

MINISTERIO DE INDUSTRIA
REGISTRO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL



ESPAÑA

10	ES	11	NUMERO	10	AI
		21	455.976		
		22	FECHA DE PRESENTACION		
			16-Febrero-1.977		

PATENTE DE INVENCION

30	PRIORIDADES:	32	FECHA	33	PAIS
	31	NUMERO			
		507.417	19.9.74		E.U.A.

47	FECHA DE PUBLICIDAD	51	CLASIFICACION INTERNACIONAL	62	PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
			G01L, B25B		

64	TITULO DE LA INVENCION
"APARATO PARA PERCIBIR UN PUNTO DESEADO EN UNA CURVA REPRESENTATIVA DE LA VARIACION DE DOS ENTRADAS RELACIONADAS"	

71	SOLICITANTE (S)
STANDARD PRESSED STEEL CO., (736-814 Div.)	

DOMICILIO DEL SOLICITANTE
Jenkintown, Pensilvania, Estados Unidos de América

72	INVENTOR (ES)
John Talbot Boys.	

73	TITULAR (ES)

74	REPRESENTANTE
DON ALBERTO DE ELZABURU MARQUEZ (P.- 65.208)	

El invento se refiere a un aparato 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.

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 aparato y 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.

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 sujetador 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 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 exacta no son conocidas en condiciones de montaje prácticas del sujetador, existirán variaciones en la relación par/tensión. Esto da lugar a cargas de tracción variables del sujetador para un par dado aplicado. Otro método conocido, que no depende de las condiciones de rozamiento, implica la medi-

ción del alargamiento del sujetador. En la mayoría de los casos, resulta imposible la medición directa del alargamiento y, por tanto, una modificación del método hace uso de un apriete de ángulo controlado en el que se efectúa un alargamiento estimado apretando hasta un ángulo preciso de apriete. Una desventaja de este método es determinar dónde ha de comenzarse a medir ángulos cuando se trabaja sobre ángulo de par de curvas de giro que tienen distintas pendientes inicial y máxima. Para precargas en el margen elástico esto es extremadamente difícil, ya que la desviación respecto de una curva típica, puede ser grande. En el margen plástico del sujetador, 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 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 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 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 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, de modo que el proceso de apriete pueda detenerse inmediatamente 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 de 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

25

El aparato para apretar un sujetador determina el límite elástico o un punto de importancia similar almacenando una señal de información representativa del gradiente de la parte en general lineal de la curva par-rotación, de preferencia el gradiente máximo, y comparando la señal de gradiente instantánea con la señal de información y generando

30

do la señal de control cuando las señales comparadas guardan una relación predeterminada, de preferencia cuando la señal de gradiente instantáneo es el 50% o menos de la señal de información.

5 De acuerdo con ciertas realizaciones del invento, un aparato para determinar una rigidez rotacional o lineal, es decir, un medidor de rigidez, comprende medios de salida para comunicar un movimiento a un miembro; medios de entrada para recibir potencia; medios de acoplamiento desviables, entre dichos medios de salida y dichos
10 medios de entrada, para transmitir potencia desde dichos medios 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
15 medios perceptores que responden a dichos medios de salida para generar una segunda serie de señales representativas del desplazamiento, por dichos medios de acoplamiento, de dichos medios de salida, y medios comparadores que responden a dicha primera y a dicha segunda series de señales para
20 determinar 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 dichos medios de acoplamiento están transmitiendo potencia desde dichos medios de entrada a dichos medios de salida, siendo dicha diferencia función de la rigidez.

30 El medidor de rigidez puede incluir también medios de circuito que responden a dichos medios comparadores para almacenar secuencialmente información representativa

tativa de la rigidez máxima o del gradiente de par máximo desarrollado hasta cualquier punto dado, durante el accionamiento de dicho miembro.

5 El medidor de rigidez puede ser tal que resulta 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.

10 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.

15 Ciertas realizaciones del invento proporcionan también un aparato para apretar un sujetador, que comprende medios de aplicación con el sujetador, para comunicar 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 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 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 sujeta

20

25

30

5 dor; 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 medios de
acoplamiento transmiten potencia desde dichos medios de en-
trada de potencia a dichos medios de aplicación con el su-
jetador, siendo dicha diferencia una función de la rigidez
instantánea; medios de circuito que responden a dichos me-
10 dios comparadores para almacenar secuencialmente informa-
ción representativa de la rigidez máxima desarrollada du-
rante el apriete del sujetador y para producir una señal
de control cuando dicha rigidez instantánea ha descendido
hasta una proporción predeterminada de la rigidez máxima
15 desarrollada durante el apriete del sujetador, y medios de
control que responden a dicha señal de control para contro-
lar la entrada de potencia a dichos medios de entrada de
potencia.

20 Un aparato de acuerdo con ciertas realizacio-
nes del invento puede utilizarse en particular, pero no ex-
clusivamente, para apretar un sujetador roscado, en cuyo
caso el aparato comprende medios de aplicación con el suje-
tador, para comunicar un movimiento de rotación a un suje-
tador roscado; medios de entrada de potencia giratorios;
25 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 per-
ceptores que responden a un movimiento de dichos medios de
30 entrada de potencia giratorios para generar una primera se

rie 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 determinar la diferencia del número de señales en dichas series primera y segundas de señales, cuando es tramitada potencia de rotación por dichos medios de acoplamiento desde dichos medios de entrada de potencia giratorios a dichos medios de aplicación con el sujetador, siendo dicha diferencia función del gradiente de par instantáneo del sujetador; medios de circuito que responden a dichos medios comparadores para almacenar secuencialmente información representativa del gradiente de par máximo desarrollado durante el apriete del sujetador y para producir una señal de control cuando dicho gradiente de par instantáneo ha descendido hasta una proporción predeterminada del gradiente de par máximo desarrollado durante el apriete del sujetador, y medios de control que responden a dicha señal de control para controlar la entrada de potencia por dichos medios de entrada de potencia giratorios.

25 Ciertas realizaciones del invento pueden también proporcionar un método de determinación de rigidez utilizando medios de acoplamiento desviables para transmitir potencia desde unos medios de entrada a unos medios de salida, con el fin de comunicar un movimiento a un miembro,

30 consistiendo el método en las operaciones de: generar una

primera serie de señales representativas del desplazamiento de dichos medios de entrada; generar una segunda serie de señales representativas del desplazamiento, por dichos medios de acoplamiento, de dichos medios de salida, y com
5 parar dichas series primera y segunda de señales contando la diferencia del número de señales en dichas series prime
ra y 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 acopla
10 miento desde dichos medios de entrada a dichos medios de salida, siendo dicha diferencia función de la rigidez.

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
15 medios de aplicación con el sujetador a través de medios de acoplamiento desviables, consistiendo el método en las operaciones de: generar una primera serie de señales repre
sentativas del desplazamiento de dichos medios de entrada de potencia; generar una segunda serie de señales repre
20 sentativas del desplazamiento, por dichos medios de acoplamiento, de dichos medios de aplicación con el sujetador; comparar dichas series primera y segunda de señales contan
do la diferencia del número de señales en dicha primera y en dicha segunda series de señales durante un número de re
25 ferencia de señales consecutivas en dicha segunda serie de señales, cuando es transmitida potencia por dichos medios 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
30 medios de acoplamiento; almacenar secuencialmente informa-

ción 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.

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 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 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 de potencia giratorios hasta dichos medios de aplicación con 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 que regula dichos medios de entrada de potencia giratorios cuando

dicho gradiente de par instantáneo ha descendido hasta una proporción predeterminada del gradiente de par máximo desarrollado durante el apriete del sujetador.

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

10 La señal de control se emplearía usualmente para detener los medios de entrada de potencia; pero, en algunas aplicaciones, puede utilizarse para mantener los 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.

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

20 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 ϕ_1 y ϕ_2 son los desplazamientos angulares de los dos extremos del árbol, el par o momento de giro M transmitido por el árbol

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

25
30 Si el extremo del árbol que tiene el desplazamiento angular ϕ_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:

$$5. \quad \frac{dM}{d\phi_2} = K \left(\frac{d\phi_1}{d\phi_2} - 1 \right)$$

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

$$15 \quad \frac{dM}{d\phi_2} = K \left(\frac{\frac{d\phi_1}{dt}}{\frac{d\phi_2}{dt}} - 1 \right) = K \frac{\omega_1 - \omega_2}{\omega_2}$$

20 donde ω_1 , ω_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

$$25 \quad t_1 \propto \frac{1}{\omega_1} \quad t_2 \propto \frac{1}{\omega_2}$$

30 y, por tanto,

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

5 Los tiempos t_1 y t_2 pueden ser medidos elec-
trónicamente merced a los impulsos o señales producidos
por los codificadores por incrementos y, después de los ne-
cesarios cálculos gracias a los medios de determinación de
gradiente, puede obtenerse una señal de salida proporcio-
10 nal a $\frac{dM}{d\phi_2}$.

Alternativamente, la ecuación

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

puede ser evaluada empleando pequeños valores de incremen-
tos, como sigue:

$$20 \frac{\Delta M}{\Delta \phi_2} = K \frac{\Delta \phi_1 \Delta \phi_2}{\Delta \phi_2}$$

25 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 codifi-
30 cador en el extremo más rápido del acoplamiento de transmi-

sión 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 cuentan 6 impulsos adicionales en el codificador en el extremo de entrada de par del acoplamiento, $\frac{dM}{d\phi_2} \propto 6$

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 contando

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.

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 tempor

zados por 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
5 medios de registro de desplazamiento a partir de las señales instantáneas producidas como salidas desde los medios transductores, y para generar una señal representativa del gradiente instantáneo de la curva par-rotación que podría representarse gráficamente para el sujetador particular
10 que se está apretando. Asimismo, como en las realizaciones determinadas antes descritas, la señal de gradiente instantáneo se compara con una señal de gradiente determinada que ha de ser representativa del gradiente de la curva par-rotación en su parte generalmente lineal y, cuando
15 las señales comparadas tienen una relación predeterminada, se genera una señal de control.

Los medios transductores pueden adoptar la forma de una celda de par asociada con la llave de tuercas para medir el par de reacción sobre la llave y los medios
20 perceptores incluyen una sonda de proximidad que está montada operativamente junto a las paletas giratorias de la entrada de motor para la llave de tuercas con el fin de generar señales correspondientes al paso de las paletas y a la rotación del sujetador.

25 Volviendo ahora a la figura 1 de los dibujos anejos que, como ya se ha explicado, es una característica 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
30 regiones:

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

5 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 10 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 15 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 20 instantáneo durante el apriete y comparar continuamente 25 30

este último valor con el gradiente de la región II, preferiblemente el valor máximo A, con el fin de determinar 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 recibidas desde los dos codificadores. Cuando los medios de determinación de gradiente han detectado que se ha alcanzado el punto X, dichos medios pueden emitir una orden de detención de modo que el operario interrumpa el apriete del sujetador. Alternativamente, la orden de detección 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 para el apriete de un sujetador roscado, de acuerdo con el invento, ilustrando en dichos dibujos:

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

la figura 3 un diagrama que representa un dispositivo lógico que ha de utilizarse junto con el aparato representado en la figura 2;

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

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 ϕ_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

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 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 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 girar al árbol 8 y éste, a su vez, hará girar al muelle helicoidal 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 pue

den 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 pár/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 ϕ_2 y el codificador de la derecha, es decir, más próximo al motor 10, emite impulsos ϕ_1 . Las dos corrientes de impulsos son alimentadas a un circuito ilustrado por el bloque 20. Este circuito cuenta el número de impulsos ϕ_1 y ϕ_2 o determina los intervalos de tiempo entre los impulsos de las corrientes de impulsos respectivas o

5 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 dicho.

10 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 23 propor
15 ciona 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
20 apriete, como antes se ha indicado. Si la señal 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.

25 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 $\frac{\Delta \phi_1 - \Delta \phi_2}{\Delta \phi_2} \circ \frac{\Delta M}{\Delta \phi_2}$. El circuito electrónico re-
30

presentado en la figura 4 calcula la expresión $\frac{\Delta M}{\Delta \phi_2}$ mi-

diendo el número de impulsos ϕ_1 recibidos desde el codifi-
 cador de entrada 9 durante un valor dado de $\Delta \phi_2$. El va-
 5 lor $\Delta \phi_2$ seleccionado se denomina longitud de cuerda por-
 que 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- ϕ , como se indica por a_1 b_1 y a_2
 10 b_2 , en la figura 1. La proyección de la longitud de cuer-
 da sobre el eje ϕ está fijada por la característica o ajus-
 te de un registro 27 de desplazamiento de longitud de cuer-
 da, que es hecho funcionar cada vez que recibe un impulso
 de activación, como se explica más adelante.

15 Los impulsos (ϕ_1) recibidos desde el codifica-
 dor de entrada 9 en el extremo del motor del muelle 11 son
 dejados pasar de manera discriminada directamente a un re-
 gistro 25 de residuo, teniendo en cuenta el sentido de gi-
 ro del rotor. La función del registro de residuo 25 es al-
 20 macenar impulsos ϕ_1 .

Los impulsos (ϕ_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 de-
 25 terminar si el sujetador está girando en el sentido correc-
 to y se utilizan luego para decrementar el registro de re-
 siduos 25. Si el codificador 6, en el extremo del sujeta-
 dor, girase hacia atrás, se cuenta la magnitud de la tor-
 sión hacia atrás y debe ser restablecida por una torsión
 igual hacia delante antes de que cualesquiera impulsos ϕ_2
 30 sean dejados pasar de manera discriminada al registrador 25.

Tan pronto como un impulso ϕ_2 ha disminuido el registro de residuo 25, es examinado el valor así mostrado. Si es mayor que cero, ha habido más impulsos ϕ_1 que impulsos ϕ_2 y, como resultado de ello, es dejada pasar una señal a través de una puerta 29 al registro 26 de gradiente y al registro de desplazamiento 27 de longitud de cuerda, y también para disminuir el registro de residuos 25. El registro 27 de desplazamiento de longitud de cuerda es activado cada vez que recibe un impulso ϕ_2 , dejado pasar por el dispositivo de comprobación 28, como se indica mediante 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 27 de desplazamiento registra un "1" disminuye la magnitud almacenada en el registro de gradiente en un impulso. Cuando la salida del registro de desplazamiento registra un "0", no afecta al registro de gradiente. Así, cada vez que el registro de desplazamiento es hecho funcionar por la producción de un impulso ϕ_2 en el sentido 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° correspondiente, por ejemplo, a un impulso ϕ_2 .

es demasiado pequeño para este propósito. Se ha encontrado que 20° 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° , 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° , cada impulso ϕ_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 motor que acciona al sujetador es reducida cuando el gradiente instantáneo ha descendido hasta el 50% del gradiente máximo conseguido, es decir, el gradiente en la dirección generalmente lineal de la curva $M-\phi_2$. La razón para 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 punto 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 que la curva pasa más rápidamente a través de una curva de "ruido" superpuesta. Refiriéndonos todavía a la figura 5, puede ver-

se 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 prefijada utilizando un valor comprendido dentro de este margen para detener el motor que impulsa al sujetador. El punto X es, por tanto, el punto de la curva que dará la máxima inmunidad al ruido, es decir, a las señales espúreas.

Como el aparato, en su forma para apretar sujetadores, es esencialmente un medidor de rigidez a la torsión o de gradiente de par, y puede comparar el gradiente de par instantáneo con el gradiente de par en la región en general lineal de la curva $M-\theta_2$ y, de preferencia, con el gradiente de par máximo, quedan superadas las limitaciones de sistemas existentes para controlar el apriete de 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.

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 pre-

fijada 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.

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 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 ll 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 partir de cualquiera de estos materiales.

5 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 10 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 15 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 20 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 25 I, el tren de engranajes oscilará en torno al eje geométrico común de los árboles 33 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 30 37 de la caja de engranajes 35, que está montada pa-

ra 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 codificadores pueden situarse dentro del muelle. Alternativamente, 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, consiguiéndose por tanto economías.

En cualquier disposición (es decir, en la de la figura 2 o en la de la figura 6) del aparato, los dispositivos lógicos pueden incluir medios de conmutador para

permitir utilizar el aparato como dispositivo de apriete 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.

Aunque en la figura 2 se ha empleado un muelle helicoidal 11, como medio de acoplamiento entre dos árboles de entrada y de salida, es decir, cuando el aparato se emplea como llave de tuercas a la que se aplica continuamente durante el apriete un par de entrada, el aparato podría utilizarse como llave de tuercas de impacto, es decir, una llave de la clase a la que se aplica intermitentemente, 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, efectivamente, un muelle del tipo de no retorno, para impedir el reenrollamiento del aparato entre los períodos durante los cuales se aplica un par de entradas.

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 detalle.

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 sujetador. 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 conjunto 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 relativamente rígidos capaces de retorcerse algo en torno al eje geométrico de la llave de tuercas. Cuando la llave de tuercas 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 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 siendo aplicado al sujetador. En lugar de calibres de esfuerzos, 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 la disposición de muelle descritos en el aparato ilustrado en la figura 2-4, por un transductor relativamente económico. La forma exacta de la celda de par 64, naturalmente, puede variarse en cierta medida. Por ejemplo, los montantes 70 podrían estar sustituidos por un miembro cilíndrico 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 utilizarse un codificador. Sin embargo, de acuerdo con esta realización del invento, este codificador puede ser sustituido por unos medios perceptores relativamente económicos, que reducen aún más el coste del aparato. En consecuencia, en esta realización del aparato existe también una sonda de proximidad 74 montada a través del alojamiento del motor 52 junto a y radialmente separada de las paletas 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 eléctrica cuando pasa un metal a través del campo magnético. 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 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 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 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 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 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.

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 para 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 amplifica

5 dor 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 nueva señal procedente del amplificador 96 de señales de gradiente, representativa del gradiente mayor. Si el gradiente instantáneo es menor, el comparador 100 no proporciona salida, ni lo hace la puerta Y 104, de modo que el 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 antes de que pueda ser alimentada una señal de reloj a través de la puerta Y 104 y antes de que pueda ser generada una nueva señal de gradiente.

25 Atendiendo ahora a los medios para comparar las señales de gradiente máximo e instantáneo, puede verse que, cuando la señal representativa del gradiente máximo es alimentada desde el circuito 102 de muestreo y retención al comparador 100, es dividida y alimentada a un circuito 106 de división que funciona para dividir la señal por la relación prefijada utilizada para determinar el punto X en

la curva ilustrada en la figura 1 o en la figura 2. Si la relación prefijada es el 50%, como se prefiere según se ha indicado antes, el circuito de división 106 divide a la señal de gradiente máximo almacenada por la mitad y alimenta la señal a un comparador 98 de control, de manera que pueda ser comparada con una señal de gradiente instantáneo procedente del amplificador 96 de señales de gradiente, que también es alimentada al comparador de control. Cuando las señales de entrada al comparador de control 98 son iguales, o cuando la señal de gradiente es menor que la señal de gradiente máximo dividida, el comparador de control proporciona una señal de salida que es alimentada a otra puerta Y 108. En este punto, debe observarse que la señal de salida procedente del comparador 98 podría ser alimentada directamente a través de un amplificador 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 inadvertidamente una señal de salida en la región I de la curva ilustrada 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 instantáneo son alimentadas desde el amplificador de par 78 hasta el comparador de par ajustado 112, que también recibe una señal de entrada procedente de un generador 114 de señales de par ajustado prefijadas que, naturalmente, podría adoptar la forma de un potenciómetro adecuado para proporcionar una señal de entrada predeterminada representativa del par que corresponde aproximadamente a aquél en el punto que marca la transi

ción desde la región I a la región 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 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 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 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 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 el hecho de que pueden utilizarse diversas relaciones predeterminadas 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.

5 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.

10

15

20

25

30

REIVINDICACIONES

5 Los puntos de invención propia y nueva que se
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:

10 1ª.- Aparato para percibir un punto deseado
en una curva representativa de la variación de dos entra-
das relacionadas, generadas por una fuente externa, en el
que dicha curva tiene una porción generalmente lineal y di-
cho punto deseado se encuentra más allá de dicha porción
generalmente lineal, comprendiendo dicho aparato: primeros
15 medios para generar una señal representativa del gradiente
instantáneo de dicha curva, y segundos medios que respon-
den a dicha señal de gradiente para determinar un cambio
significativo en la pendiente de dicha curva que contiene
dicho punto deseado, incluyendo dichos segundos medios
20 unos medios para almacenar una señal representativa del
gradiente de dicha curva en la porción generalmente lineal
de la misma y para generar una señal de control cuando di-
cha señal de gradiente instantánea tiene una relación pre-
determinada con respecto a dicha señal almacenada en dicho
25 punto deseado.

 2ª.- Aparato según la reivindicación 1ª, en
el que dicha señal almacenada es representativa del gradien-
te máximo de dicha curva.

30 3ª.- Aparato según la reivindicación 1ª, en
el que dichas entradas son un par y una rotación comunica-

dos a un órgano de sujeción roscado, y en el que dicho punto deseado es un punto situado más allá de la porción generalmente lineal de la curva par-rotación a través de la cual se está apretando el órgano de sujeción.

5 4ª.- Aparato según la reivindicación 1ª, en el que dichos primeros medios incluyen primeros medios de comparación para comparar mediciones diferentes de una primera de dichas entradas a intervalos discretos de una segunda de dichas entradas para generar señales de diferencia instantáneas representativas de dicho gradiente instantáneo, y segundos medios de comparación para comparar señales de diferencia instantáneas con la mayor señal de diferencia previamente generada y para almacenar la mayor señal de diferencia hasta ahora desarrollada y representativa del máximo gradiente par instantáneo hasta ahora encontrado en dicha curva, y en el que dichos segundos medios incluyen terceros medios de comparación para comparar dichas señales de diferencia instantáneas y dichas señales de diferencia almacenadas y generan dicha señal de control cuando dicha señal de diferencia instantánea tiene una relación predeterminada con respecto a dicha señal de diferencia almacenada.

10

15

20

25 5ª.- Aparato según la reivindicación 4ª, en el que dichos primeros medios de comparación comparan una medición instantánea de dicha primera entrada con una medición de dicha primera entrada, una pluralidad de intervalos discretos previos a dicha medición instantánea.

30 6ª.- Aparato según la reivindicación 2ª, en el que dichos segundos medios generan una señal representativa de un porcentaje predeterminado de la mayor señal de

gradiente máximo almacenada, y en el que dicha señal de porcentaje predeterminado se compara con dicha señal de gradiente instantánea y dicha señal de control se produce cuando las señales comparadas son aproximadamente iguales.

5 7ª.- Aparato según la reivindicación 6ª, en el que dicha relación predeterminada es un porcentaje comprendido entre aproximadamente 25% y 75%.

10 8ª.- Aparato según la reivindicación 4ª, en el que dichas entradas son una par y una rotación comunicados a un órgano de sujeción roscado, y en el que dicho cambio significativo en la pendiente está más allá de una porción generalmente lineal de la curva par-rotación a través de la cual se está apretando el órgano de sujeción.

15 9ª.- APARATO PARA PERCIBIR UN PUNTO DESEADO EN UNA CURVA REPRESENTATIVA DE LA VARIACION DE DOS ENTRADAS RELACIONADAS.

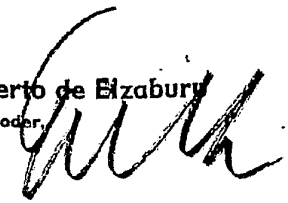
Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y para los fines que se han especificado.

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

Madrid, 10.05.1977

P.A.

25 Alberto de Eizaburu
Por Poder.



30

05097

MPB.-

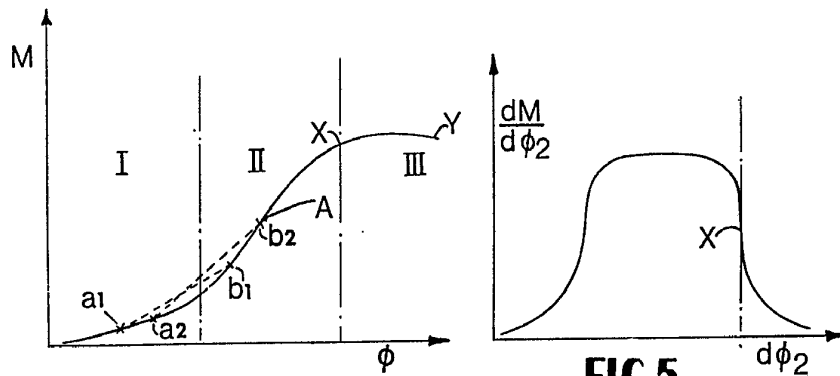


FIG. 1

FIG. 5

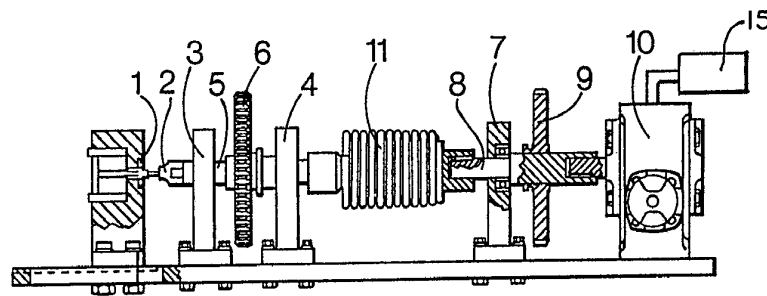


FIG. 2

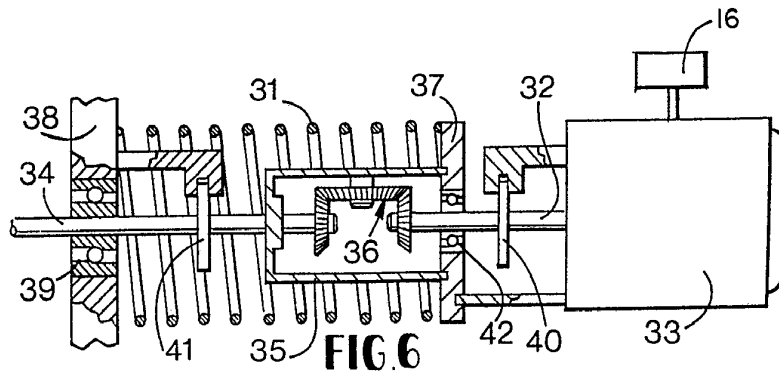


FIG. 6



FIG. 2A

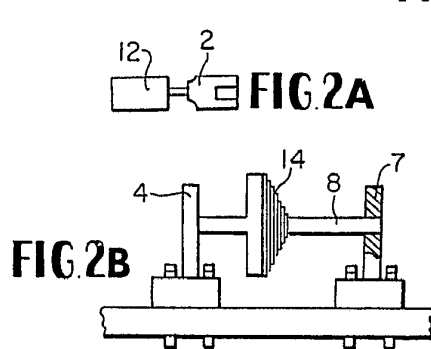


FIG. 2B

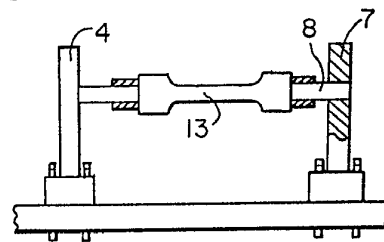
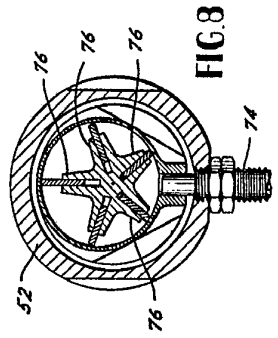
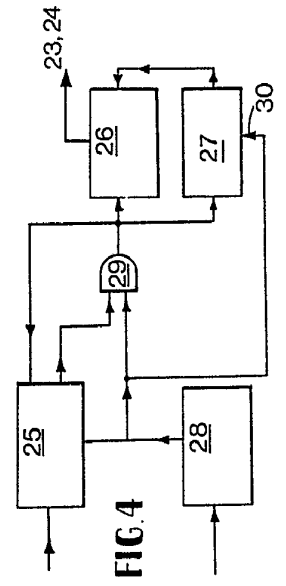
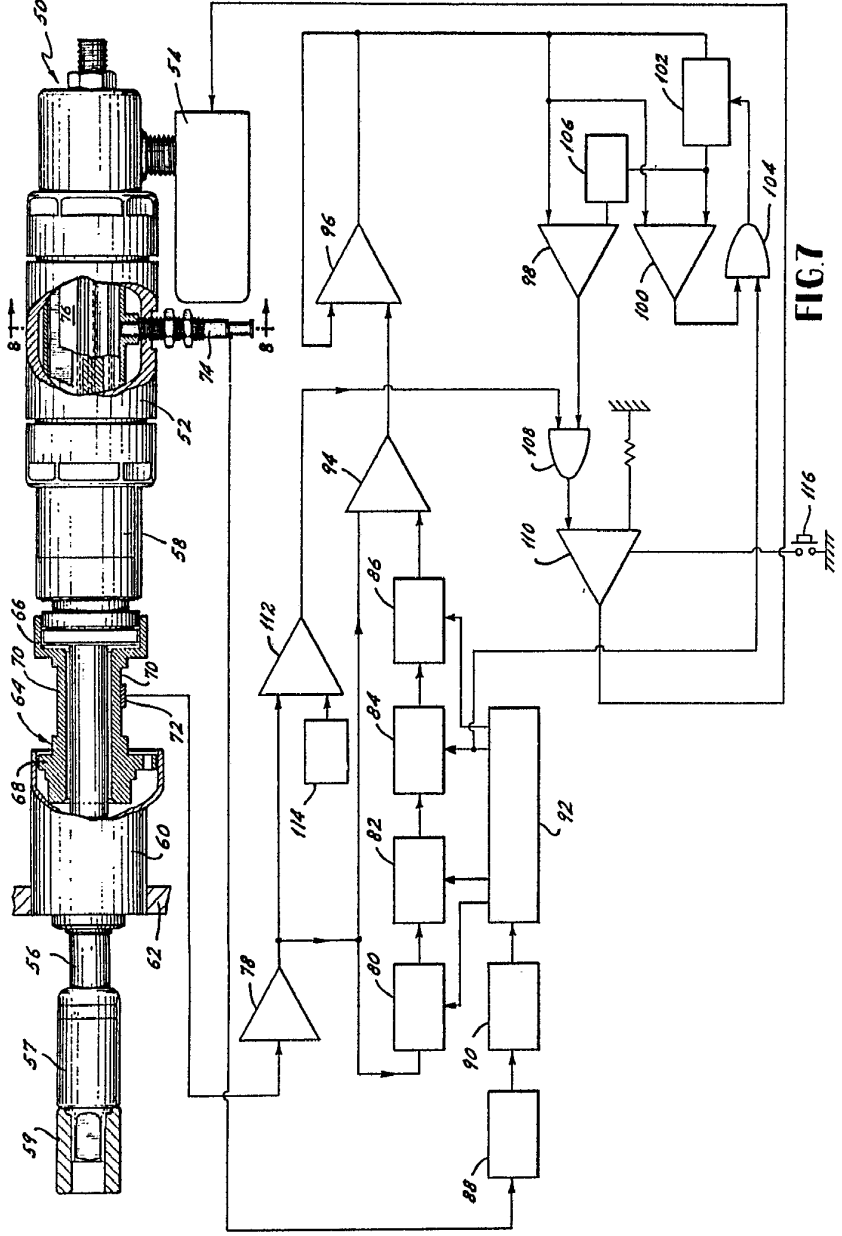
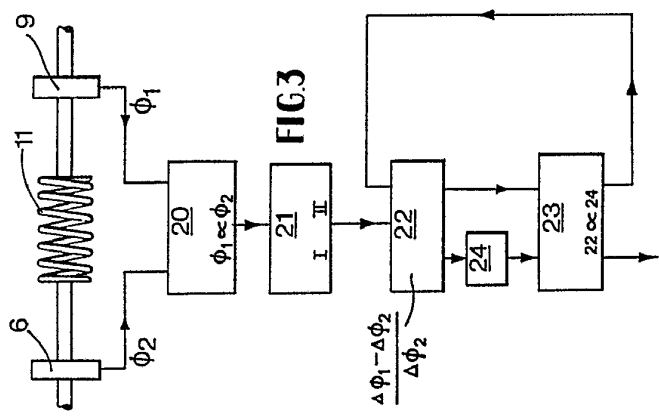
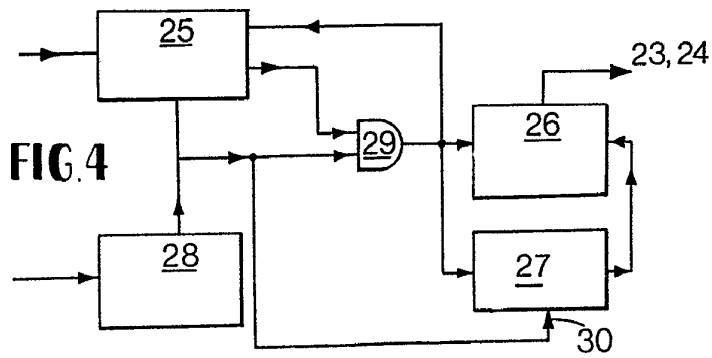
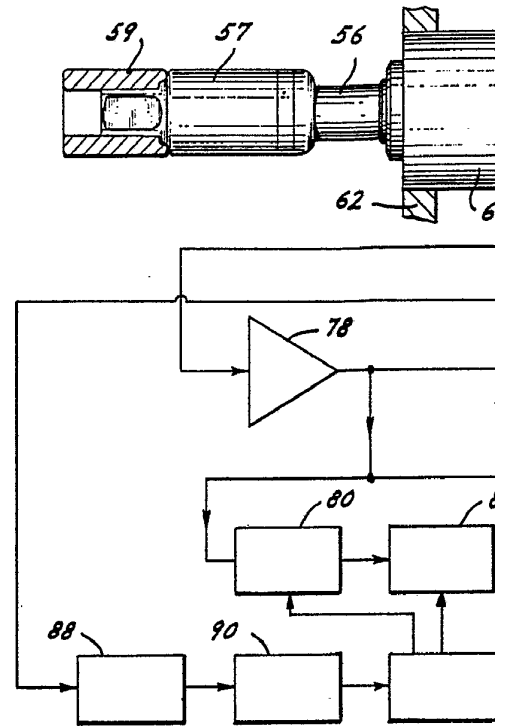
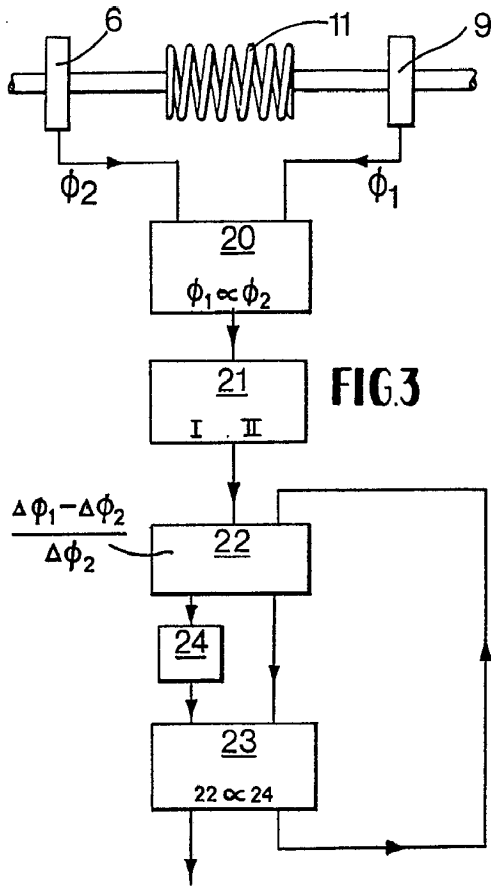


FIG. 2C

Alberto de Eizaburu
Por Poder



Standard Pressed Steel Co.



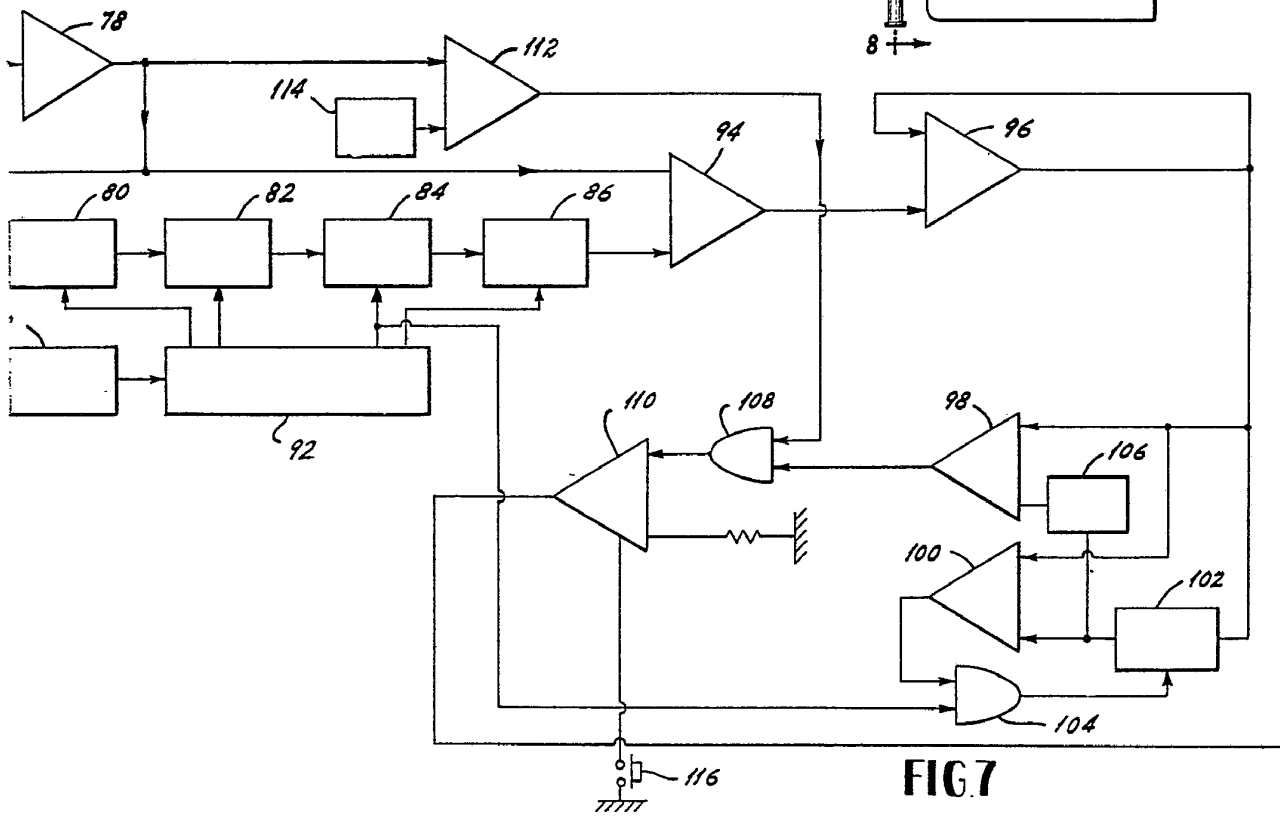
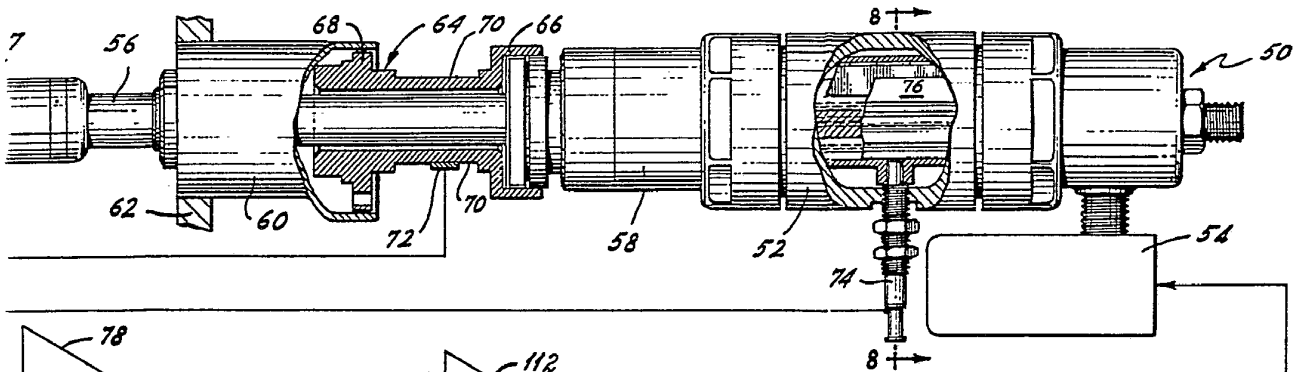


FIG 7

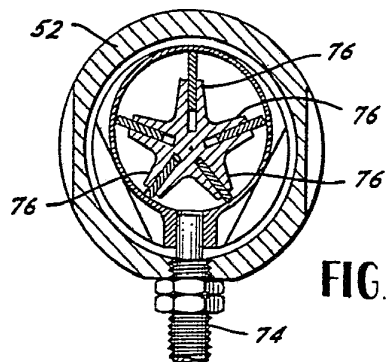


FIG 8

[Handwritten signature]
A. J. ...