

4 1 4 5 1 5



P.- 54.009

SPS File Nº 736

Int. Cl.:

G 014

MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar PATENTE DE INVENCION en ESPAÑA por 20 años

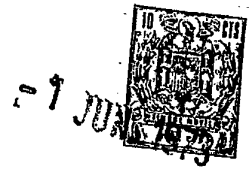
a nombre de STANDARD PRESSED STEEL CO.

entidad norteamericana

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

por "UN DISPOSITIVO MEDIDOR DE RIGIDEZ"

(Clase Internacional G011)



414515

5 El invento se refiere a un aparato y a un método para determinar la rigidez lineal o rotacional y está relacionado particular, pero no exclusivamente, con el apriete de sujetadores roscados o de sujetadores cargados axialmente de otra clase.

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

20 El par requerido 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. Las características generales que ilustran la relación entre



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

El objeto general del control del apriete del sujetador roscado es conseguir una carga previa

414515



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

414515



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

10

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

15

20

25

414515

- 1 JUN 1975



5 duzca, de modo que el proceso de apriete pueda detenerse inmediatamente en ese punto y, además, permitir que el punto se identifique independientemente de las características de la junta o del sujetador, es decir, sin conocimiento previo de las características o del calibre de la junta o del sujetador.

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

15

20

25

414515



5           señales consecutivas en dicha segunda serie de señales cuando es transmitida energía a dichos medios de acoplamiento desde dichos medios de entrada a dichos medios de salida, siendo dicha diferencia función de la rigidez.

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

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

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

25           El invento proporciona también un aparato, para apretar un sujetador, que comprende medios para

414515



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

19.5.73

414515



5           cir una señal de control cuando dicha rigidez instan-  
tánea ha descendido hasta una proporción determinada  
de la rigidez máxima desarrollada durante el apriete  
del sujetador, y medios de control que responden a di-  
cha señal de control para controlar la entrada de ener-  
gía por dichos medios de entrada de energía.

10           El aparato puede, particular, pero no ex-  
clusivamente, utilizarse para apretar un sujetador  
roscado, en cuyo caso, el aparato comprende medios pa-  
ra coger el sujetador y para comunicar un movimiento  
de giro a un sujetador roscado; medios de entrada de  
energía giratorios; medios de acoplamiento deformables  
por torsión entre dichos medios para coger el sujeta-  
dor y dichos medios de entrada de energía giratorios  
15           para transmitir una energía de rotación a dichos me-  
dios para coger el sujetador; primeros medios percep-  
tores que responden al movimiento de dichos medios de  
entrada de energía de rotación para desarrollar una  
primera serie de señales representativa del despla-  
zamiento a rotación de dichos medios de entrada de  
20           energía de rotación; segundos medios perceptores que  
responden a dichos medios para coger el sujetador pa-  
ra desarrollar una segunda serie de señales represen-  
tativa del desplazamiento, por dichos medios de acopla-  
25           miento, de dichos medios para coger el sujetador; me-

414515



5 dios comparadores que responden a dichas primera y se-  
gunda señales para determinar la diferencia del núme-  
ro de señales entre dichas primera y segunda series  
de señales cuando está siendo transmitida energía de  
rotación por dichos medios de acoplamiento desde di-  
chos medios de entrada de energía de rotación a dichos  
medios para coger el sujetador, siendo dicha diferen-  
cia función de gradiente de par instantáneo del suje-  
tador; medios de circuito que responden a dichos me-  
10 dios comparadores para almacenar secuencialmente in-  
formación 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 caído hasta una proporción pre-  
15 determinada 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 energía por dichos medios de entrada de  
energía de rotación.

20 El invento puede proporcionar también un  
método de determinar la rigidez haciendo uso de medios  
de acoplamiento deformables para transmitir energía  
desde unos medios de entrada a unos medios de salida  
para comunicar un movimiento a un miembro, consistien-  
25 do el método en las operaciones de: generar una pri-

414515

7 JUN



5 mera serie de señales representativa del desplazamiento de dichos medios de entrada; generar una segunda serie de señales representativa del desplazamiento, por dichos medios de acoplamiento, de dichos medios de salida, y comparar dichas primera y segunda series de señales contando la diferencia del número de señales en dichas primera y segunda series de señales durante un número de referencia de señales consecutivas en dicha segunda serie de señales cuando está siendo transmitida energía por dichos medios de acoplamiento desde dichos medios de entrada a dichos medios de salida, siendo dicha diferencia función de la rigidez.

10 El invento puede proporcionar también un método de apretar un sujetador merced a unos medios de entrada de energía que accionan a unos medios para coger un sujetador a través de medios de acoplamiento deformables, consistiendo el método en las operaciones de: generar una primera serie de señales representativa del desplazamiento de dichos medios de entrada de energía; generar una segunda serie de señales representativa del desplazamiento por dichos medios de acoplamiento de dichos medios para coger el sujetador; comparar dichas primera y segunda series de señales contando la diferencia del número de señales en dichas primera y segunda series de las mismas

414515



5 durante un número de referencia de señales consecuti-  
vas en dicha segunda serie de señales cuando está sien-  
do transmitida energía por dichos medios de acoplamien-  
to desde dichos medios de entrada de energía a dichos  
medios para coger el sujetador, siendo dicha diferen-  
cia función de la rigidez instantánea de los medios  
de acoplamiento; almacenar secuencialmente informa-  
ción representativa de la rigidez máxima desarrolla-  
da durante el aprieto del sujetador y producir una se-  
10 ñal de control que controle dichos medios de entrada  
de energía cuando dicha rigidez instantánea ha descen-  
dido hasta una proporción predeterminada de la rigi-  
dez máxima desarrollada durante el aprieto del sujeta-  
dor.

15 Particular, pero no exclusivamente, el  
método puede emplearse para apretar un sujetador ros-  
cado merced a unos medios de entrada de energía de ro-  
tación que accionan unos medios para coger el sujeta-  
dor a través de medios de acoplamiento deformables por  
20 torsión, consistente el método en las operaciones de:  
generar una primera serie de señales representativa  
del desplazamiento a rotación de dichos medios de en-  
trada de energía de rotación; generar una segunda se-  
rie de señales representativa de un desplazamiento por  
25 dichos medios de acoplamiento de dichos medios para co-

414515

1 JUN 1954



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

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

La señal de control se utilizaría usualmente para detener los medios de entrada de energía; pero en algunas aplicaciones puede emplearse para man-



tener a los medios de entrada de energía con el fin de conservar el gradiente de par instantáneo en la proporción predeterminada antes citada del gradiente de par máximo.

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

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

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

20                    Si el extremo del árbol que tiene el desplazamiento angular  $\phi_2$  se conecta 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 giro que es seguido por el acoplamiento, y por tanto, por el sujetador, viene dado por:

25

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



414515

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

5 
$$\frac{dM}{d\phi_2} = k \left\{ \frac{d\phi_1}{dt} - \frac{d\phi_2}{dt} - 1 \right\} = k \left\{ \frac{w_1 - w_2}{w_2} \right\}$$

donde  $w_1$ ,  $w_2$  son las velocidades angulares de los dos extremos del árbol.

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

$$t_1 \propto 1/\omega_1, \quad t_2 \propto 1/\omega_2$$

y, por tanto,

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

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

20 
$$= k \left\{ \frac{d\phi_1}{d\phi_2} - 1 \right\}$$
 Alternativamente, la ecuación  $dM/d\phi_2 =$

Puede evaluarse empleando pequeños valores incrementales, como sigue:

25 
$$\frac{\Delta M}{\Delta \phi_2} = k \frac{\Delta \phi_1 - \Delta \phi_2}{\Delta \phi_2}$$



414515

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

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

Así, los medios determinadores del gradiente han de determinar  $\frac{t_2 - t_1}{t_1}$  respondiendo a los intervalos de tiempo entre impulsos producidos por los dos codificadores o han de determinar  $\frac{\Delta\phi_1 - \Delta\phi_2}{\Delta\phi_2}$ , simplemente contando el número de impulsos producidos por los dos codificadores o midiendo el número de impulsos extra producidos por el codificador en el extremo de entrada de par, mientras el codificador en el extremo del sujetador produce un número dado de impulsos, por ejemplo, 100.



414515

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

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

En la región I, el efecto de las rebabas e irregularidades en los filetes de rosca del sujetador debe ignorarse y, por tanto los medios determinadores del gradiente del aparato transmisor del par deben, ante todo, determinar o ser informados de que se ha dejado la región I y que se está apretando el sujetador en la región II. Convenientemente, la entrada en la región II se realiza mediante una medición de par derivada desde las señales del codificador. Normalmente, el gradiente de la característica será sustancialmente constante en la región II, es decir, la curva se aproximará a una línea recta; pero si la característica se curva en la región II, alcanzará un valor máximo, típico, A. Cuando el sujetador se aprieta más

414515



allá de la región II, se alcanza la región III, el gra-  
diente de la característica comienza a decrecer a me-  
dida que el sujetador empieza a deformarse y, por úl-  
timo, el sujetador podría fallar en el punto Y. El  
5 punto de transición X entre las regiones II y III pue-  
de ser el punto en que el gradiente se ha reducido en  
una cierta proporción del gradiente máximo en A. Es  
deseable que un sujetador pueda apretarse hasta el pun-  
to X y, por tanto, los medios determinadores del gra-  
10 diente deben ser capaces de determinar que se ha al-  
canzado la región II y luego deben ser capaces de de-  
terminar el gradiente instantáneo durante el apriete  
y comparar continuamente este último con el valor má-  
ximo A, para determinar cuando se ha alcanzado el pun-  
15 to X. Los medios determinadores del gradiente pueden  
ser cualquier circuito o circuitos lógicos adecuados  
que respondan a las señales recibidas desde esos dos  
codificadores. Cuando los medios determinadores del  
gradiente han detectado que se ha alcanzado el punto  
20 X, pueden emitir una orden de detención de modo que  
el operador cesará de apretar el sujetador. Alterna-  
tivamente, la orden de detención puede utilizarse pa-  
ra parar el motor de accionamiento u otros medios en  
forma automática.

25

A continuación se describirán dos formas



414515

de aparato, para apretar un sujetador roscado, de acuerdo con el invento, con referencia al resto de los dibujos adjuntos, en los que:

5 la fig. 2 es un alzado de la primera forma del aparato;

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

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

la fig. 5 es la curva derivada obtenida de la fig. 1, es decir, la curva de  $\frac{dM}{d\beta_2}$  representada en función de  $\beta_2$ , y

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

Refiriéndonos ahora a la fig. 2, en ella se muestra con 1 un sujetador roscado, y este sujetador está cogido por un accionador u otro útil 2 para hacer girar el sujetador y que tiene un árbol montado para rotación en un cojinete 3. El cojinete 3, junto con un cojinete 4 compañero soportan un árbol 5 que está acoplado a accionamiento con el útil 2 y que lleva un primer codificador incremental 6. El aparato incluye también otro cojinete 7 que soporta un árbol 8

20

25



414515

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

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



414515

número de señales, como antes se ha dicho, puede deter-  
minarse el gradiente de la curva par/ángulo de giro  
como se ha explicado en esta memoria y, por tanto, cuan-  
do el gradiente ha caído hasta un valor que indique  
5 que se ha alcanzado el punto X en la fig. 1, el opera-  
rio detendrá el motor 10. Las señales producidas por  
el funcionamiento de los codificadores 6 y 9 se alimen-  
tan a un dispositivo lógico que produce una señal de  
"parada" que informa al operario que debe detenerse el  
10 motor 10 , o podría utilizarse la señal de "parada"  
para detener automáticamente el motor. Alternativamen-  
te, en lugar de la señal producida por el dispositivo  
lógico, que es una señal de "parada", puede utilizarse  
ésta para retener al sujetador bajo una carga sustan-  
15 cialmente constante, en cuyo caso la señal podría ser  
una señal de control que impidiera que se suministra-  
ra energía de entrada adicional.

Refiriéndonos ahora a la fig. 3, el dis-  
positivo lógico se ilustra en forma de diagrama de blo-  
ques. Comenzando en la parte superior del diagrama las  
20 referencias 6 y 9 indican los dos codificadores. El co-  
dificador de la izquierda, es decir el más próximo al  
sujetador, emite impulsos  $\phi_2$  y el codificador de la de-  
recha, es decir, el más próximo al motor 10, emite im-  
25 pulsos  $\phi_1$ . Las dos corrientes de impulsos se suminis-

414515



tran a un circuito ilustrado por el bloque 20. Este cuenta el número de impulsos  $\phi_1$  y  $\phi_2$  o determina los intervalos de tiempo entre los impulsos de las corrientes respectivas de impulsos o computa el gradiente a partir de las velocidades angulares medidas. Una señal procedente del bloque 20 pasa al bloque 21, el cual es un circuito lógico que decide si se ha alcanzado la región II. Si la respuesta dada por el bloque 21 es afirmativa, la señal pasa al bloque 22, el cual es un circuito lógico que calcula una función del gradiente determinando en la forma antes mencionada  $\frac{\Delta\phi_1 - \Delta\phi_2}{\Delta\phi_2}$  o  $\frac{t_2 - t_1}{t_1}$ . Las señales de salida procedentes del bloque 22 pasan luego al bloque 23. Este es otro circuito lógico que compara la función gradiente con una función máxima almacenada previamente determinada por el bloque 22 y almacenada en un circuito indicado con el bloque 24. El bloque 23 da señales de salida afirmativas o negativas, dependiendo de si se ha alcanzado o no el punto X en la fig. 1. Si la señal de salida procedente del bloque 23 es afirmativa, ésta es la orden de mando antes citada y se detiene inmediatamente el apriete, como antes se ha dicho. Si la señal de salida procedente del bloque 23 es negativa, se alimenta una señal de vuelta al bloque 22 y el circuito del mismo sigue actualizando de manera continua

414515

L 1 JUN



la función gradiente y alimenta una señal de salida al bloque 23.

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

Los impulsos ( $\phi_1$ ) recibidos desde el codificador de entrada 9 en el extremo del motor del muelle 11 son dejados pasar de manera discriminada directamente a un registro 25 de residuo con la debida rela-



414515

ción al sentido de giro del rotor. La función del registro de residuo 25 es almacenar los impulsos  $\phi_1$ .

Los impulsos ( $\phi_2$ ) procedentes del codificador 6 en el extremo de salida o de sujetador del muelle 11 se controlan mediante un dispositivo de control 28 para determinar si el sujetador está girando en el sentido correcto y luego se utilizan para decrementar el registro 25 de residuo. Si el codificador 6 en el extremo del sujetador fuera hecho girar hacia atrás, se computa la cantidad de giro hacia atrás y debe restablecerse mediante un giro hacia delante igual, antes de que sean dejados pasar de manera discriminada cualesquiera impulsos  $\phi_2$  hasta el registro 25 de residuo. Tan pronto como un impulso  $\phi_2$  ha decrementado el registro 25 de residuo, se examina por tanto el valor representado. Si éste valor es mayor que cero ha habido más impulsos  $\phi_1$  que impulsos  $\phi_2$  y, como resultado, se deja pasar una señal a través de una puerta 29 hasta un registro de gradiente 26 y hasta el registro 27 de desplazamiento de la longitud de cuerda y también para decrementar el registro de residuo 25. El registro 27 de desplazamiento de la longitud de la cuerda es activado cada vez que recibe un impulso  $\phi_2$  dejado pasar por el dispositivo de control 28 como se indica por la flecha 30, y si el registro de desplazamiento 27 recibe también un impulso a través de la puerta 29, registra un "1" en su entrada. Si no recibe un impulso a través de la puerta

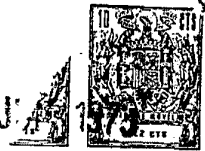


414515

29, registra un "0". Cada vez que la salida del registro de desplazamiento 27 registra un "1", disminuye al registro de gradiente en un impulso. Cuando la salida del registro de desplazamiento registra "0", no  
5 afecta al registro de gradiente. Así, cada vez que el registro de desplazamiento es operado a conexión por la producción de un impulso  $\phi_2$  en el sentido correcto, el registro de gradiente cambia merced a un impulso o no cambia, dependiendo de si existen "lecturas" posi-  
10 tivas en el registro de residuo 25 y de la salida del registro de desplazamiento 27. El registro 27 de desplazamiento de longitud de la cuerda tiene una característica o un ajuste tal que la lectura del registro de gradiente se toma sobre la longitud eficaz de la  
15 cuerda. La longitud de la cuerda debe ser suficiente para promediar el efecto de "ruido", que está constituido por señales indeseadas superpuestas sobre las señales básicas. Un ángulo de giro de  $1^\circ$  que corresponde, por ejemplo, a un impulso  $\phi_2$ , es demasiado pequeño para este fin. Se ha encontrado que  $20^\circ$  es un  
20 valor adecuado del ángulo de giro sobre el que ha de medirse el par; pero si las lecturas se tomaran sólo, por ejemplo, cada  $20^\circ$ , no podría seguirse la curva par/ ángulo de giro. Por tanto, las cuerdas, tales como  $a_1$   $b_1$  y  $a_2$   $b_2$  en la fig. 1 están solapadas y las  
25

414515

-1



medidas de  $\frac{\Delta M}{\Delta \phi_2}$  en una cuerda de 20° se toman en cada impulso  $\phi_2$ , es decir, cada 1° de giro. Cuando el registro de gradiente 26 está funcionando normalmente, la lectura indicada del registro de gradiente es  $\Delta M / \Delta \phi_2$  para el sujetador que se está ensayando. Las señales procedentes del medidor de gradiente 26 son alimentadas a la memoria de gradiente máximo, es decir, al bloque 24 y al comparador en el bloque 23 (véase fig. 3).

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

Debido a que el aparato, en su forma de aparato para apretar sujetadores, es esencialmente un medidor de gradiente, o de rigidez torsional, y puede



414515

comparar el gradiente de par instantáneo con el gradiente de par máximo, se superan las limitaciones de los sistemas existentes para controlar el apriete de sujetadores. Estos requieren un conocimiento previo  
5 relativamente exacto 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 sujeción máxima.

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

20 Utilizando una técnica análoga a la aplicada en la forma de aparato para apretar sujetadores del invento, el medidor antes citado de gradiente de par o de rigidez torsional puede convertirse en un medidor de rigidez lineal convirtiendo la rotación de  
25 salida de un movimiento lineal, por ejemplo con un con-



414515

vertidor giratorio a lineal tal como un dispositivo  
roscado o de cremallera y piñón. Alternativamente,  
pueden emplearse codificadores lineales y un muelle  
lineal, u otro elemento elástico linealmente, conec-  
5 tados entre los medios del árbol que lleva los codi-  
ficadores. De esta forma, el punto de deformación en  
un sistema lineal puede determinarse, de manera simi-  
lar a la determinación del punto de deformación en el  
sistema de torsión antes citado. Por tanto, por ejem-  
10 plo, el punto de deformación de probetas de tracción  
en una máquina de ensayo de alta tracción o en una  
máquina de ensayo a la fluencia, puede identificarse  
sin realizar mediciones de las longitudes calibradas  
y sin necesidad de medir por separado fuerza y despla-  
15 zamiento.

En lugar de utilizar el muelle helicoidal  
ll como medio de acoplamiento entre los árboles de en-  
trada y de salida, puede emplearse un muelle en espi-  
ral.

20 Alternativamente, el acoplamiento trans-  
misor del par puede ser una barra de torsión o un tu-  
bo conectado entre los medios de árbol de entrada y  
de salida o que tenga partes extremas que formen dichos  
medios de árbol de entrada y de salida. La barra o tu-  
25 bo de torsión puede ser metálica, de caucho, de plásti-

414515



co o puede ser una barra o tubo compuesto formado de cualesquiera estos materiales.

5 La fig. 6 muestra una forma alternativa del aparato que puede utilizarse en lugar del ilustrado en la fig. 2. En la fig. 2, el muelle 11 es hecho girar en torno a su eje geométrico longitudinal además de ser retorcido cuando el sujetador sigue la curva par/ángulo de giro representada en la fig. 1. En algunos casos, puede ser indeseable esto y en lugar de ello podría emplearse el aparato ilustrado en la 10 fig. 6, en el que un muelle helicoidal 31 giratorio transmite un par entre un árbol de entrada 32 accionado por un motor 33 y un árbol de salida 34 mediante el que está dispuesto para ser accionado un sujetador u otro miembro que ha de hacerse girar. El árbol 15 de entrada 32 está conectado a través de una caja de engranajes 35 que contiene un accionamiento de engranajes, representada con fines diagramáticos como un simple tren 36 de engranaje diferencial, al árbol de 20 salida 34. Cuando el árbol de entrada 32 está accionando al árbol de salida 34 a la misma velocidad, es decir, cuando es constante el par  $M$ , no habrá movimiento físico del tren de engranajes 36; pero cuando el árbol de entrada comienza a moverse más deprisa 25 que el árbol de salida, es decir, como en la región

414515

JUN.



II de la fig. 1, el tren de engranajes oscilará en torno al eje geométrico común de los árboles 32 y 34 y transmitirá el movimiento de oscilación al alojamiento de la caja de engranajes 35. Un extremo del muelle 31 está unido a una pared extrema 37 de la caja 35 que está montada para bascular en torno al eje geométrico común de los árboles 32 y 34 sobre un cojinete 42. El otro extremo del muelle está unido a otra placa de montaje fija 38 en la que está montado a rotación, de manera libre, en un cojinete 39 el árbol de salida 34. El árbol de entrada lleva un codificador incremental 40 equivalente al codificador 9 de la fig. 2, y el árbol de salida 34 lleva montado un codificador incremental 41, equivalente al codificador 6 de la fig. 2. Cuando se aproxima el punto X y existe un cambio en la velocidad de rotación diferencial entre los árboles de entrada y de salida, el muelle 31 transmitirá un par en forma similar al muelle 11 de la fig. 2; pero el muelle 31 no gira, sólo se retuerce y, por tanto, no ha de estar equilibrado dinámicamente. La desviación angular entre los árboles será medida por los codificadores 40 y 41 y sus señales serán transmitidas a través de y tratadas por los dispositivos lógicos ilustrados en las figs. 3 y 4 en la forma ya descrita. Otra ventaja de



414515

la disposición ilustrada en la fig. 6 es que la longitud axial del aparato puede reducirse debido a que la caja de engranajes 35 puede hacerse de corta longitud y estar alojada dentro del muelle 31, como se muestra. Asimismo, los codificadores pueden situarse dentro del muelle. Alternativamente, el codificador 40 puede situarse en el extremo de entrada de la caja de engranajes, como se ilustra, y de este modo puede utilizarse un codificador de baja resolución, mejorando por tanto la economía.

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

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

414515'



decir, una llave de la clase a la cual se aplica un par de entrada intermitentemente de manera escalonada, utilizando en lugar del muelle ll 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 anti-retorno para impedir el reenrollamiento del aparato entre los períodos durante los cuales se aplica el par de entrada.

10 La presente solicitud que corresponde a la presenta en Gran Bretaña, el día 9 de Mayo de 1972, bajo el número 21480/72, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

15

#### REIVINDICACIONES

20 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:

25 1ª.- Un dispositivo medidor de rigidez ca-

22.5.73



414515<sup>21 JUN</sup>

5 racterizado porque el medidor comprende medios de acoplamiento deformables dispuestos entre medios de salida y medios de entrada para transmitir energía desde los medios de entrada a los medios de salida, primeros  
medios perceptores que responden a los medios de entrada para emitir una primera serie de señales representativas del desplazamiento de los medios de entrada, segundos medios perceptores que responden a los medios de salida para emitir una segunda serie de señales representativas del desplazamiento por los medios de acoplamiento de los medios de salida, y medios comparadores que responden a la primera y a la segunda series de señales para determinar la diferencia del número de señales en la primera y en la segunda series de señales durante un número de referencia de señales consecutivas en la segunda serie de señales, cuando es transmitida energía por los medios de acoplamiento desde los medios de entrada a los medios de salida, siendo dicha diferencia función de la rigidez.

10  
15  
20 2ª.- Un dispositivo según la reivindicación 1ª, caracterizado porque incluye también medios de circuito que responden a los medios comparadores para almacenar secuencialmente información representativa de la rigidez máxima desarrollada hasta cualquier punto dado durante el accionamiento de un miembro

22.5.73

- 33 -

27 AGO 1975

414515

bro por los medios de salida.

3ª.- Un dispositivo según la reivindicación 2ª, que está previsto para determinar el gradiente de par y que se caracteriza porque los medios de salida están destinados a comunicar movimiento giratorio a un miembro, los medios de entrada están destinados a recibir energía de giro, los medios de acoplamiento son capaces de transmitir un par desde los medios de entrada a los medios de salida, los primeros medios perceptores responden a los medios de entrada, para emitir la primera serie de señales representativas del desplazamiento a rotación de los medios de entrada, los segundos medios perceptores responden a los medios de salida para emitir la segunda serie de señales representativas del desplazamiento a rotación por los medios de acoplamiento de los medios de salida, y los medios comparadores responden a la primera y a la segunda series de señales para determinar la diferencia entre el número de señales de la primera y de la segunda series de señales durante un número de referencia de señales consecutivas de la segunda serie de señales cuando es transmitida energía por los medios de acoplamiento desde los medios de entrada a los medios de salida, siendo dicha diferencia función del gradiente del par transmitido por los medios de acoplamiento.

4ª.- Un dispositivo según la reivindicación 3ª,

22-8-75

41451527



que es capaz de utilizarse como llave de torsión y que se caracteriza porque la entrada de un par a los medios de entrada cesa cuando dicha diferencia alcanza una proporción predeterminada de dicho gradiente máximo almacenado por los medios de circuito.

5

5ª.- Un dispositivo según la reivindicación 4ª, que es capaz de utilizarse como llave de torsión de la clase de impacto en la que se aplica una entrada de par intermitentemente en escalones, y que se caracteriza por que los medios de acoplamiento tienen una característica sustancialmente lineal, no elástica.

10

6ª.- Un dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 3ª a 5ª, caracterizado porque el miembro es un convertidor de rotación en lineal.

15

7ª.- Un dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque los medios comparadores incluyen medios de control que responden a señales seleccionadas de las segundas series y medios de cómputo para contar el número de referencia de la segunda serie de señales, siendo capaces los medios de control de activar los medios de cómputo para iniciar un cómputo del número de referencia de señales para cada una de las señales seleccionadas.

20

8ª.- Un dispositivo según la reivindicación 7ª, caracterizado porque cada señal de la segunda serie es una

25

414515

27



señal seleccionada, por lo que los medios de cómputo son activados para iniciar un cómputo del número de referencia de señales por cada señal de la segunda serie.

5 9ª.- Un dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 1ª a 4ª, caracterizado porque los medios de acoplamiento son sustancialmente elásticos linealmente.

10 10ª.- Un dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 1ª a 4ª, caracterizado porque los medios de acoplamiento tienen una característica sustancialmente lineal, no elástica.

15 11ª.- Un dispositivo según la reivindicación 3ª o la 4ª, caracterizado porque cada uno de los primeros y segundos medios protectores está constituido por un codificador incremental montado en los medios de entrada o salida respectivos y capaz de emitir un número preciso de impulsos equiespaciados durante una rotación completa de los respectivos medios de entrada o de salida.

20 12ª.- Un dispositivo medidor de rigidez.  
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.

22-8-75

- 36 -

414515

27 AGO



Esta Memoria consta de treinta y siete hojas  
escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 27 AGO. 1975

5

P.A.

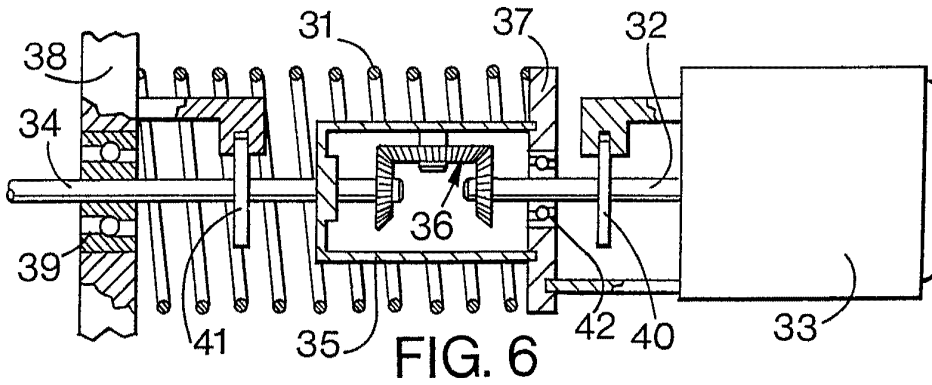
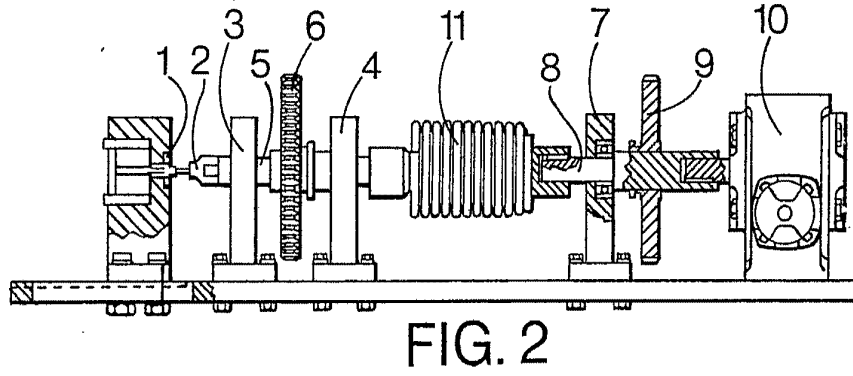
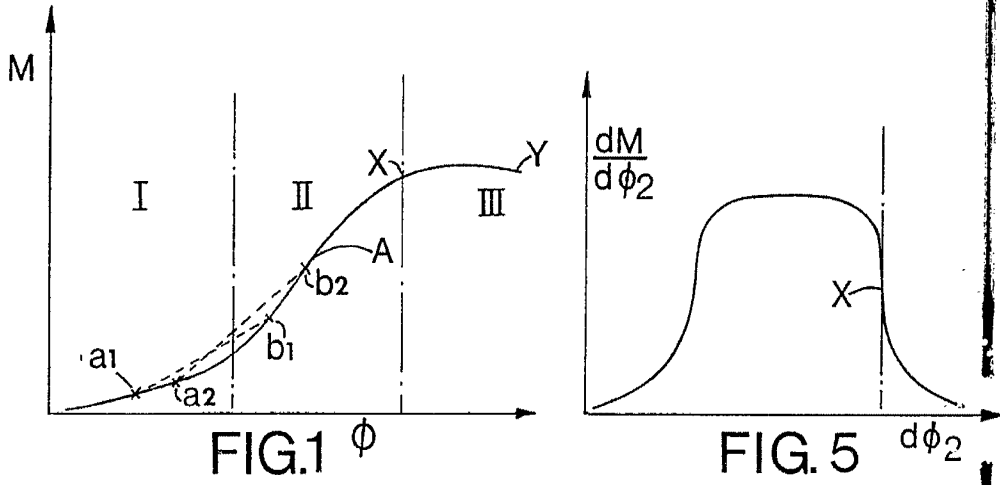
Alberto de Almagro  
Por Poder.

22-8-75  
jui

- 37 -



414515



Alberto de Eizaburu  
Per Padat

-1 JUN 1973

414515

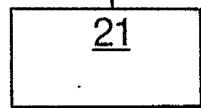
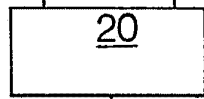
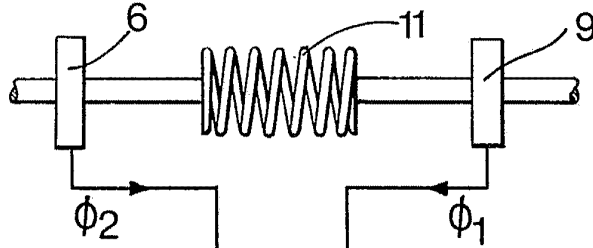


FIG. 3

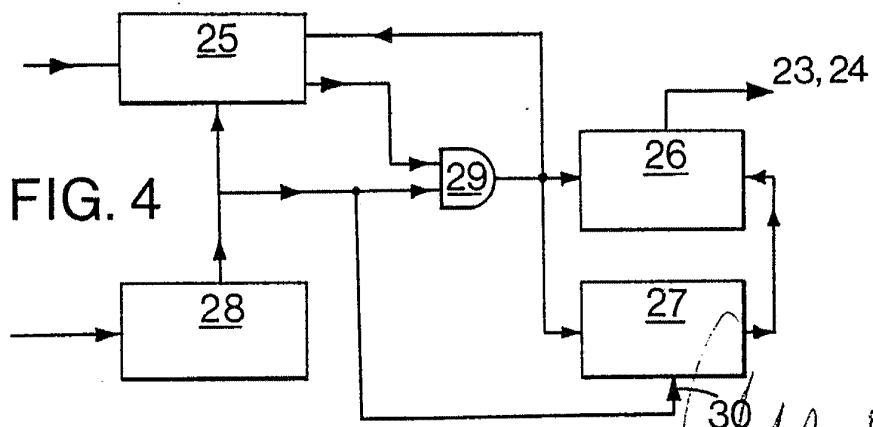
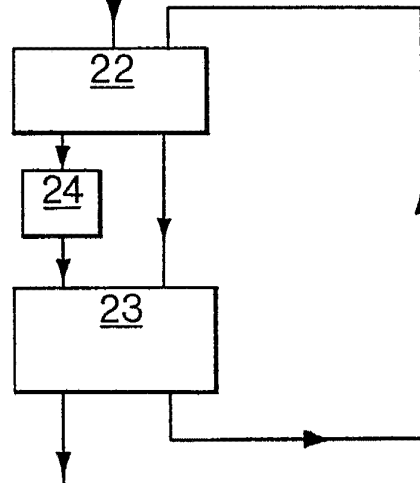


FIG. 4

Alberto de Elizabury  
Per Pedar