unos medios comparadores, para restar señales de par producidas como salidas de los medios de registro de desplazamiento a partir de las señales instantáneas producidas como salidas desde los medios trans-  
20         
25



ductores, y para generar una señal representativa del gra-  
diente instantáneo de la curva par-rotación que podría  
representarse gráficamente para el sujetador particular  
que se está apretando. Asimismo, como en las realizacio-  
5 nes determinadas antes descritas, la señal de gradiente  
instantáneo se compara con una señal de gradiente determi-  
nada que ha de ser representativa del gradiente de la cur-  
va par-rotación en su parte generalmente lineal y, cuando  
las señales comparadas tienen una relación predeterminada,  
10 se genera una señal de control.

Los medios transductores pueden adoptar la for-  
ma de una celda de par asociada con la llave de tuercas pa-  
ra medir el par de reacción sobre la llave y los medios  
perceptores incluyen una sonda de proximidad que está mon-  
15 tada operativamente junto a las paletas giratorias de la  
entrada de motor para la llave de tuercas con el fin de ge-  
nerar señales correspondientes al paso de las paletas y a  
la rotación del sujetador.

Volviendo ahora a la figura 1 de los dibujos  
20 anejos que, como ya se ha explicado, es una característi-  
ca típica de par o momento de giro en función del ángulo de  
giro, la curva seguida por el acoplamiento transmisor de  
par y, por tanto, por el sujetador, puede dividirse en tres  
regiones:

25 I. Una región de apriete previo inicial;



- II. Una región de apriete, y
- III. Una región de deformación y de subsiguiente fallo del sujetador.

En la región I, debe ignorarse el efecto de las rebabas y de las irregularidades de los filetes de rosca del sujetador y, por tanto, los medios de determinación de gradiente del aparato de transmisión de par deben determinar o ser informados, en primer lugar, de que se ha abandonado la región I y que el sujetador está siendo apretado en la región II. Convenientemente, la entrada en la región II se realiza por una medición de par derivada de 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. En consecuencia, puede considerarse que la región II es la parte o región en general lineal de la curva. Cuando el sujetador se aprieta más allá de la región II, se alcanza la región III, comienza a descender el gradiente de la característica a medida que el sujetador empieza a deformarse y, finalmente, el sujetador fallaría en el punto Y. El punto de transición X entre las regiones II y III puede ser el punto en que el gradiente se haya reducido en una cierta proporción del gradiente máximo en A. Es deseable que un sujetador se



apriete hasta el punto X y, por tanto, que los medios de  
determinación de gradiente sean capaces de determinar que  
se ha alcanzado la región II y, luego, de determinar el  
gradiente instantáneo durante el apriete y comparar conti-  
5 nuamente este último valor con el gradiente de la región  
II, preferiblemente el valor máximo A, con el fin de de-  
terminar cuándo se ha alcanzado el punto X. Los medios de  
determinación de gradiente pueden ser cualquier circuito o  
circuitos lógicos adecuados que respondan a las señales  
10 recibidas desde los dos codificadores. Cuando los medios  
de determinación de gradiente han detectado que se ha al-  
canzado el punto X, dichos medios pueden emitir una orden  
de detención de modo que el operario interrumpa el aprie-  
te del sujetador. Alternativamente, la orden de detención  
15 puede utilizarse para detener el motor de accionamiento u  
otros medios en forma automática.

A continuación se describen, con referencia al  
resto de los dibujos anejos, varias formas de aparato pa-  
ra el apriete de un sujetador roscado, de acuerdo con el  
20 invento, ilustrando en dichos dibujos:

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

la figura 3 un diagrama que representa un dis-  
positivo lógico que ha de utilizarse junto con el aparato  
25 representado en la figura 2;



la figura 4 una parte particular del dispositivo lógico de la figura 2 mostrada con mayor detalle;

5 la figura 5 una curva derivada obtenida a partir de la figura 1, que es la curva de  $\frac{dM}{d\phi_2}$  trazada en función de  $\phi_2$ ;

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

la figura 7 otra forma alternativa del aparato que incluye el dispositivo lógico; y

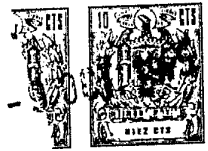
10 la figura 8 una vista en sección tomada a lo largo de la línea 8-8 de la figura 7.

Haciendo referencia a la figura 2, en 1 se muestra un sujetador roscado, y este sujetador está en contacto con un dispositivo de accionamiento o con otro útil  
15 2 para hacer girar el sujetador, y que tiene un árbol montado para girar en un cojinete 3. El cojinete 3, junto con un cojinete compañero 4, soporta un árbol 5 que está aplicado para accionamiento con el útil 2 y lleva montado un primer codificador por incrementos 6. El aparato incluye también otro cojinete 7 que soporta un árbol 8 que lleva un  
20 segundor codificador por incrementos 9. El árbol 8 está dispuesto para ser accionado por un motor 10 de aplicación de par. Los árboles 8 y 5 están interconectados por un muelle helicoidal 11. Cuando es accionado el motor 10, hará  
25 girar al árbol 8 y éste, a su vez, hará girar al muelle he-



licoidal 11, que impulsará al árbol 5. El árbol 5 hará girar al útil 2, que apretará el sujetador 1.

Los codificadores 6 y 9 pueden ser de un tipo óptico, electromagnético, o de otra clase capaz de producir señales en asociación con dispositivos fotosensibles fijos 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 respectivos codificadores 6 y 9 determinan sus respectivas velocidades angulares o una función de las mismas. Los intervalos entre las señales producidas por los codificadores 6 y 9 pueden medirse, por ejemplo, merced a 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, a partir de él, cuando el gradiente ha descendido hasta un valor que indica que se ha alcanzado el punto X en la figura 1, el operario detendría el motor 10. Las señales producidas por el funcionamiento de los codificadores 6 y 9 son alimentadas a un dispositivo lógico que produce una señal de "parada" que



informa al operario que el motor 10 debe ser detenido, o bien la señal de "parada" podría ser utilizada para detener el motor en forma automática. Alternativamente, en lugar de ser una señal de "parada", la señal producida por el dispositivo lógico puede utilizarse para mantener al sujetador bajo una carga sustancialmente constante, en cuyo caso, la señal podría ser una señal de control que impidiese la alimentación de potencia de entrada adicional.

Haciendo referencia 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 derecha, es decir, más próximo al motor 10, emite impulsos  $\phi_1$ . Las dos corrientes de impulsos son alimentadas a un circuito ilustrado por el bloque 20. Este circuito cuenta el número de impulsos  $\phi_1$  y  $\phi_2$  o determina los intervalos de tiempo entre los impulsos de las corrientes de impulsos respectivas o computa el gradiente a partir de velocidades angulares medidas. Una señal procedente del bloque 20 pasa al bloque 21, que es un circuito lógico que decide si se ha alcanzado la región II. Si la respuesta dada por el bloque 21 es afirmativa, las señales pasan al bloque 22, que es



un circuito lógico que calcula la función del gradiente

determinado  $\frac{\Delta \phi_1 - \Delta \phi_2}{\Delta \phi_2} \frac{t_2 - t_1}{t_1}$  , como antes se ha

5 dicho. Las señales de salida procedentes del bloque 22 pasan luego al bloque 23. Este es otro circuito lógico que compara la función de gradiente con una función máxima almacenada previamente determinada por el bloque 22 y almacenada en un circuito indicado por el bloque 24. El bloque  
10 23 proporciona señales de salida afirmativas o negativas dependiendo de si se ha alcanzado el punto X de la figura 1 o no se ha alcanzado dicho punto. Si la señal de salida procedente del bloque 23 es afirmativa, ésta es la orden de detención antes mencionada y se interrumpe inmediatamente el apriete, como antes se ha indicado. Si la señal  
15 de salida procedente del bloque 23 es negativa, se alimenta de nuevo una señal al bloque 22 y el circuito del mismo continúa actualizando continuamente la función del gradiente y alimenta una señal de salida al bloque 23.

20 La figura 4 es un diagrama de bloques esquemático que representa los componentes principales del circuito electrónico indicado con el bloque 22 en la figura 3. Como ya se ha explicado, el bloque 22 determina el gradiente  $\frac{\Delta \phi_1 - \Delta \phi_2}{\Delta \phi_2}$  o  $\frac{\Delta M}{\Delta \phi_2}$  . El circuito electró-

25



nico representado en la figura 4 calcula la expresión

$\frac{\Delta M}{\Delta \phi_2}$  midiendo el número de impulsos  $\phi_1$  recibidos desde el codificador de entrada 9 durante un valor dado de  $\Delta \phi_2$ .

5 El valor de  $\Delta \phi_2$  seleccionado 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 es 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 cuerda sobre el eje  $\phi$  está fijada por la característica o ajuste de un registro 27 de desplazamiento de longitud de cuerda, que es hecho funcionar cada vez que recibe un impulso de activación, como se explica más adelante.

15 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, teniendo en cuenta el sentido de giro del rotor. La función del registro de residuo 25 es almacenar impulsos  $\phi_1$ .

20 Los impulsos (  $\phi_2$  ) procedentes del codificador 6 en el extremo de salida o de sujetador del muelle 11, son comprobados por un dispositivo de comprobación 28 para determinar si el sujetador está girando en el sentido correcto y se utilizan luego para decrementar el registro de residuos 25. Si el codificador 6, en el extremo del su-



5           jetador, girase hacia atrás, se cuenta la magnitud de la  
            torsión hacia atrás y debe ser restablecida por una torsión  
            igual hacia delante antes de que cualesquiera impulsos  $\phi_2$   
            sean dejados pasar de manera discriminada al registrador  
10           25. Tan pronto como un impulso  $\phi_2$  ha disminuido el registro  
            de residuos 25, es examinado el valor así mostrado. Si es  
            mayor que cero, ha habido más impulsos  $\phi_1$  que impulsos  $\phi_2$   
            y, como resultado de ello, es dejada pasar una señal a tra-  
            vés de una puerta 29 al registro 26 de gradiente y al re-  
            gistro de desplazamiento 27 de longitud de cuerda, y tam-  
            bién para disminuir el registro de residuos 25. El regis-  
            tro 27 de desplazamiento de longitud de cuerda es activa-  
            do cada vez que recibe un impulso  $\phi_2$ , dejado pasar por el  
            dispositivo de comprobación 28, como se indica mediante la  
15           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 re-  
            gistro 27 de desplazamiento registra un "1" disminuye la  
            magnitud almacenada en el registro de gradiente en un im-  
20           pulso. Cuando la salida del registro de desplazamiento re-  
            gistra un "0", no afecta al registro de gradiente. Así,  
            cada vez que el registro de desplazamiento es hecho fun-  
            cionar por la producción de un impulso  $\phi_2$  en el sentido  
25           correcto, el registro de gradiente cambia en un impulso o



no cambia, dependiendo de si hay "lecturas" positivas debidas al registro de residuos 25 y la salida del registro de desplazamiento 27. El registro 27 de desplazamiento de longitud de cuerda tiene una característica o un ajuste tal que se toma la lectura del registro de gradiente sobre la longitud de cuerda efectiva. La longitud de cuerda debe ser suficientemente larga para promediar el efecto de "ruido", es decir, las señales indeseadas superpuestas a las señales básicas. Un ángulo de torsión de  $1^\circ$  correspondiente, por ejemplo, a un impulso  $\phi_2$ , es demasiado pequeño para este propósito. Se ha encontrado que  $20^\circ$  es un valor adecuado del ángulo de torsión en 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 torsión. Por tanto, las cuerdas, tales como  $a_1$ ,  $b_1$  y  $a_2$ ,  $b_2$  en la figura 1 son solapadas y se toma la medición de  $\frac{\Delta M}{\Delta \phi_2}$  en una cuerda de  $20^\circ$ , cada impulso  $\phi_2$ , es decir, aproximadamente cada grado de torsión. Cuando el registro de gradiente está funcionando normalmente, la lectura indicada del registro de gradiente es  $\frac{\Delta M}{\Delta \phi_2}$  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 del bloque 23 (véase figura 3).

La señal dada por el bloque 23 para detener el



- 9 9

motor que acciona al sujetador es reducida cuando el gra-  
diente instantáneo ha descendido hasta el 50% del gradien-  
te máximo conseguido, es decir, el gradiente en la direc-  
ción generalmente lineal de la curva  $M-\phi_2$ . La razón para  
5 esto es que la derivada de la curva  $M-\phi_2$ , es decir, la  
curva  $\frac{dM}{d\phi_2} - \phi_2$  representada en la figura 5, tiene un pun-  
to de inflexión en o cerca del 50% del valor máximo como  
se indica en X en la figura 5. Este punto también es la  
parte más pendiente de la curva y, por tanto, el punto en  
10 que la curva pasa más rápidamente a través de una curva  
de "ruido" superpuesta. Refiriéndonos todavía a la figura  
5, puede verse en ella que el punto X se encuentra dentro  
de un margen de aproximadamente 25% a aproximadamente 75%  
del valor máximo y que podría utilizarse una relación pre-  
15 fijada utilizando un valor comprendido dentro de este mar-  
gen para detener el motor que impulsa al sujetador. El pun-  
to X es, por tanto, el punto de la curva que dará la máxi-  
ma inmunidad al ruido, es decir, a las señales espúreas.

Como el aparato, en su forma para apretar su-  
20 jetadores, es esencialmente un medidor de rigidez a la  
torsión o de gradiente de par, y puede comparar el gradien-  
te de par instantáneo con el gradiente de par en la región  
en general lineal de la curva  $M-\phi_2$  y, de preferencia, con  
el gradiente de par máximo, quedan superadas las limita-  
25 ciones de sistemas existentes para controlar el apriete de



-9

5 sujetadores. Estos exigen conocimientos relativamente precisos de la característica par/ángulo, bien 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 fijación óptima.

10 El aparato descrito en esta memoria no exige conocimiento previo de una característica particular de par/ángulo de giro debido a que la desviación del gradiente instantáneo respecto al gradiente en la región aproximadamente lineal de la curva, preferiblemente el gradiente máximo, será determinado automáticamente y el apriete se interrumpirá de manera automática cuando se haya alcanzado el punto X en el que el gradiente instantáneo es cualquier fracción prefijada, por ejemplo el 50%, del gradiente máximo. Debe resultar también evidente que el gradiente instantáneo nunca puede ser exactamente igual a la fracción prefijada y, por tanto, el aparato debe interrumpir el apriete cuando el gradiente instantáneo es una fracción prefijada o es menor que esa fracción del gradiente máximo. El invento, por tanto, proporciona un aparato y un método preferibles a los sistemas de apriete conocidos.

20 Utilizando una técnica análoga a la aplicada en la forma para apretar sujetadores del invento, el medidor de rigidez a la torsión o del gradiente de par puede  
25



convertirse en un medidor de rigidez lineal convirtiendo la rotación de salida en un movimiento lineal, por ejemplo con un convertidor de giratorio en lineal, tal como un dispositivo roscado o de cremallera y piñón. Alternativamente, pueden emplearse codificadores lineales y un muelle lineal, u otro elemento linealmente elástico, conectados entre medios de árbol que llevan montados los codificadores. De este modo, el punto de deformación en un sistema lineal puede determinarse en forma similar a la determinación del límite elástico en el sistema torsional antes citado. Por tanto, por ejemplo, el límite elástico de probetas de tracción en una máquina de ensayo de tracción o en una máquina de ensayo de fluencia, puede identificarse sin medición de longitudes calibradas y sin necesidad de medir por separado la fuerza y el 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 de transmisión de par puede ser una barra o tubo de torsión conectado en 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 de metal, de caucho, de plástico o puede ser una barra o tubo compuesto formado a



- 9 -

partir de cualquiera de estos materiales.

La figura 6 representa una forma alternativa del aparato que puede utilizarse en lugar de la ilustrada en la figura 2. En la figura 2, el muelle 11 es hecho girar en torno a su eje geométrico longitudinal, además de ser retorcido cuando el sujetador sigue la curva de par/ángulo de giro representada en la figura 1. En algunos casos, esto puede ser indeseable y, en lugar de ello, podría emplearse el aparato ilustrado en la figura 6, en el que un muelle helicoidal 31, no giratorio, transmite un par entre el árbol de entrada 32 impulsado por un motor 33 y un árbol de salida 34 mediante el cual está dispuesto para ser impulsado un sujetador u otro miembro que ha de hacerse girar. El árbol de entrada 32 está conectado a través de una caja de engranajes 35 que contiene un accionamiento de ruedas dentadas, representado con propósitos diagramáticos como un simple tren 36 de engranaje diferencial, al árbol de salida 34. Cuando el árbol de entrada 32 está impulsando al árbol de salida 34 a la misma velocidad, es decir, cuando el par  $M$  es constante, no habrá movimiento unitario 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 en la figura 1, el tren de engranajes oscilará en torno al eje geométrico común de los árboles 33 y 34 y transmitirá el movimiento de oscilación al



-90

alojamiento de la caja de engranajes 35. Un extremo del muelle 31 está unido a una pared extrema 37 de la caja de engranajes 35, que está montada para oscilar alrededor del eje geométrico común de los árboles 32 y 34 sobre un cojinete 42. El otro extremo del muelle está unido a una placa de montaje 38 fija, en la que puede ser hecho girar libremente el árbol de salida 34 en un cojinete 39. El árbol de entrada 32 lleva montado un codificador 40 por incrementos equivalente al codificador 9 de la cinta 2, y el árbol de salida 34 lleva montado un codificador 41 por incrementos, equivalente al codificador 6 en la figura 2. Cuando se aproxima el punto X y existe un cambio en el régimen de rotación diferencial entre los árboles de entrada y de salida, el muelle 31 transmitirá un par de forma similar al muelle 11 en la figura 2, pero el muelle 31 no gira, sino que solamente se retuerce y, por tanto, no tiene que estar dinámicamente equilibrado. La desviación angular entre los árboles será medida con los codificadores 40 y 41 y sus señales serán transmitidas a través de y tratadas por los dispositivos lógicos representados 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 engranaje 35 puede hacerse corta y alojarse dentro del muelle 31, como se muestra. Asimismo, los codifi-

5  
10  
15  
20  
25



-9 00

5 cadores pueden situarse dentro del muelle. Alternativa-  
mente, el codificador 40 puede situarse en el extremo de  
entrada de la caja de engranaje, como se ilustra, y así  
puede utilizarse un codificador de baja resolución, con-  
siguiéndose por tanto economías.

10 En cualquier disposición (es decir, en la de  
la figura 2 o en la de la figura 6) del aparato, los dis-  
positivos lógicos pueden incluir medios de conmutador pa-  
ra permitir utilizar el aparato como dispositivo de aprie-  
te normal o como llave de tuercas, en la que el par es  
transmitido desde el motor al sujetador sin indicación de  
desviación respecto de una relación de par/ángulo de giro  
y sin detención automática del motor de accionamiento.

15 Aunque en la figura 2 se ha empleado un muelle  
helicoidal 11, como medio de acoplamiento entre dos árbo-  
les de entrada y de salida, es decir, cuando el aparato  
se emplea como llave de tuercas a la que se aplica conti-  
nuamente durante el apriete un par de entrada, el aparato  
podría utilizarse como llave de tuercas de impacto, es de-  
20 cir, una llave de la clase a la que se aplica intermiten-  
temente, en escalones, un par de entrada, haciendo uso,  
en lugar del muelle 11, de unos medios de acoplamiento que  
tengan una característica  $M-\phi$  sustancialmente lineal, no  
elástica. Los medios de acoplamiento serían en tal caso,  
25 efectivamente, un muelle del tipo de no retorno, para im-



-9-

pedir el reenrollamiento del aparato entre los períodos durante los cuales se aplica un par de entrada.

Otra realización del aparato se ilustra en las figuras 7 y 8 e incluye ciertos medios que reducen el coste del aparato con respecto a la realización mostrada en las figuras 2 a 4. Como se muestra en la figura 7, el aparato comprende una llave de tuercas 50 que incluye un motor neumático 52, cuyo funcionamiento está controlado por una válvula de solenoide 54 adecuada, y que acciona un árbol de salida 56 a través de una caja de engranajes 58 de reducción de velocidad, de modo que el árbol de salida no gire a la misma elevada velocidad que el motor. El árbol de salida 56 lleva montado un adaptador 57 para unión con un elemento conductor 59 y está montado en un conjunto 60 de cojinete giratorio adecuado, que facilita la rotación del árbol de salida y que absorbe cualquiera esfuerzos de flexión del mismo. El conjunto de cojinete 60 puede estar montado en una armazón rígida 62, pero el uso de la armazón no es necesario para la práctica del invento. En este punto, debe hacerse notar que, si bien el motor 52 se ha descrito como un motor neumático, puede ser de cualquier tipo adecuado, por ejemplo, eléctrico, hidráulico o cualquier combinación de motores neumáticos, eléctricos o hidráulicos. Debe notarse también que el aparato descrito hasta ahora es en general usual y no necesita explicarse con mayor deta-



lle.

Situados entre la caja de engranajes 58 y el conjunto de cojinete 60 hay unos medios transductores en forma de una celda de par 64 que genera una señal representativa del par instantáneo que se está aplicando al su-  
5 jetador. La celda de par 64 incluye una primera base de montaje 66 que asegura la celda a la caja de engranaje 58 y una segunda base de montaje 68 que asegura ésta al con-  
10 junto de cojinete 60. Extendiéndose axialmente respecto a la llave de tuercas entre las bases de montaje 66 y 68 hay una pluralidad de miembros de puntal 70 que son en cierto modo deformables, es decir, son miembros relativa-  
mente rígidos capaces de retorcerse algo en torno al eje geométrico de la llave de tuercas. Cuando la llave de tuer-  
15 cas 50 se hace funcionar para apretar un sujetador, el par de reacción que actúa sobre ella hace que el miembro de montante 70 se retuerza en torno al eje geométrico de la llave de tuercas, siendo proporcional la magnitud de la torsión al par de reacción que, naturalmente, es igual a  
20 y de sentido opuesto que el par que está siendo aplicado al sujetador. Cada miembro de montante 70 lleva un calibre de esfuerzos 72 que está conectado en un circuito de puente de Wheatstone (no representado) para generar una señal eléctrica representativa del par instantáneo que está sien-  
25 do aplicado al sujetador. En lugar de calibres de esfuer-



zos, podrían utilizarse para generar la señal eléctrica  
calibres de contacto o de desplazamiento por proximidad.  
Así, con la disposición de celda de par descrita en esta  
realización, se han sustituido uno de los codificadores y  
5 la disposición de muelle descritos en el aparato ilustra-  
do en la figura 2-4, por un transductor relativamente eco-  
nómico. La forma exacta de la celda de par 64, natural-  
mente, puede variarse en cierta medida. Por ejemplo, los  
montantes 70 podrían estar sustituidos por un miembro ci-  
10 líntrico algo deformable, si se desea.

Como un codificador de la realización de la  
figura 2-4 del invento ha sido sustituido por la celda de  
par 64, debe resultar evidente que solamente tiene que uti-  
lizarse un codificador. Sin embargo, de acuerdo con esta  
15 realización del invento, este codificador puede ser susti-  
tuido por unos medios perceptores relativamente económi-  
cos, que reducen aún más el coste del aparato. En conse-  
cuencia, en esta realización del aparato existe también  
una sonda de proximidad 74 montada a través del alojamien-  
20 to del motor 52 junto a y radialmente separada de las pale-  
tas 76 giratorias del motor, como se ilustra más claramente  
en la figura 8. La sonda de proximidad 74 puede adoptar la  
forma de una bobina de inducción que genere una señal eléc-  
trica cuando pasa un metal a través del campo magnético.  
25 Así, a medida que giran las paletas 76 cuando está siendo



apretado el sujetador, la sonda de proximidad 74 proporciona señales que representan incrementos fijos de giro del sujetador. La dimensión de los incrementos depende del número de paletas 76 del motor 52 y de la relación de transmisión de la caja de engranajes 58. Debe entenderse, naturalmente, que la sonda de proximidad podría cooperar con una de las ruedas dentadas de la caja de engranajes 58 de forma similar.

Haciendo todavía referencia a la figura 7, en ella se ilustra un sistema de control funcionalmente equivalente al representado en las figuras 3 y 4 de los dibujos, y que reduce aún más el coste del sistema utilizando cierta circuitería analógica. La señal de salida procedente de la celda de par 64, representativa del par instantáneo que está siendo aplicado al sujetador, es alimentada a través de un amplificador de par 78, que amplifica la señal de par hasta una magnitud en la que resulta compatible con el resto del sistema de control. Desde el amplificador 78, la señal de par es alimentada a través de unos medios de registro de desplazamiento que, como el circuito es analógico, comprenden una serie de dispositivos acoplados por carga en forma de circuitos de muestreo y retención 80, 82, 84 y 86. Como en los circuitos ilustrados en las figuras 3 y 4, los medios de registro de desplazamiento de gradiente están temporizados por señales repre-



5 representativas de incrementos angulares fijos de desplazamiento del sujetador. En consecuencia, señales procedentes de la sonda de proximidad 74, que adoptan la configuración de impulsos en forma de dientes, son alimentados a través de un generador 88 de onda cuadrada que conforma las señales y alimenta las señales conformadas a través de un divisor 90 de longitud de cuerda hasta un excitador 92 de conmutador analógico que controla secuencialmente en el tiempo los circuitos de muestreo y retención. El divisor
 10 de longitud de cuerda 90 es un circuito divisor adecuado que divide electrónicamente los impulsos procedentes del generador 88 de onda cuadrada por 1, 2, 4, 8, 16 o 32, de modo que cada impulso, o cada segundo impulso, o cada cuarto impulso, etc., se utilice para controlar en el tiempo
 15 el registro de desplazamiento. Seleccionando la división apropiada que ha de realizarse en el divisor 90 de longitud de cuerda, es posible ajustar la longitud de cuerda en la curva par-ángulo de giro en la cual se mide el gradiente de par, es decir, la longitud de cuerda a y b de
 20 la figura 1.

El excitador 92 de conmutador analógico, aunque no es necesario, asegura que cada circuito de muestreo y retención ha descargado su señal almacenada antes de recibir una nueva señal. En consecuencia, el excitador 92 de conmutador analógico controla secuencialmente en el tiempo
 25



a los circuitos de muestreo y retención temporizando primero al circuito 86, luego al circuito 84, luego al circuito 82 y, finalmente, al circuito 80. En consecuencia, el circuito 86 de muestreo y retención ha descargado su señal almacenada antes de recibir una nueva señal procedente del circuito de muestreo y retención 84, etc. La salida procedente del circuito 86 de muestreo y retención es representativa de par en un incremento fijo de rotación antes de ese instante particular, y es alimentada a través de un registro de gradiente del circuito comparador 94 en forma de un amplificador diferencial que recibe también una señal de entrada representativa del par instantáneo que está siendo aplicado al sujetador desde el amplificador de par 78. Como en los circuitos ilustrados en las figuras 3 y 4, el comparador 94 resta sus señales de entrada y tiene una señal de salida representativa del gradiente de par instantáneo para el sujetador particular que se está apretando. La señal de gradiente procedente del comparador 94 es alimentada a través de un amplificador 96 de señal de gradiente adecuado que amplifica la misma a una magnitud compatible con el resto del sistema de control.

5  
10  
15  
20  
25

Desde el amplificador 96 de señal de gradiente, la señal de gradiente instantáneo es alimentada a medios para determinar el gradiente máximo y también a medios pa-



ra comparar las señales de gradiente máximo y de gradiente instantáneo. Atendiendo primero a los medios para determinar el gradiente máximo, los miembros incluyen un comparador del gradiente máximo que recibe señales de entrada procedentes del amplificador 96 de señales de gradiente y desde un circuito 102 de muestreo y retención, que recibe también señales procedentes del amplificador 96 de señales de gradiente. Como resultará más evidente en lo que sigue, el circuito 102 de muestreo y retención almacena una señal representativa del gradiente máximo encontrado hasta cualquier punto en el ciclo de apriete, antes de la salida instantánea desde el amplificador de señales de gradiente. El comparador determina si es mayor la señal de gradiente instantánea procedente del amplificador 96 de señales de gradiente o la señal previamente almacenada, procedente del circuito 102 de muestreo y retención. Si la señal de gradiente instantáneo es mayor, el comparador 100 alimenta una señal de salida a una puerta Y 104, que recibe también señales procedentes del excitador 94 de conmutador analógico cuando el excitador de conmutador produce como salida una señal de reloj para el circuito 84 de muestreo y retención. Cuando ambas señales son recibidas por la puerta Y 104, deja salir una señal de reloj al circuito de muestreo y retención 102, que permite que este circuito de muestreo y retención reciba una



-9

nueva señal procedente del amplificador 96 de señales de  
gradiente, representativa del gradiente mayor. Si el gra-  
diente instantáneo es menor, el comparador 100 no propor-  
ciona salida, ni lo hace la puerta Y 104, de modo que el  
5 circuito 102 de muestreo y retención no puede aceptar una  
nueva señal de gradiente. Utilizando la señal de reloj  
procedente del excitador de conmutador analógico 92 para  
el circuito de muestreo y retención 84, se proporciona un  
retardo de tiempo que permite realizar la comparación an-  
10 tes de que pueda ser alimentada una señal de reloj a tra-  
vés de la puerta Y 104 y antes de que pueda ser generada  
una nueva señal de gradiente.

Atendiendo ahora a los medios para comparar  
las señales de gradiente máximo e instantáneo, puede ver-  
15 se que, cuando la señal representativa del gradiente má-  
ximo es alimentada desde el circuito 102 de muestreo y re-  
tención al comparador 100, es dividida y alimentada a un  
circuito 106 de división que funciona para dividir la se-  
ñal por la relación prefijada utilizada para determinar el  
20 punto X en la curva ilustrada en la figura 1 o en la figu-  
ra 2. Si la relación prefijada es el 50%, como se prefie-  
re según se ha indicado antes, el circuito de división 106  
divide a la señal de gradiente máximo almacenada por la mi-  
tad y alimenta la señal a un comparador 98 de control, de  
25 manera que pueda ser comparada con una señal de gradiente



- 9

instantáneo procedente del amplificador 96 de señales de  
gradiente, que también es alimentada al comparador de con-  
trol. Cuando las señales de entrada al comparador de con-  
5      trol 98 son iguales, o cuando la señal de gradiente es me-  
nor que la señal de gradiente máximo dividida, el compara-  
dor de control proporciona una señal de salida que es ali-  
mentada a otra puerta Y 108. En este punto, debe observar-  
se que la señal de salida procedente del comparador 98 po-  
dría ser alimentada directamente a través de un amplifi-  
10     cador 110 de accionamiento de válvula que amplificaría la  
señal hasta una magnitud adecuada para cerrar la válvula  
de solenoide 54 y detener el motor 52. Sin embargo, para  
asegurar que el comparador 98 no proporciona inadvertida-  
mente una señal de salida en la región I de la curva ilus-  
15     trada en la figura 1, se utiliza una puerta Y 108 y esta  
puerta recibe una señal de entrada adicional procedente de  
un comparador 112 de par ajustado. Señales de par instan-  
táneo son alimentadas desde el amplificador de par 78 has-  
ta el comparador de par ajustado 112, que también recibe  
20     una señal de entrada procedente de un generador 114 de se-  
ñales de par ajustado prefijadas que, naturalmente, podría  
adoptar la forma de un potenciómetro adecuado para propor-  
cionar una señal de entrada predeterminada representativa  
del par que corresponde aproximadamente a aquél en el pun-  
25     to que marca la transición desde la región I a la región



- 9 00

II de la curva ilustrada en la figura 1. El punto indicado se denomina comúnmente como punto ajustado o punto de par ajustado. El ajuste en el generador 114 de señales de par ajustado no necesita ser exactamente representativo  
5 del punto ajustado y puede ser una aproximación, por ejemplo, una señal representativa de, aproximadamente, el 20% del valor de par esperado en el límite elástico sería suficiente. Cuando la señal de par instantáneo procedente del amplificador 78 supera a la generada por el generador 114  
10 de señales de par ajustado, el comparador 112 proporciona una señal de salida a la puerta Y 108, que permite la alimentación de la señal desde el comparador de control 98 al amplificador 110 de accionamiento de válvula. La salida del amplificador 110 de accionamiento de válvula es alimentada  
15 a la válvula de control 54, cerrando la misma y deteniendo el motor 52. Así, cualesquiera señales generadas inadvertidamente por el comparador 98 de control en la región de apriete previo, es decir, en la región I de la curva ilustrada en la figura 1, no cerraría la válvula de control  
20 54.

Finalmente, está previsto un interruptor de reposición 116 que puede utilizarse para liberar los circuitos y preparar el útil para una nueva operación de apriete con otro sujetador. Otro punto que debe observarse implica  
25 el hecho de que pueden utilizarse diversas relaciones pre-



- 9 02

determinadas para determinar cuándo detener el ciclo de apriete, dependiendo de la característica de la curva par-rotación. Por ejemplo, si la curva incluía un aplanamiento temporal a una carga conocida menor que la carga en el límite elástico, el útil podría ser utilizado para detener el apriete en ese punto. Tal aplanamiento temporal de la curva podría ser provocado por una configuración particular del sujetador.

En lo que antecede, se han descrito varias realizaciones del invento y debe ser evidente para un experto en la técnica que pueden realizarse diversas modificaciones sin apartarse del verdadero espíritu ni del alcance del invento, según queda señalado en las reivindicaciones anejas.

La presente solicitud que corresponde a la presentada en Estados Unidos de América, el 19 de Septiembre de 1.974, bajo el número 507.417, se acoge a los beneficios del Artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

- REIVINDICACIONES -

Los puntos de invención propia y nueva que se

1-10-75

- 46 -

presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los que se recogen en las reivindicaciones siguientes:

5           1ª.- Un método de apretar un órgano de sujeción merced a medios de entrada de potencia que impulsan unos medios de aplicación con el órgano de sujeción, cuyo método comprende: aplicar un par y una rotación al órgano de sujeción; generar una señal variable representativa del gradiente del par comunicado al órgano de sujeción con respecto a la rotación del mismo; determinar  
10           el gradiente de par representativo del gradiente de par en la región de apriete de la curva par-rotación y almacenar una señal de información representativa del mismo; y comparar dicha señal de información almacenada y  
15           dicha señal de gradiente y generar una señal de control cuando dicha señal de gradiente tiene una relación pre-determinada con respecto a dicha señal de información almacenada.

20           2ª.- Un método de acuerdo con la reivindicación 1ª, en el que dicha señal de control es generada cuando dicha señal de gradiente ha descendido hasta un valor menor que el 50% de dicha señal de información.

25           3ª.- Un método de acuerdo con la reivindicación 1ª, en el que dicha señal de gradiente es generada determinando el par comunicado a dicho órgano de su-

14-2-77



jeción y determinando el cambio en el par a intervalos constantes de rotación angular de dicho órgano de sujeción.

5

4a.- Un método de apretar un órgano de sujeción.

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

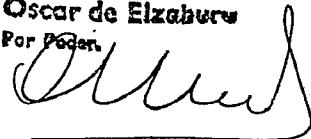
10

Esta Memoria consta de cuarenta y ocho hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 16.FEB.1977

P.A.

Oscar de Elzaburu  
Por Poder



14-2-77  
VGD.



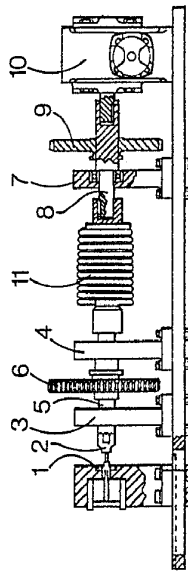


FIG. 2

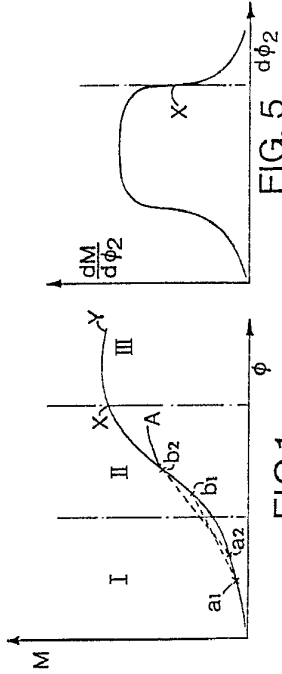


FIG. 1

FIG. 5

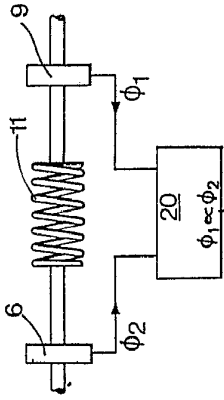


FIG. 3

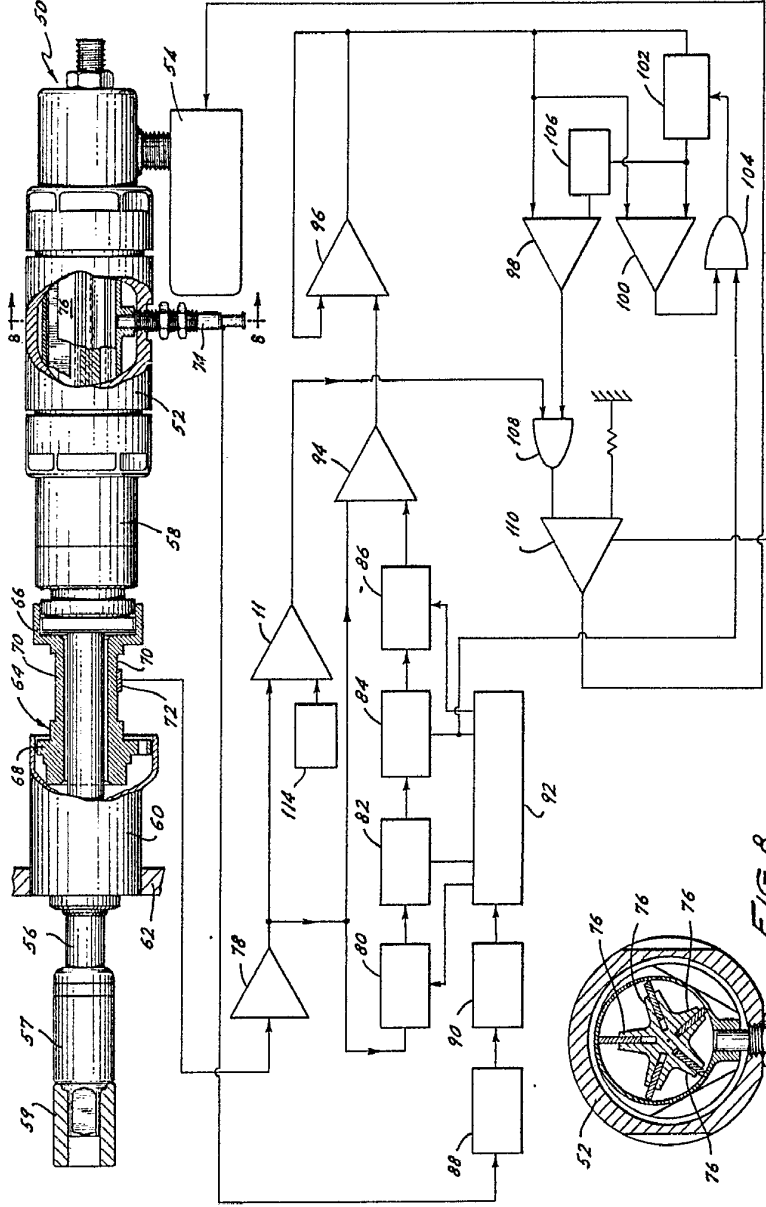


FIG. 6

FIG. 7

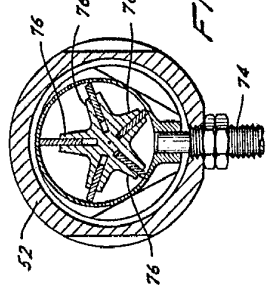


FIG. 8

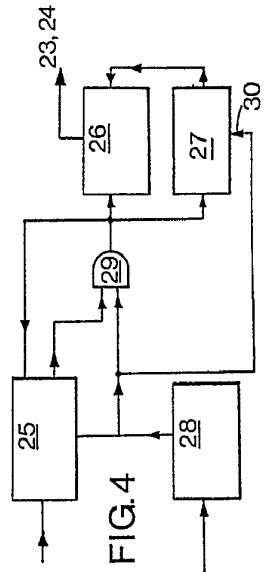


FIG. 4

OSCEK & SPOLEK  
 Per Podar

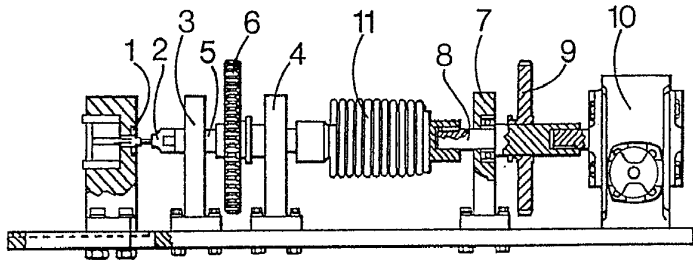


FIG. 2

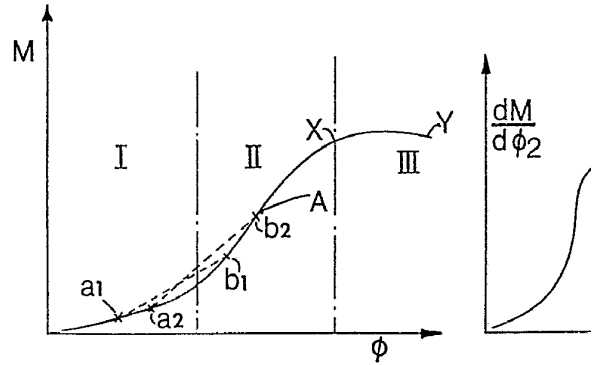


FIG. 1

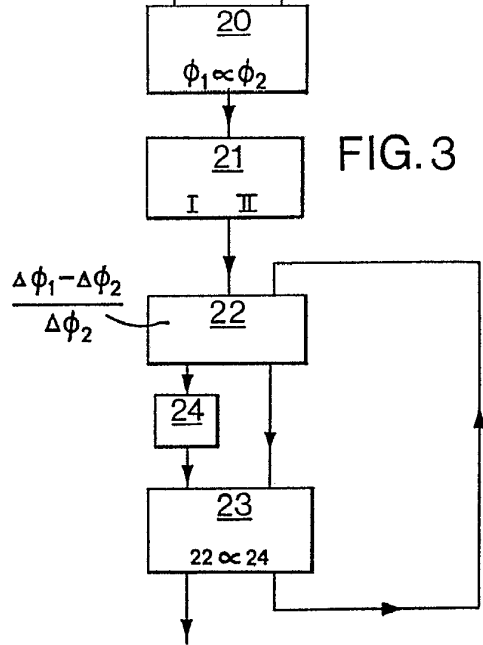
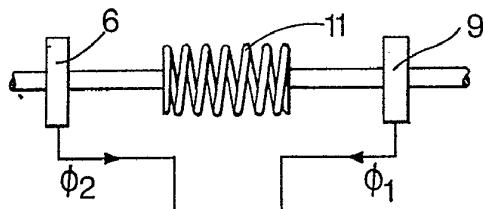


FIG. 3

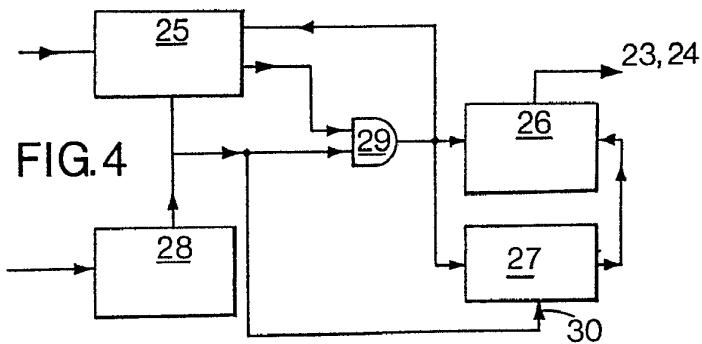
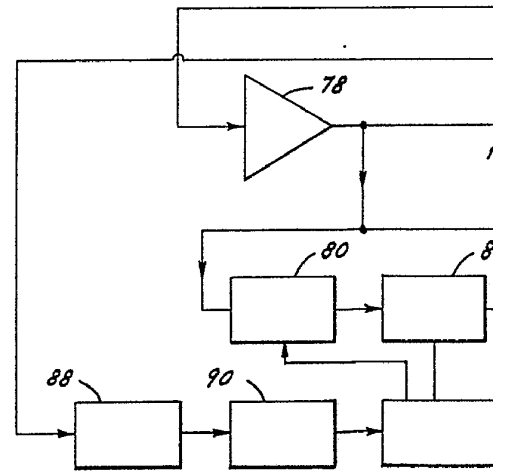
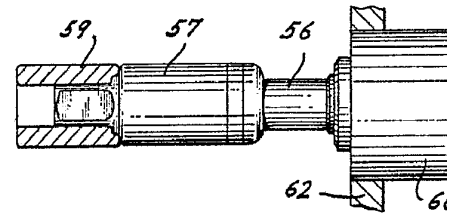


FIG. 4

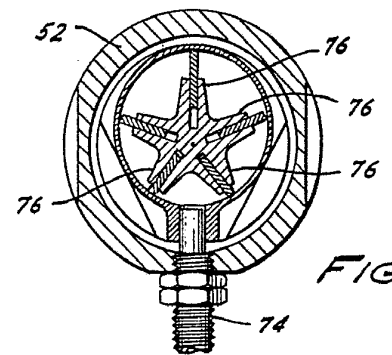
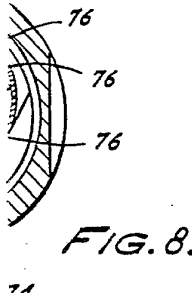
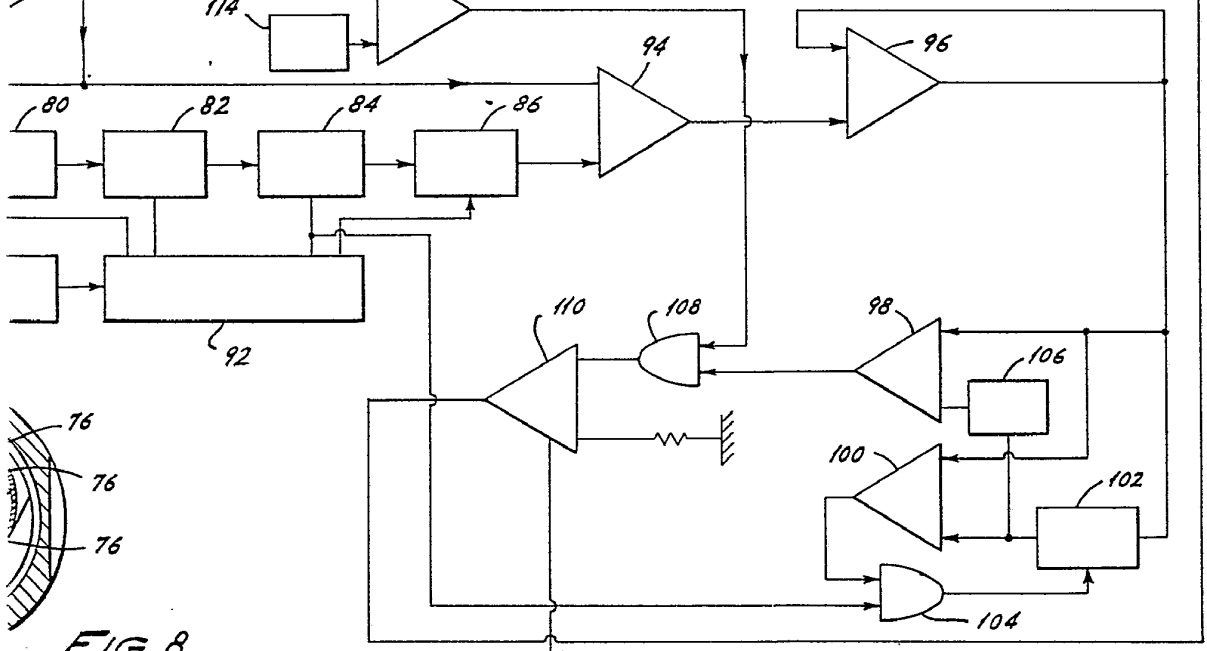
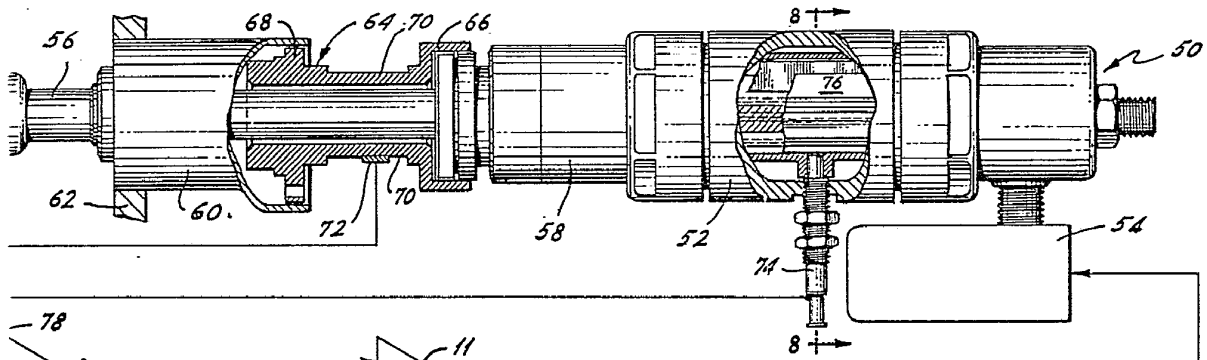
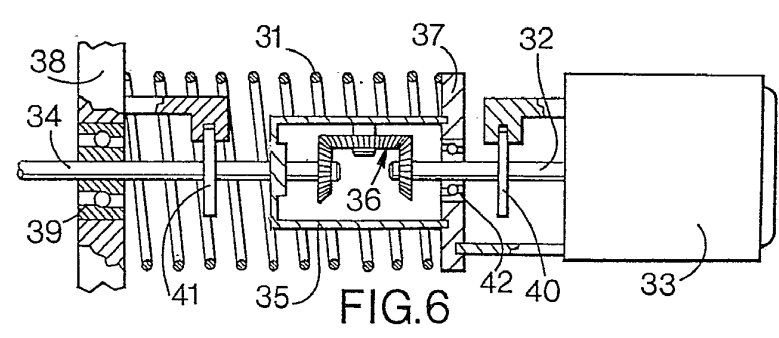
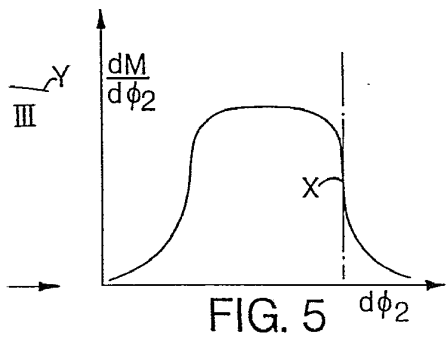


FIG. 8.



Oscar de Souza  
Per Poder