



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 280 010**

51 Int. Cl.:
B25B 21/02 (2006.01)
B25B 23/145 (2006.01)
B25B 23/147 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **04255128 .3**
86 Fecha de presentación : **26.08.2004**
87 Número de publicación de la solicitud: **1510294**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **02.03.2005**

54 Título: **Herramienta motorizada utilizada para apretar un tornillo o un perno.**

30 Prioridad: **26.08.2003 JP 2003-301899**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.09.2007

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.09.2007

73 Titular/es: **MATSUSHITA ELECTRIC WORKS, Ltd.**
1048, Oaza-Kadoma
Kadoma-shi, Osaka, JP

72 Inventor/es: **Kawai, Kozo y**
Sainomoto, Yoshinori

74 Agente: **Torner Lasalle, Nuria**

ES 2 280 010 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

ES 2 280 010 T3

DESCRIPCIÓN

Herramienta motorizada utilizada para apretar un tornillo o un perno.

5 La presente invención se refiere a una herramienta motorizada, tal como un atornillador por percusión o un aprieta-tornillos de percusión, usada para apretar un tornillo o un perno.

Por el documento EP 0264698 se conoce una herramienta motorizada según el preámbulo de la reivindicación 1.

10 Convencionalmente, una herramienta motorizada empleada para apretar un tornillo o un perno, y que utiliza la fuerza de un motor, tiene una función de paro automático del funcionamiento del motor cuando el par necesario para apretar el tornillo o el perno alcanza un valor predeterminado debido a que dicho tornillo o perno está completamente apretado.

15 En una primera herramienta motorizada convencional, tal como un aprieta-tornillos de percusión usado para apretar un perno, por ejemplo, ilustrado en la gaceta de publicación de la solicitud de Patente Japonesa 4-322974, se detecta un cierto número de impactos de un martillo y el accionamiento de un motor se para automáticamente cuando dicho número de impactos alcanza un número de referencia predeterminado.

20 En una segunda herramienta de percusión motorizada convencional, ilustrada en el folleto de publicación de la solicitud de Patente Japonesa 9-285974, se detecta un ángulo de rotación de un perno y el accionamiento de un motor se para cuando dicho ángulo de rotación alcanza un ángulo de referencia predeterminado.

25 En una tercera herramienta motorizada convencional, ilustrada en la gaceta de publicación de la solicitud de Patente Japonesa 6-91551, se detecta un par real necesario para apretar un perno y el accionamiento de un motor se para cuando el par real alcanza un valor de referencia predeterminado.

30 La primera herramienta de percusión motorizada convencional que para el accionamiento del motor en correspondencia con el número de impactos y la segunda herramienta de percusión motorizada convencional que para el accionamiento del motor en correspondencia con el ángulo de rotación, respectivamente, tienen la desventaja de que puede haber una gran diferencia entre un par adecuado y el par real para apretar el tornillo o el perno. Dicha diferencia produce un aflojamiento del tornillo o del perno debido a un par insuficiente cuando el par real es mucho menor que el par adecuado. Por el contrario, la diferencia ocasiona un daño a los elementos a sujetar mediante el tornillo o el perno, o bien daña la cabeza del tornillo o del perno debido a un par sobrado cuando el par real es mucho mayor que el par adecuado.

35 Por otra parte, la tercera herramienta de percusión motorizada convencional que para el accionamiento del motor en correspondencia con el par real para apretar el tornillo o el perno necesita prever un sensor en el eje motor a fin de detectar el par real, de modo que ocasiona el aumento de coste y el sobredimensionado de la herramienta de percusión motorizada, incluso aunque el paro automático del accionamiento del motor pueda ser controlado con precisión en correspondencia con el par real.

45 Para solucionar los problemas antes mencionados, en una cuarta herramienta de percusión motorizada convencional ilustrada en la gaceta de publicación de la solicitud de Patente Japonesa 2002-283248, se calcula un par para apretar el perno de acuerdo con la velocidad de rotación de un eje motor cuando se aplica un impacto al propio perno. Se juzga que el perno está completamente apretado cuando el par calculado aumenta repentinamente. El accionamiento del motor se para cuando el par calculado aumenta repentinamente.

50 En la cuarta herramienta de percusión motorizada convencional, hay la posibilidad de que el accionamiento del motor se pare antes que el perno esté completamente apretado, cuando el par aumenta temporalmente debido a una anomalía en la operación de apriete. Con el objeto de impedir el paro del accionamiento del motor antes que el perno esté completamente apretado, se define un par de referencia para juzgar la aparición de la anomalía, el cual es un poco mayor que el par más grande cuando el par aumenta temporalmente debido a la anomalía. Aún cuando el par calculado no haya sido igual o mayor que el par de referencia para juzgar la aparición de una anomalía, el accionamiento del motor continúa, de modo que puede ser obviada la aparición de disfunción en que el accionamiento del motor se para antes que el perno esté completamente apretado.

55 Como ejemplos de la causa de la anomalía en la operación de apriete, se pueden citar: una irregularidad en los filetes de rosca del perno, una ligera deformación de un miembro intercalado entre el perno y la tuerca, descentraje del perno o de la tuerca, fragmentos de polvo entre el perno y la tuerca, arrancado del revestimiento de una superficie de acabado del perno, levantamiento de un miembro intercalado entre el perno y la tuerca.

65 En la cuarta herramienta de percusión motorizada convencional es, sin embargo, difícil distinguir un aumento instantáneo del par aparecido en una variación del par debido a la anomalía en la operación de apriete del aumento del par debido a que el perno está completamente apretado, ya que la variación del par mientras el perno se aprieta es irregular correspondiendo a una combinación del perno y el objeto a sujetar. Así pues, hay una posibilidad de que el accionamiento del motor se pare antes que el perno esté completamente apretado.

ES 2 280 010 T3

Un propósito de la presente invención es aportar una herramienta motorizada destinada a apretar un tornillo o perno, mediante la cual el accionamiento de un motor puede ser parado justo cuando el tornillo o el perno está completamente apretado.

5 Una herramienta motorizada empleada para apretar un tornillo o un perno de acuerdo con un aspecto de la presente invención comprende: un motor; un controlador de motor destinado a controlar el inicio y el paro del accionamiento del motor; un transmisor de potencia para transmitir una fuerza de accionamiento del motor a una pieza operativa destinada a apretar o aflojar el tornillo o el perno; un calculador de par destinado a estimar un valor de un par para apretar el tornillo o el perno; y un evaluador de apriete para juzgar si el tornillo o el perno está completamente apretado o no.

10 El evaluador de apriete calcula una magnitud de variación de par ΔT que es una relación de variación del par T con respecto a un ángulo de rotación de un eje del motor o a un tiempo transcurrido, y una relación de variación de par $\Delta\Delta T$ que es una relación de la magnitud de variación de par ΔT con respecto al ángulo de rotación del eje del motor o un tiempo transcurrido. Posteriormente, el evaluador de apriete calcula además un índice de referencia usando la relación de variación de par $\Delta\Delta T$, que se usa para juzgar si un aumento del valor del par T es un aumento temporal causado por una anomalía en la operación de apriete o no. El evaluador de apriete juzga que la operación de apriete se haya completado al menos cuando la relación de variación de par $\Delta\Delta T$ se convierte sustancialmente en cero y el índice de referencia se vuelve igual o mayor que un valor umbral de la estimación de anomalía, y envía una señal al controlador de motor para parar el accionamiento del motor.

20 Específicamente, el evaluador de apriete puede juzgar que la operación de apriete se ha completado cuando la relación de variación de par $\Delta\Delta T$ se vuelve sustancialmente cero después que el índice de referencia se haya vuelto igual o mayor que el valor umbral de la estimación de anomalía.

25 Alternativamente, el evaluador de apriete puede juzgar que la operación de apriete se ha completado cuando el índice de referencia se vuelve igual o mayor que el valor umbral de la estimación de anomalía después que la relación de variación de par se haya vuelto sustancialmente cero.

30 Según tales configuraciones, es posible juzgar con seguridad si el aumento del par es producido por la anomalía o no, usando unas curvas de pico de la relación de variación de par $\Delta\Delta T$.

Además, el accionamiento del motor se para un poco antes que el par para apretar el tornillo o el perno se convierta en un valor máximo, lo cual resulta especialmente adecuado para apretar un tornillo o perno hecho de un material más blando o que el tornillo o el perno sea de un tamaño más pequeño sin dañar la cabeza del propio tornillo o perno.

35 Además, el evaluador de apriete puede juzgar que la operación de apriete se ha completado cuando el valor de la magnitud de variación de par $\Delta\Delta T$ se vuelve sustancialmente cero después que el valor del índice de referencia se haya vuelto igual o mayor que el valor umbral de la estimación de anomalía, primeramente, y que la relación de variación de par se haya vuelto sustancialmente cero.

40 Alternativamente, el evaluador de apriete puede juzgar que la operación de apriete se ha completado cuando el valor de la magnitud de variación de par se vuelve sustancialmente cero después que la relación de variación de par se haya vuelto sustancialmente cero, primeramente, y que el valor del índice de referencia se haya vuelto igual o mayor que el valor umbral de la estimación de anomalía.

45 De acuerdo con tales configuraciones, el accionamiento del motor se para cuando el par para apretar el tornillo o el perno se convierte en un valor sustancialmente máximo, lo cual resulta especialmente adecuado para apretar un tornillo o perno hecho de un material más duro o un tornillo de tamaño mayor o perno mayor que raramente se dañará.

50 Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es un diagrama de bloques que muestra una configuración de una herramienta de percusión motorizada, que constituye una realización de una herramienta motorizada empleada para apretar un tornillo o un perno de acuerdo con la presente invención;

55 la figura 2 es un gráfico que muestra un ejemplo de variaciones de par T , magnitud de variación de par ΔT y relación de variación de par $\Delta\Delta T$ en la operación de apriete;

60 la figura 3 es un gráfico que muestra una curva de pico ampliada S1 de la fig. 2;

la figura 4 es un gráfico que muestra unas diferencias entre características correspondientes a materiales o tamaños de pernos, bajo la presunción que la energía de impacto de un martillo es la misma;

65 la figura 5 es un organigrama que muestra una operación de apriete de la herramienta de percusión motorizada de la realización;

la figura 6 es un organigrama que muestra una modificación de la operación de apriete de la herramienta de percusión motorizada de la realización;

ES 2 280 010 T3

la figura 7 es un gráfico que muestra una relación entre un desplazamiento de un interruptor de disparo y una variación de voltaje salida del interruptor de disparo, y una relación entre una primera región y una segunda región en la herramienta de percusión motorizada de la realización;

5 las figuras 8A a 8C son unas vistas laterales en sección que ilustran esquemáticamente el desplazamiento del interruptor de disparo;

la figura 9 es una vista esquemática de un sensor de distancia usado en una modificación de la herramienta de percusión motorizada de la realización;

10 la figura 10 es un diagrama de bloques que muestra otra modificación de la herramientas de percusión motorizada de la realización;

15 la figura 11 es un diagrama de bloques que muestra otra modificación aún de la herramienta de percusión motorizada de la realización;

la figura 12 es un diagrama de bloques que muestra otra modificación todavía de la herramienta de percusión motorizada de la realización;

20 la figura 13 es un organigrama de otra modificación de la operación de apriete de la herramienta de percusión motorizada de la realización; y

la figura 14 es un organigrama de otra modificación aún de la operación de apriete de la herramienta de percusión motorizada de la realización.

25 **Descripción detallada de la realización**

Se describe una herramienta motorizada destinada a apretar un tornillo o un perno de acuerdo con una realización de la presente invención. La figura 1 muestra una configuración de una herramienta de percusión motorizada empleada para apretar un tornillo o un perno como ejemplo de la herramienta motorizada de la realización.

30 La herramienta de percusión motorizada comprende un motor 1 destinado a producir una fuerza motriz, y un transmisor de potencia 10 para transmitir la fuerza motriz del motor 1 a una pieza operativa 7 destinada a apretar o aflojar un tornillo o un perno (de aquí en adelante abreviado como un “perno”). El transmisor de fuerza 10 comprende, además, un reductor 2 para reducir la velocidad de rotación de un eje del motor 1 (en adelante abreviado como velocidad de rotación del motor 1), un eje motor 3 asociado con el reductor 2 y giratorio por la fuerza motriz del motor 1, un martillo 4 acoplado con el eje motor 3 por medio de un cojinete de ranuras, un elemento de tope 5 acoplado con el eje motor 3 con un mecanismo de embrague, y un muelle 6 destinado a aplicar una fuerza de presión al martillo 4 hacia el elemento de tope 5.

40 El martillo 4 se puede mover en una dirección axial del eje motor 3 por medio del cojinete de ranuras, y girar con el eje motor 3. El mecanismo de embrague está previsto entre el martillo 4 y el elemento de tope 5. Dicho martillo 4 es presionado contra el elemento de tope 5 por la fuerza presionadora del muelle 6 en un estado inicial. La pieza operativa 7 está ajustada de manera recambiable al elemento de tope 5. Así pues, dicha pieza 7 puede girar con el eje motor 3, el martillo 4 y el elemento de tope 5 por la fuerza motriz del motor 1.

50 En una cara superior del elemento de tope 5 y una cara inferior del martillo 4, por ejemplo, están formadas un par de caras de leva que sirven como mecanismo de leva. Por ejemplo, cuando el perno ha sido apretado y se para la rotación de la pieza operativa 5, la cara de leva del martillo 4 resbala sobre la cara de leva del elemento de tope 5 debido a la rotación con el eje motor 3 y el martillo 4 se desplaza en una dirección que se aparta del elemento de tope 5 a lo largo del eje motor 3 siguiendo la elevación de las caras de leva contra la fuerza presionadora del muelle 6. Cuando el martillo 4 efectúa, por ejemplo, una revolución sustancialmente, la restricción debida a las caras de leva es liberada súbitamente, de modo que el martillo 4 percute el elemento de tope 5 debido a una fuerza de presión cargada del muelle 6 mientras que el mismo gira con el eje motor 3. De esta manera, se puede aplicar una fuerza de apriete potente a la pieza operativa 7 a través del elemento de tope 5, ya que la masa del martillo 4 es mucho mayor que la del elemento de tope 5. Repitiendo la percusión del martillo 4 contra el elemento de tope 5 en la dirección de rotación, el perno puede ser apretado completamente con un par de apriete necesario.

60 El motor 1 es activado por un activador de motor 8 a fin de iniciar y parar la rotación del eje. El activador de motor 8 está conectado, además, a un controlador de motor 30, al que se introduce una señal correspondiente a un desplazamiento (profundidad de presión) de un interruptor de disparo 9. El controlador de motor 30 juzga la intención del usuario para iniciar o parar el accionamiento del motor 1 en correspondencia con la señal procedente del citado interruptor de disparo 9, y envía una señal de control al activador de motor 8 para iniciar o parar el accionamiento del motor 1.

65 El activador de motor 8 está constituido como un circuito de potencia análogo que usa un transistor de potencia, y así sucesivamente para proporcionar una gran corriente eléctrica al activador de motor 8 de manera estable. Hay una batería recargable 32 conectada al activador de motor 8 para suministrar una energía eléctrica al motor 1. Por otra

ES 2 280 010 T3

parte, el controlador de motor 30 está constituido, por ejemplo, por una CPU (unidad central de proceso), una ROM (memoria sólo lectura) y una RAM (memoria de acceso aleatorio) para generar las señales de control correspondientes a un programa de control.

5 La herramienta de percusión motorizada comprende, además, un sensor de impactos 11 destinado a detectar que el impacto del martillo 4 contra el elemento de tope 5 se lleva a cabo, un sensor de ángulo de rotación 12 para detectar el ángulo de rotación del elemento de tope 5, un elemento calculador del ángulo de rotación 13 destinado a calcular un ángulo de rotación Δr del elemento de tope 5 por un impacto del martillo 4 usando unas salidas del sensor de impactos 11 y del sensor de ángulo de rotación 12, y un calculador de par 14 destinado a calcular un par para apretar el perno
10 usando el ángulo de rotación Δr . Estos elementos constituyen unos medios para estimar el par para apretar el perno.

Específicamente, el sensor de impactos 11 es un micrófono 16 destinado a detectar el estampido del impacto generado cuando el martillo 4 impacta en el elemento de tope 5 como una variación de voltaje. El sensor de ángulo de rotación 12 es un codificador rotativo 19 constituido por un disco 17 giratorio con el elemento de tope 5 y que
15 tiene unas hendiduras y un foto-interruptor de transmisión 18 para detectar el ángulo de rotación del disco 17. De esta manera, el ángulo de rotación del elemento de tope 5 es detectado como unas señales de impulsos. El micrófono 16 y el codificador rotativo 19 están conectados respectivamente a un circuito conformador de formas de onda 20 a fin de ejecutar el proceso de filtraje, y las señales procesadas por dicho circuito conformador de formas de onda 20 son introducidas en el elemento calculador de ángulos de rotación 13.

20 Dicho elemento calculador de ángulos de rotación 13 calcula en serie la rotación de los ángulos Δr del elemento de tope 5 por un impacto del martillo 4, y el elemento de estimación de par 14 calcula en serie el par T para apretar el perno. Dado que el cálculo del par T se describe en detalle en la gaceta de publicación antes mencionada de la solicitud de Patente Japonesa 2002-283248, la descripción del cálculo del par T se simplifica. Dicho par T se calcula mediante
25 la siguiente ecuación que muestra la relación que la energía aplicada por el impacto es sustancialmente igual que la energía consumida en el apriete del perno.

$$T = (Jx\omega^2)/(2x\Delta r)$$

30 Sobre estas líneas, el símbolo T designa el par para apretar el perno, el símbolo J designa el momento de inercia del elemento de tope 5, y el símbolo ω designa la velocidad de rotación del elemento de tope 5 cuando se lleva a cabo el impacto del martillo 4.

35 Con respecto a la velocidad de rotación ω del elemento de tope 5, se puede conocer la velocidad de rotación del motor 1 según el voltaje de la batería recargable 32 y el rendimiento en el control de PWM (modulación de amplitud del impulso) mientras la corriente eléctrica es suministrada al motor 1, y se puede calcular un valor aproximado de la velocidad de rotación ω del elemento de tope 5 ejecutando una división de la velocidad de rotación del motor 1 por la relación de reducción K del reductor 2. Sustituyendo el ángulo de rotación Δr del elemento de tope 5 por un impacto
40 en la ecuación mencionada más arriba, se puede calcular el par estimado.

La herramienta de percusión motorizada comprende, además, un evaluador de apriete 21 que calcula una magnitud de variación de par ΔT y una relación de variación de par $\Delta\Delta T$ a partir del par estimado T calculado por el elemento
45 estimador de par 14 y juzga si la operación de apriete del perno se ha completado o no. La magnitud de variación de par ΔT corresponde a una relación de la variación del par T para apretar el perno con respecto al ángulo de rotación del eje del motor 1 o tiempo transcurrido. La relación de variación de par $\Delta\Delta T$ corresponde a una relación de la variación de la magnitud de variación de par ΔT con respecto al ángulo de rotación del motor 1 o tiempo transcurrido.

50 Para obtener la magnitud de variación de par ΔT y la relación de variación de par $\Delta\Delta T$, es posible calcular simplemente una diferencia entre un valor calculado actualmente y un valor calculado previamente. Sin embargo, es preferible calcular una diferencia entre un valor medio escogido entre un primer número predeterminado de valores del par estimado T y la magnitud de variación de par ΔT y otro valor medio escogido entre un segundo número predeterminado de valores de ellos, con el objeto de comprender las variaciones del par T o la magnitud de variación de par ΔT en su totalidad. Específicamente, la magnitud de variación de par ΔT es una diferencia entre un valor medio
55 escogido entre cuatro valores del par estimado T y otro valor medio escogido entre dieciséis valores del par estimado T. De manera similar, la relación de variación de par $\Delta\Delta T$ es una diferencia entre un valor medio escogido entre ocho valores de la magnitud de variación de par ΔT .

60 El evaluador de apriete 21 calcula la magnitud de variación de par arriba mencionada ΔT y la relación de variación de par $\Delta\Delta T$.

Además, el evaluador de apriete 21 juzga que la operación de apriete se haya completado al menos cuando un número del impacto del martillo 4 ocurrido en un período en que las relaciones de variación de par $\Delta\Delta T$ toman continuamente valores positivos se vuelve mayor que un valor umbral predeterminado de estimación de anomalías y la
65 relación de variación de par $\Delta\Delta T$ se vuelve sustancialmente cero. Cuando el evaluador de apriete 21 juzga que la operación de apriete se ha completado, dicho evaluador de apriete envía una señal al controlador del motor 30 indicando que el perno ha sido apretado completamente. El controlador del motor 30 envía una señal de control al activador de motor 8 para que pare el accionamiento del motor cuando aquél recibe la señal del evaluador de apriete 21.

ES 2 280 010 T3

La figura 2 ilustra un ejemplo de las variaciones del par T, la magnitud de variación de par ΔT y la relación de variación de par $\Delta\Delta T$ en la operación de apriete del perno. Como puede verse en dicha figura 2, aparece un pico P3 en una curva designada con un símbolo T que muestra la variación del par T, después que el perno haya sido apretado completamente. Una curva pico S3 designada con un símbolo $\Delta\Delta T$ que muestra la variación de la relación de variación de par $\Delta\Delta T$ aparece un poco antes de la aparición del pico P3. Es posible juzgar que el perno ha sido apretado completamente cuando aparece la curva pico S3. En general, los picos P1, P2 y sucesivos aparecen en la curva T debido a las anomalías antes mencionadas en la operación de apriete del perno, y las curvas de pico S1, S2 y sucesivas aparecen también en correspondencia. La aparición de las curvas de pico S1, S2 y sucesivas produce una disfunción en que el accionamiento del motor 1 ha sido detenida antes que el perno esté completamente apretado.

En esta realización, se nota que los valores pico de las curvas pico S1 y S2 debidos a las anomalías son más bajos que los de la curva pico S3 debido a que el perno está completamente apretado, de modo que el número del impacto del martillo 4 (N11-N10) y N21-N20 ocurrieron debido a la anomalía en períodos en los que las relaciones de variación de par $\Delta\Delta T$ que continuamente toman valores positivos es menor que el número del impacto del martillo 4 (N31-N30) debido a que el perno está completamente apretado. El valor umbral predeterminado arriba mencionado de estimación de anomalías está definido para ser mayor que el valor del impacto del martillo 4 debido a la anomalía y menor que aquel debido a que el perno está completamente apretado. De esta manera, es posible parar con seguridad el activador del motor cuando el par para apretar el perno aumenta debido a que el perno ha sido apretado completamente sin un mal funcionamiento causado por el aumento del par debido a la anomalía.

El evaluador de apriete 21 emplea el número del impacto del martillo 4 en el período en que las relaciones de variación de par $\Delta\Delta T$ toman continuamente valores positivos como índice de referencia para juzgar si el aumento del par T para apretar el perno es causado por la anomalía o no. Dado que el valor de acuerdo con la relación de variación de par $\Delta\Delta T$ se adopta como índice de referencia, la causa del aumento del par para apretar el perno puede ser estimado con precisión usando las curvas pico S1, S2, S3... de la relación de variación de par $\Delta\Delta T$. El índice de referencia no está limitado al número del impacto del martillo 4. Es posible usar el espacio de tiempo del período en que las relaciones de variación de par $\Delta\Delta T$ toman continuamente valores positivos como índice de referencia.

Además, el valor umbral de la estimación de anomalía no se define necesariamente como un valor predeterminado. Es posible definir un valor calculado a partir de un valor máximo de la relación de variación de par $\Delta\Delta T_{MAX}$ como valor umbral de la estimación de anomalía. La figura 3 ilustra un ejemplo de valores específicos de la relación de variación de par $\Delta\Delta T$ y el número de impacto del martillo 4 con respecto a la curva pico S1. Por ejemplo, el valor umbral de la estimación de anomalía se puede calcular como un valor en proporción al valor máximo de la relación de variación de par $\Delta\Delta T_{MAX}$ ($\Delta\Delta T_{MAX}XC1$ (valor constante). En este caso, el valor $\Delta\Delta T103$ corresponde al valor máximo de la relación de variación de par $\Delta\Delta T_{MAX}$ en el caso ilustrado en la figura 3, de modo que el valor umbral de la estimación de anomalía se calcula como $\Delta\Delta T103XC1$. El valor umbral calculado de la estimación de anomalía ($\Delta\Delta T103XC1$) se compara con el número de impacto del martillo 4 (N11-N10) como índice de referencia. Cuando $(N11-N10) > (\Delta\Delta T103XC1)$, el evaluador de apriete 21 juzga que la operación de apriete del perno ha sido completada. Alternativamente, cuando $(N11-N10) \leq (\Delta\Delta T103XC1)$, el evaluador de apriete 21 juzga que el par ha sido aumentado debido a una anomalía temporal. Mediante tal configuración, incluso cuando aparece instantáneamente una gran relación de variación de par $\Delta\Delta T$ debido a una anomalía, el número de impacto del martillo 4 es menor (o el período de tiempo de la curva pico es más corto) en proporción a la intensidad de la relación de variación de par $\Delta\Delta T$. Así pues, es posible juzgar si el aumento de la relación de variación de par $\Delta\Delta T$ es producida por una anomalía, de modo que se pueda prevenir la disfunción en que el activador del motor 1 ha sido parado antes que el perno esté completamente apretado.

Alternativamente, es posible adoptar una suma $\Sigma(\Delta\Delta T)$ de valores de relaciones de variación de par $\Delta\Delta T$ ocurridas en cada impacto del martillo 4 en un período en que las relaciones de variación de par $\Delta\Delta T$ toman valores positivos como índice de referencia. Se ha notado que la suma $\Sigma(\Delta\Delta T)$ de valores de las relaciones de variación de par $\Delta\Delta T$ ocurridas en cada impacto del martillo 4 en el período en que las relaciones de variación de par $\Delta\Delta T$ toman valores positivos debido a la anomalía, se vuelve menor que la debida a que el perno está completamente apretado, dado que los valores pico de las curvas pico S1 y S2 debidos a la anomalía son más bajos que los de la curva pico S3 debido a que el perno está completamente apretado. En este caso, el valor umbral de la estimación de anomalía se define para ser mayor que la suma $\Sigma(\Delta\Delta T)$ de valores de relaciones de variación de par $\Delta\Delta T$ debido a que el perno está completamente apretado. Así, es posible parar el accionamiento del motor 1 justo cuando el perno está completamente apretado sin disfunción cuando la relación de variación de par $\Delta\Delta T$ aumenta debido a la anomalía. En el caso ilustrado en la figura 3, que ilustra ampliamente la curva pico S1, la suma $\Sigma(\Delta\Delta T) = \Delta\Delta T10 + \Delta\Delta T101 + \Delta\Delta T102 + \dots + \Delta\Delta T11$. El índice de referencia no se limita a la suma $\Sigma(\Delta\Delta T)$ de valores de las relaciones de variación de par $\Delta\Delta T$ ocurridas en cada impacto del martillo 4 en el período en que las relaciones de variación de par $\Delta\Delta T$ toman valores positivos. Es posible usar un valor de integración de la relación de variación de par $\Delta\Delta T$ en el período en que las relaciones de variación de par $\Delta\Delta T$ toman continuamente valores positivos como índice de referencia.

En este caso, el valor umbral de la estimación de anomalía no se define necesariamente como un valor predeterminado. Es posible definir un valor calculado a partir de un valor máximo de la relación de variación de par $\Delta\Delta T_{MAX}$ como el valor umbral de estimación de anomalía. Por ejemplo, cuando el valor umbral de la estimación de anomalía se puede calcular como un valor en proporción al valor máximo de la relación de variación de par $\Delta\Delta T_{MAX}$ ($\Delta\Delta T_{MAX}XC2$ (valor constante)), el valor umbral de la estimación de anomalía se calcula como $\Delta\Delta T103XC2$. El valor umbral calculado de estimación de anomalía ($\Delta\Delta T103XC2$) se compara con la suma $\Sigma(\Delta\Delta T)$ como el índice de referencia. Cuando

ES 2 280 010 T3

$\Sigma(\Delta\Delta T) > (\Delta\Delta T103X2)$, el evaluador de apriete 21 juzga que la operación de apriete del perno ha sido completada. Por el contrario, cuando $\Sigma(\Delta\Delta T) \leq (\Delta\Delta T103XC2)$, el evaluador de apriete 21 juzga que el par ha sido aumentado debido a una anomalía temporal. Mediante tal configuración, incluso cuando aparece instantáneamente una gran relación de variación de par $\Delta\Delta T$ debida a la anomalía, la suma $\Sigma(\Delta\Delta T)$ de la relación de variación de par $\Delta\Delta T$ ocurrida en cada impacto del martillo 4 es menor en proporción a la intensidad de la relación de variación de par $\Delta\Delta T$. Así pues, es posible juzgar que un aumento de la relación de variación de par $\Delta\Delta T$ es causada por la anomalía, de modo que se puede prevenir la disfunción en que el accionamiento del motor 1 se para antes que el perno esté completamente apretado.

Aún más, es posible definir el valor umbral de estimación de anomalía como un valor calculado a partir de un valor inicial del par T en la operación de apriete del perno. La figura 14 ilustra unas diferencias entre características correspondientes a los materiales o a los tamaños de los pernos, bajo la suposición de que la energía del impacto del martillo 4 sea la misma. Como puede verse por la figura 4, cuando el material del perno es más duro, el par T para apretar el perno por un impacto del martillo 4 se vuelve mayor. Contrariamente, cuando el material del perno es más blando o el tamaño del perno es menor, el par T para apretar el perno por un impacto del martillo 4 se vuelve menor. Dado que tal tendencia va del inicio a la terminación de la operación de impacto del martillo, se observa que el par T para apretar el perno se vuelve totalmente menor, y la magnitud de variación de par ΔT y la relación de variación de par $\Delta\Delta T$ se vuelven además enteramente menores cuando el par T está en el estado inicial de la operación del impacto del martillo 4. Así pues, es posible juzgar que el perno ha sido completamente apretado, sin juicio erróneo causado por el aumento del par debido a la anomalía sin una relación con la clases de pernos, cuando el valor umbral de estimación de anomalía se define para ser un valor en proporción a un valor medio de los valores estimados del par T en varias veces del impacto desde el inicio de la operación de apriete del perno.

Aún más, es posible usar el valor de la misma relación de variación de par $\Delta\Delta T$ como índice de referencia, y definir el valor umbral de estimación de anomalía como un valor calculado a partir del valor del par T en el estado inicial de la operación de apriete del perno. Se notó que el par T, la magnitud de variación de par ΔT y la relación de variación de par $\Delta\Delta T$ se vuelven además totalmente menores cuando el par T está en el estado inicial de la operación de apriete del perno. Así pues, es posible juzgar que el perno ha sido completamente apretado, sin juicio erróneo producido por el aumento del par debido a la anomalía sin una ninguna relación con los tipos de pernos, cuando el valor umbral de la estimación de anomalía se define para ser un valor en proporción a un valor medio de los valores estimados del par T en varias veces del impacto desde el inicio de la operación de apriete del perno.

A continuación se describe la operación de apriete de la herramienta de percusión motorizada. La figura 5 ilustra un proceso básico de la operación de apriete del perno de esta realización, en la que la operación de apriete del perno se completa cuando el valor del índice de referencia se vuelve mayor que el valor umbral de la estimación de anomalía después que el valor de la relación de variación de par $\Delta\Delta T$ se vuelve sustancialmente cero.

Cuando el usuario acciona el interruptor de disparo 9, el controlador de motor 30 emite una señal de control para iniciar el accionamiento del motor 1 a fin de apretar el perno. El sensor de impactos 11 empieza a detectar la aparición del impacto del martillo 4 (S1). Cuando el sensor de impactos 11 detecta la aparición del impacto (S1 en S2), el elemento calculador de ángulos de rotación 13 calcula el ángulo de rotación Δr del elemento de tope 5 mientras el martillo 4 percute sobre el elemento de tope 5 (S3). El elemento calculador de ángulos 13 calcula, además, la velocidad de rotación ω del elemento de tope 5 a la aparición del impacto (S4). Cuando se han calculado el ángulo de rotación Δr y la velocidad de rotación ω , el elemento estimador de par 14 calcula el par T de acuerdo con la ecuación antes mencionada (S5). El evaluador de apriete 21 calcula la magnitud de variación de par Δt y la relación de variación de par $\Delta\Delta T$ (S6 y S7). A continuación, el evaluador de apriete 21 juzga si el valor de la relación de variación de par $\Delta\Delta T$ ha pasado de positivo a negativo o no (S8). Cuando el valor de la relación de variación de par $\Delta\Delta T$ ha pasado de positivo a negativo, es decir, el valor de la relación de variación de par $\Delta\Delta T$ se ha vuelto sustancialmente cero, el evaluador de apriete 21 estima, además, si el valor del índice de referencia se vuelve igual o mayor que el valor umbral de la estimación de anomalía o no (S9). Cuando el valor del índice de referencia no es igual o mayor que el valor umbral de la estimación de anomalía, el evaluador de apriete 21 estima que el aumento del par T es debido a la anomalía, y vuelve a la etapa S1. Por el contrario, cuando el valor del índice de referencia se vuelve igual o mayor que el valor umbral de la estimación de anomalía, el evaluador de apriete 21 estima que el aumento del par T es debido a que el perno ha sido completamente apretado, y ejecuta el proceso de paro para parar la actuación del motor 1 (S10).

Con referencia a la figura 2, la actuación del motor 1 se para cuando la relación de variación de par $\Delta\Delta T$ se vuelve sustancialmente cero, lo cual se designa mediante un símbolo N31. El pico P3 del par T, sin embargo, aparece después que la relación de variación de par $\Delta\Delta T$ se vuelve sustancialmente cero, lo cual se designa con, por ejemplo, un símbolo N32. En otras palabras, la operación de apriete del perno ha sido completada un poco antes que el par T para apretar el perno tome el valor máximo. Así pues, este ejemplo, es adecuado para el perno hecho de un material blando o un perno más pequeño, que se podría dañar fácilmente con un par superfluo en la operación de apriete.

A continuación se describe una operación modificada de la herramienta de percusión motorizada. La figura 6 ilustra un proceso modificado de la operación de detección de impacto de esta realización, en que la operación de apriete del perno se completa cuando el valor de la magnitud de variación de par ΔT se vuelve sustancialmente cero después que la relación de variación de par $\Delta\Delta T$ se ha vuelto sustancialmente cero, primeramente, y el valor del índice de referencia se ha vuelto igual o mayor que el valor umbral de estimación de anomalía. En el proceso ilustrado en dicha figura 6, las etapas S11 a S17 son sustancialmente las mismas que las etapas S1 a S7 del proceso ilustrado en la figura 5, de modo que se omitirá la descripción de las mismas.

ES 2 280 010 T3

Después que el evaluador de apriete 21 haya calculado la magnitud de variación de par ΔT y la relación de variación de par $\Delta\Delta T$ (S16 y S17), el evaluador de apriete 21 juzga si el valor de la relación de variación de par $\Delta\Delta T$ ha pasado de positivo a negativo o no (S19). Cuando el valor de la relación de variación de par $\Delta\Delta T$ ha pasado de positivo a negativo, el evaluador de apriete 21 juzga, además, si el valor del índice de referencia se vuelve igual o mayor que el valor umbral de estimación de anomalía o no (S20). Cuando el valor del índice de referencia no es igual o mayor que el valor umbral de estimación de anomalía, el evaluador de apriete 21 estima que el aumento del par T es debido a la anomalía, y vuelve a la etapa S11. Por el contrario, cuando el valor del índice de referencia es igual a o mayor que el valor umbral de estimación de anomalía, el evaluador de apriete 21 estima que el aumento del par T es debido a que el perno ha sido apretado prácticamente por completo, conecta el indicador de paro para ejecutar el proceso de paro (S21), y vuelve a la etapa S11.

Cuando el proceso vuelve a la etapa S11, las etapas S12 a S18 son ejecutadas nuevamente. En el segundo acceso a la etapa S18, dado que el símbolo indicador ha sido conectado, el evaluador de apriete 21 juzga si el valor de la magnitud de variación de par ΔT ha pasado de positivo a negativo o no (S22). Cuando el valor de la magnitud de variación de par ΔT ha pasado de positivo a negativo, el evaluador de apriete 21 juzga que el aumento del par T es debido a que el perno ha sido completamente apretado, y ejecuta la operación de paro de la actuación del motor 1 (S23). Por el contrario, cuando el valor de la magnitud de variación de par ΔT no ha cambiado de positivo a negativo, el evaluador de apriete 21 estima que el perno no ha sido completamente apretado, y vuelve a la etapa S11 para repetir los procesos antes mencionados.

En el último caso, el motor 1 vuelve a actuar después que la relación de variación de par $\Delta\Delta T$ se vuelve sustancialmente cero, a fin de que el perno pueda ser apretado con el valor sustancialmente máximo del par. Así pues, esta modificación es adecuada para los pernos de material más duro o para pernos mayores, los cuales raramente son dañados por el par superfluo en la operación de apriete.

Los dos tipos antes mencionados de control de apriete se pueden cambiar mediante intervención del usuario (la operación del cambio no se ilustra), de modo que es posible llevar a cabo la operación de apriete correspondiente a las características del objeto a sujetar. Alternativamente, es posible cambiar los dos tipos antes mencionados de control de apriete automáticamente en correspondencia con el valor del par T cuando la relación de variación de par $\Delta\Delta T$ se vuelve sustancialmente cero. Específicamente, el evaluador de apriete 21 estima si el valor del par T es mayor que un valor de referencia predeterminado o no cuando la relación de variación de par $\Delta\Delta T$ se vuelve sustancialmente cero. Cuando el valor del par T no es mayor que el valor de referencia predeterminado, el evaluador de apriete 21 estima que la operación de apriete de un perno hecho de un material más blando o más pequeño ha sido completada, y el controlador de motor 30 envía una señal de control al activador de motor 8 para que pare la actuación del motor 1. Por el contrario, cuando el valor del par T es mayor que el valor de referencia predeterminado, el evaluador de apriete 21 juzga, además, si la magnitud de variación de par ΔT se vuelve cero o no. Cuando la magnitud de variación de par ΔT se vuelve cero, el evaluador de apriete 21 estima que la operación de apriete de un perno hecho de un material más duro o un perno mayor ha sido completada, y el controlador de motor 30 envía una señal de control al activador de motor 8 para que pare el accionamiento del motor 1.

Seguidamente, se describe una modificación de la herramienta de percusión motorizada de esta realización. Es posible que el controlador de motor 30 y el activador de 8 sirvan como un controlador automático de velocidad destinado a ajustar la velocidad de rotación del motor 1 en correspondencia con el par T para apretar el perno en el estado inicial de la operación de apriete. Por ejemplo, el controlador de motor 30 compara un valor medio de los valores estimados del par T en varias veces del impacto del martillo 4 desde el inicio de la operación de apriete con un valor de referencia predeterminado. Cuando el valor medio del par T es menor que el valor de referencia, el controlador de motor 30 juzga que el perno de un material más blando o de un tamaño más pequeño ha sido apretado, y envía una señal al activador de motor 8 para que reduzca la velocidad de rotación del motor 1. Así pues, es posible reducir la energía del impacto mediante reducción de la velocidad de rotación del motor 1 cuando el perno hecho de un material más blando o un perno más pequeño, que podría ser dañado fácilmente, está apretado.

Dado que se reduce la energía del impacto, el número de los impactos necesario para completar el apriete del perno aumenta, así como la cantidad de datos usados en el evaluador de apriete 21 para juzgar que el perno está completamente apretado. Así pues, resulta fácil juzgar con precisión la terminación del apriete del perno. Además, es preferible que la señal de control emitida desde el controlador de motor 30 haga que la velocidad de rotación del motor 1 sea más lenta en correspondencia con el grado del valor del par T en el estado inicial. Específicamente, el valor deseado V_D de velocidad de rotación del motor 1 ha de estar en proporción con el valor medio V_M de los valores estimados del par T en varios números de impactos desde el inicio de la operación de impactos. El valor V_D se calcula, por ejemplo, mediante la siguiente ecuación.

$$V_D = V_N \times V_M \times C3$$

Sobre estas líneas, el símbolo V_N designa la velocidad actual de rotación del motor 1, y el símbolo C3 designa una constante. Cuando el valor deseado V_D se vuelve mayor que la velocidad actual de rotación V_N , es decir, cuando la velocidad de rotación del motor 1 es necesario que sea aumentada, la velocidad de rotación del motor 1 debe mantenerse como ($V_D = V_N$). Mediante tal configuración, el grado de reducción de la velocidad de rotación del motor

ES 2 280 010 T3

1 puede hacerse mínima, a fin de evitar la gran duración de tiempo de trabajo de la operación de apriete debido a la reducción de la velocidad de rotación del motor 1.

5 En otras palabras, el controlador de motor 30 y el activador de motor 8 sirviendo como controlador automático de velocidad controla el motor 1 de manera que cuanto más pequeño es el par en el estado inicial de la operación de apriete, más lenta se vuelve la velocidad de rotación del motor 1.

10 En las figuras 7 y 8A a 8C se describe otra modificación de la herramienta de percusión motorizada de esta realización. Como se ilustra en la figura 7, una carrera del interruptor de disparo 9 está dividida en una primera región y una segunda región a fin de asegurar la operación de apriete del perno. En la primera región de la carrera del interruptor de disparo 9, se restringe la salida de la señal de control para descender el accionamiento del motor 1, y en la segunda región de la carrera del interruptor de disparo 9, se permite la salida de la señal de control para descender el accionamiento del motor 1, incluso cuando el evaluador de apriete 21 juzga que el perno ha sido completamente apretado.

15 Como muestran las figuras 8A a 8C, el interruptor de disparo 9 está conectado a un resistor variable 22 para que el desplazamiento del interruptor de disparo 9 se convierta en la variación del voltaje. Una sección del punto A al punto C de la figura 7 es una tolerancia mecánica, en la que la energía eléctrica no se suministra al motor 1. Una sección del punto C al punto D de la figura 7 es una región de control de velocidad, en la que la velocidad de rotación del motor 1 es aumentada en correspondencia con el aumento del desplazamiento del interruptor de disparo 9. Una sección del punto D al punto B de la figura 7 es una región de velocidad constante, en la que la velocidad de rotación del motor 1 se mantiene a la máxima velocidad. Los límites entre la primera región y la segunda región se seleccionan en un punto E en la sección del punto D al punto B. La primera región está definida como el lado izquierdo del punto E, en que el desplazamiento del interruptor de disparo 9 es menor que un valor predeterminado en el punto E. La segunda región está definida como el lado derecho del punto E, en que el desplazamiento del interruptor de disparo 9 es igual o mayor que un valor predeterminado en el punto E.

30 En consecuencia, el usuario puede llevar a cabo la operación de apriete del perno con el ajuste de la velocidad de rotación del motor 1 en la primera región que incluye la región de control de velocidad hasta que el usuario confirma que el perno está apretado mediante una observación visual. A continuación, el usuario puede continuar la operación de apriete pulsando el interruptor de disparo 9 en la segunda región después de observar que el perno está en un estado justo antes que el mismo se haya apretado completamente. Mediante esta configuración, la operación de apriete del perno se puede completar con seguridad sin parar el accionamiento del motor antes que el perno esté completamente apretado, incluso cuando el evaluador de apriete 21 haya juzgado erróneamente que el perno ha sido completamente apretado debido a una anomalía. Está previsto un mecanismo de clic 23 para que el usuario perciba cuando el interruptor de disparo 9 alcanza el punto E, a fin de que el propio usuario pueda reconocer fácilmente la transición de la primera región a la segunda región.

40 Con referencia a la figura 9, se describe otra modificación aún de la herramienta de percusión motorizada de esta realización. Es posible usar un detector de distancia 24 para detectar una distancia a una cara de un objeto 27 a sujetar mediante el perno. El sensor de distancia 24 consta de un dispositivo emisor de luz 25 y un dispositivo fotodetector 26. Un rayo de luz emitido desde el dispositivo emisor de luz 25 es enfocado sobre el objeto 27 mediante una lente (no representada), y un rayo reflejado desde el objeto 27 es recibido por el dispositivo fotodetector 26, de modo que se puede detectar la distancia al objeto 27 desde el sensor de distancia 24. Dicho sensor de distancia 24 compara un resultado de medición de una distancia al objeto 27 con una distancia de referencia predeterminada, y emite una señal de detección cuando el resultado de la medición es más corto que la distancia de referencia.

50 El sensor de distancia 24 está previsto en una parte estática de la herramienta de percusión motorizada en la proximidad de la pieza operativa 7. Por ejemplo, se define como distancia de referencia, una distancia que sea un poco más larga que una distancia del sensor de distancia 24 a una superficie del objeto 27 cuando el perno está completamente apretado. Así pues, la señal de detección se puede emitir desde el sensor de distancia 24 justo antes que el perno esté realmente apretado completamente. Mientras la señal de detección no haya sido emitida, ninguna señal de control para parar el activador del motor 1 es emitida del controlador de motor 30 al activador de motor 8, incluso cuando el evaluador de apriete 21 haya juzgado erróneamente que el perno ha sido completamente apretado. Por el contrario, cuando se haya emitido la señal de detección, puede ser emitida una señal de control desde el controlador de motor 30 al activador de motor 8 para parar el accionamiento del motor 1, cuando el evaluador de apriete 21 haya juzgado que el perno ha sido completamente apretado. Mediante tal configuración, es posible llevar a cabo la operación de apriete del perno fácilmente sin parar el accionamiento del motor 1 antes que el perno esté realmente apretado por completo. Además, el usuario podrá desentrañar, a partir de la observación visible, el confirmar que el perno haya sido apretado sustancialmente por completo.

65 En las figuras 10, 11 y 12 se describen otras modificaciones aún, de la herramienta de percusión motorizada, que no forman parte de la invención. En la modificación ilustrada en la figura 10, hay un generador de frecuencias (FG) 28 que se usa como sensor de ángulo de rotación 12 para detectar el ángulo de rotación y magnitud de rotación del eje del motor 1, en vez del codificador rotativo 19. El generador de frecuencias 28 está acoplado con el eje del motor 1 a fin de que dicho generador de frecuencias 28 genere unas señales de frecuencia en proporción con el ángulo de rotación del eje del motor 1. Las señales de frecuencia son introducidas en el calculador de ángulos de rotación 13 por medio del circuito conformador de formas de onda 20. El elemento calculador de ángulo de rotación 13 calcula el ángulo de

ES 2 280 010 T3

rotación Δr del elemento de tope 5 mediante el empleo de la siguiente ecuación cada vez que el micrófono 16, que sirve como sensor de impactos 11, detecta el impacto del martillo 4.

$$\Delta r = \Delta RM/K - RI$$

5

Sobre estas líneas, el símbolo ΔRM designa el ángulo de rotación del eje del motor 1 cada vez que el martillo 4 impacta en el elemento de tope 5, el símbolo K designa una relación de reducción del reductor 2, y el símbolo RI designa un ángulo muerto del martillo 4. Por ejemplo, cuando el martillo 4 impacta el elemento de tope 5 dos veces en una revolución del martillo 4, el ángulo muerto $RI=2\pi/2=\pi$. Cuando el martillo 4 impacta el elemento de tope 5 tres veces en una revolución del martillo 4, el ángulo muerto $RI=2\pi/3$.

10

En la modificación ilustrada en la figura 11, el generador de frecuencias 28 se emplea no sólo como sensor de ángulo de rotación 12, sino que también se usa como sensor de impacto 11 en vez del micrófono 16. Específicamente, la velocidad de rotación del motor 1 se reduce un poco debido a una fluctuación de carga cuando el martillo 4 impacta el elemento de tope 5, y la anchura de impulso de la señal de frecuencia emitida por el generador de frecuencias 28 se vuelve un poco más ancha. Un procesador de detección de impactos 29 detecta la variación de la anchura del impulso de la señal de frecuencia a la aparición del impacto.

15

Es posible que el sensor de distancia 24 esté previsto, además, en la herramienta de percusión motorizada según se ilustra en la figura 12. Dado que la modificación de la herramienta de percusión motorizada de esta realización no está limitada por la descripción y la ilustración, es posible el combinar características de las modificaciones, por ejemplo, el codificador rotativo 19 sirviendo como sensor de ángulo de rotación 12 y el generador de frecuencias 28 sirviendo como sensor de impactos 11. Además, es posible usar un sensor de aceleración como sensor de impactos 11.

20

25

Aún más, se describe una modificación de un método, que no forma parte de la invención, para juzgar si el perno ha sido completamente apretado en la herramienta de percusión motorizada. Es posible juzgar que la operación de apriete del perno ha sido completada cuando el ángulo de rotación del perno alcanza un ángulo de rotación de referencia predeterminado θ_R . La señal de control para parar el accionamiento del motor 1 es emitida al activador de motor 8 desde el controlador de motor 30 cuando se estima que la operación de apriete ha sido completada. El ángulo de rotación de referencia θ_R se define como un valor correspondiente al valor medio T_M del par T en varias veces del impacto desde el inicio de la operación de apriete, para que el ángulo de rotación de referencia θ_R se vuelva adecuado en correspondencia con el tipo de perno. Específicamente, el ángulo de rotación de referencia θ_R se obtiene como una división del valor medio T_M del par T y una constante $C4$ ($\theta_R=T_M/C4$).

30

35

De acuerdo con el procedimiento de estimación antes mencionado, cuando el valor medio T_M del par T en el estado inicial de la operación de apriete de perno es mayor, el evaluador de apriete 21 juzga que el perno está hecho de un material más duro o que el perno es de tamaño mayor, y el ángulo de rotación de referencia θ_R se ajusta para ser menor. Por el contrario, cuando el valor medio T_M del par T en el estado inicial de la operación de apriete es menor, el evaluador de apriete 21 juzga que el perno está hecho de un material más blando o de tamaño menor, y el ángulo de rotación de referencia θ_R se ajusta para ser mayor. En consecuencia, se lleva a cabo la operación de apriete correspondiente al tipo de perno. Además, el procedimiento de estimación de la terminación de la operación de apriete ejecutado por la CPU puede hacerse de manera simple, sin usar la magnitud de variación de par Δt y la relación de variación de par $\Delta\Delta T$, de manera que el coste de la herramienta de percusión motorizada pueda reducirse debido a que la capacidad de la RAM puede ser menor.

40

45

A continuación se describen unas modificaciones de la operación de apriete de la herramienta de percusión motorizada con referencia a las figuras 13 y 14. La figura 13 muestra una modificación de la operación de apriete ilustrada en la figura 5. En el proceso antes mencionado ilustrado en la figura 5, la operación de apriete del perno está terminada cuando el valor del índice de referencia se vuelve igual o mayor que el valor umbral de la estimación de anomalía después que el valor de la relación de variación de par $\Delta\Delta T$ se ha vuelto sustancialmente cero. Por otra parte, en el proceso ilustrado en la figura 13, la operación de apriete del perno se completa cuando el valor de la relación de variación de par $\Delta\Delta T$ se vuelve sustancialmente cero después que el valor del índice de referencia se ha vuelto igual o mayor que el valor umbral de la estimación de anomalía.

50

55

En una comparación de la figura 13 y figura 5, las etapas S31 a S37 y S40 de la figura 13 son las mismas que las etapas S1 a S7 y S10 de la figura 5. La etapa S38 de la figura 13 es sustancialmente la misma que la etapa S9 de la figura 5. La etapa S39 de la figura 13 es sustancialmente la misma que la etapa S8 de la figura 5. Así pues, se omite una descripción detallada de cada etapa. Mediante tal configuración, se puede obtener sustancialmente el mismo efecto que en la realización antes mencionada ilustrada en la figura 5.

60

De manera similar, la figura 14 muestra una modificación de la operación de apriete ilustrada en la figura 6. En una comparación de la figura 14 y figura 6, las etapas S41 a S48, S52 y S53 de la figura 14 son las mismas que las etapas S11 a S18, S22 y S23 de la figura 6. La etapa S49 de la figura 14 es sustancialmente la misma que la etapa S20 de la figura 6. La etapa S50 de la figura 14 es sustancialmente la misma que la etapa S19 de la figura 6. Mediante tal configuración, se puede obtener sustancialmente el mismo efecto que en la realización antes mencionada de la figura 6.

65

ES 2 280 010 T3

En la realización mencionada más arriba, la herramienta de percusión motorizada tal como el aprieta-tornillos de percusión, se describe un ejemplo de la herramienta de apriete de acuerdo con la presente invención. La presente invención, sin embargo, no se limita a la realización. Es posible aplicar la presente invención a una herramienta de apriete sin impactos. En el caso de una herramienta de apriete sin impactos, se puede detectar un periodo de tiempo del accionamiento del motor 1 como índice de referencia en vez del número de impactos.

Aplicabilidad industrial

Como se mencionó más arriba, la presente invención se puede aplicar en la técnica de herramientas motorizadas para el apriete de un tornillo o perno, mediante la cual el tornillo o el perno se puede apretar adecuadamente en correspondencia con el material o tamaño del propio tornillo o perno sin aflojamiento debido a un par de apriete más pequeño y sin daños debido a un par de apriete mayor.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

5 1. Una herramienta motorizada utilizada para apretar un tornillo o un perno, que comprende: un motor (1); un controlador de motor (8, 30) destinado a controlar el inicio y paro del accionamiento del motor; un transmisor de potencia (10) para transmitir una fuerza de accionamiento del motor a una pieza operativa (7) destinada a apretar o aflojar un tornillo o un perno; un calculador de par (14) destinado a estimar un valor de un par para apretar el tornillo o el perno; y un evaluador de apriete (21) destinado a juzgar si el tornillo o el perno está apretado completamente o no; **caracterizado** porque

10 el evaluador de apriete (21)

15 calcula una magnitud de variación de par que es una relación de variación de par con respecto a un ángulo de rotación de un eje del motor (1) o a un tiempo transcurrido, y una relación de variación de par que es una relación de la variación de la magnitud de variación de par con respecto al ángulo de rotación del eje del motor o un tiempo transcurrido;

20 calcula un índice de referencia usando la relación de variación de par, el cual se usa para juzgar si un incremento del valor del par es un aumento temporal debido a una anomalía en la operación de apriete o no;

25 juzga que la operación de apriete se ha completado al menos cuando la relación de variación de par se vuelve sustancialmente cero y el índice de referencia se vuelve igual o mayor que un valor umbral de estimación de una anomalía; y

emite una señal al controlador de motor para parar el accionamiento del motor.

2. La herramienta motorizada según la reivindicación 1, en la que

30 el evaluador de apriete (21) juzga que la operación de apriete se ha completado cuando la relación de variación de par se vuelve sustancialmente cero después que el índice de referencia se ha vuelto igual o mayor que el valor umbral de la estimación de una anomalía.

3. La herramienta motorizada según la reivindicación 1, en la que

35 el evaluador de apriete (21) juzga que la operación de apriete se ha completado cuando el valor de la magnitud de variación de par se vuelve sustancialmente cero después que la relación de variación de par se ha vuelto sustancialmente cero, primero, y que el valor del índice de referencia se ha vuelto igual o mayor que el valor umbral de estimación de una anomalía.

40 4. La herramienta motorizada según la reivindicación 1, en la que

el evaluador de apriete (21) juzga que la operación de apriete se ha completado cuando el índice de referencia se vuelve igual o mayor que el valor umbral de estimación de una anomalía después que la relación de variación de par se ha vuelto sustancialmente cero.

45 5. La herramienta motorizada según la reivindicación 1, en la que

50 el evaluador de apriete (21) juzga que la operación de apriete se ha completado cuando el valor de la magnitud de variación de par se vuelve sustancialmente cero después que el valor del índice de referencia se ha vuelto igual o mayor que el valor umbral de estimación de una anomalía, primero, y que la relación de variación de par se ha vuelto sustancialmente cero.

6. La herramienta motorizada según una de las reivindicaciones 1 a 5, en la que

55 el índice de referencia es un espacio de tiempo dentro de un período en el que las relaciones de variación de par toman valores positivos.

7. La herramienta motorizada según una de las reivindicaciones 1 a 5, en la que

60 el índice de referencia es un número de impactos de un martillo (4) dentro de un período en el que las relaciones de variación de par toman valores positivos cuando la herramienta motorizada es una herramienta de percusión motorizada.

8. La herramienta motorizada según una de las reivindicaciones 1 a 5, en la que

65 el índice de referencia es un valor de integración de la relación de variación de par dentro de un período en el que las relaciones de variación de par toman valores positivos.

ES 2 280 010 T3

9. La herramienta motorizada según una de las reivindicaciones, en la que

5 el índice de referencia es una suma de valores de las relaciones de variación de par ocurridas en cada impacto de un martillo (4) dentro de un período en el que las relaciones de variación de par toman valores positivos cuando la herramienta motorizada es una herramienta de percusión motorizada.

10. La herramienta motorizada según una de las reivindicaciones 1 a 5, en la que

10 el valor umbral de estimación de una anomalía se calcula usando un valor máximo de la relación de variación de par dentro de un período en el que las relaciones de variación de par toman valores positivos.

11. La herramienta motorizada según una de las reivindicaciones 1 a 5, en la que

15 el valor umbral de estimación de una anomalía se calcula usando un valor del par en un estado inicial de la operación de apriete.

12. La herramienta motorizada según una de las reivindicaciones 1 a 5, en la que

20 el índice de referencia es un valor relativo a la relación de variación de par, y el valor umbral de estimación de una anomalía se calcula usando un valor del par en un estado inicial de la operación de apriete.

13. La herramienta motorizada según una de las reivindicaciones 1 a 5 que comprende, además,

25 un controlador de velocidad automático destinado a reducir la velocidad de rotación del eje del motor cuando el par en un estado inicial de la operación de apriete es menor que un valor de referencia predeterminado del par.

14. La herramienta motorizada según la reivindicación 13, en la que

30 el controlador de velocidad automático (21, 30, 8) controla el motor (1) de manera que cuanto menor es el par en el estado inicial de la operación de apriete, más lenta se vuelve la velocidad de rotación del eje del motor (1).

15. La herramienta motorizada según una de las reivindicaciones 1 a 5 que comprende, además:

35 un interruptor de disparo (9, 22) accionado por un usuario y que emite unas señales para controlar al menos el inicio y el paro del accionamiento del motor (1) en correspondencia con un desplazamiento de aquél; y en la que

40 una carrera del interruptor de disparo está dividida en una primera región en la que el controlador de motor está impedido de parar el accionamiento del motor, y una segunda región en la que el controlador de motor permite el paro del accionamiento del motor (fig. 7).

16. La herramienta motorizada según una de las reivindicaciones 1 a 5 que comprende, además:

45 un sensor de distancia (24) destinado a detectar una distancia a una cara (27) en la que una cabeza del tornillo o del perno está bien apretada; y en la que

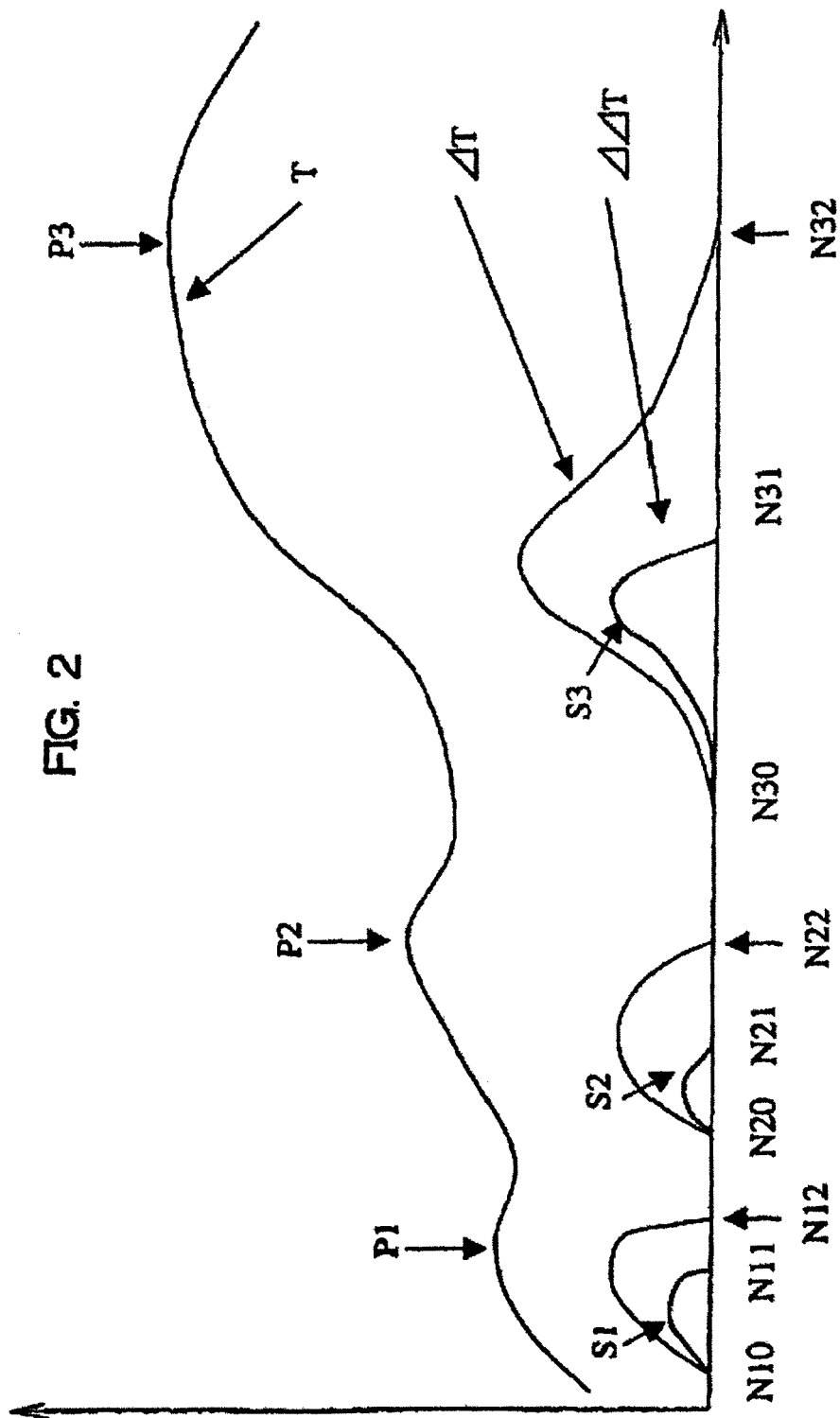
50 el controlador de motor (8, 30) para el accionamiento del motor (1) después que la distancia detectada por el sensor de distancia (24) llega a una distancia de referencia para juzgar que el tornillo o el perno ha sido completamente apretado.

50

55

60

65



NÚMERO DE IMPACTOS/TIEMPO TRANSCURRIDO

FIG. 3

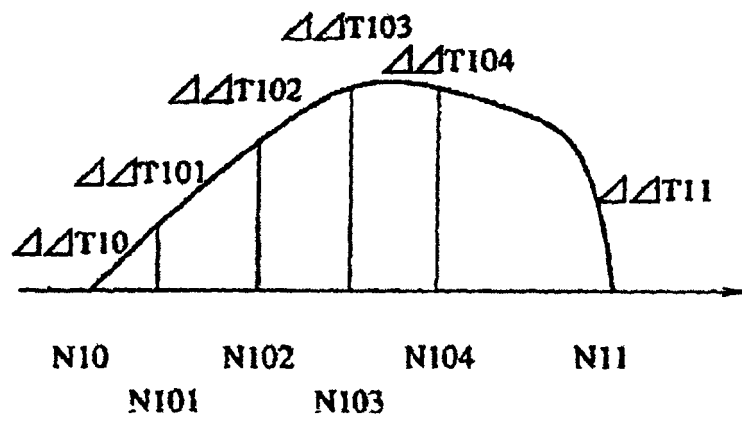


FIG. 4

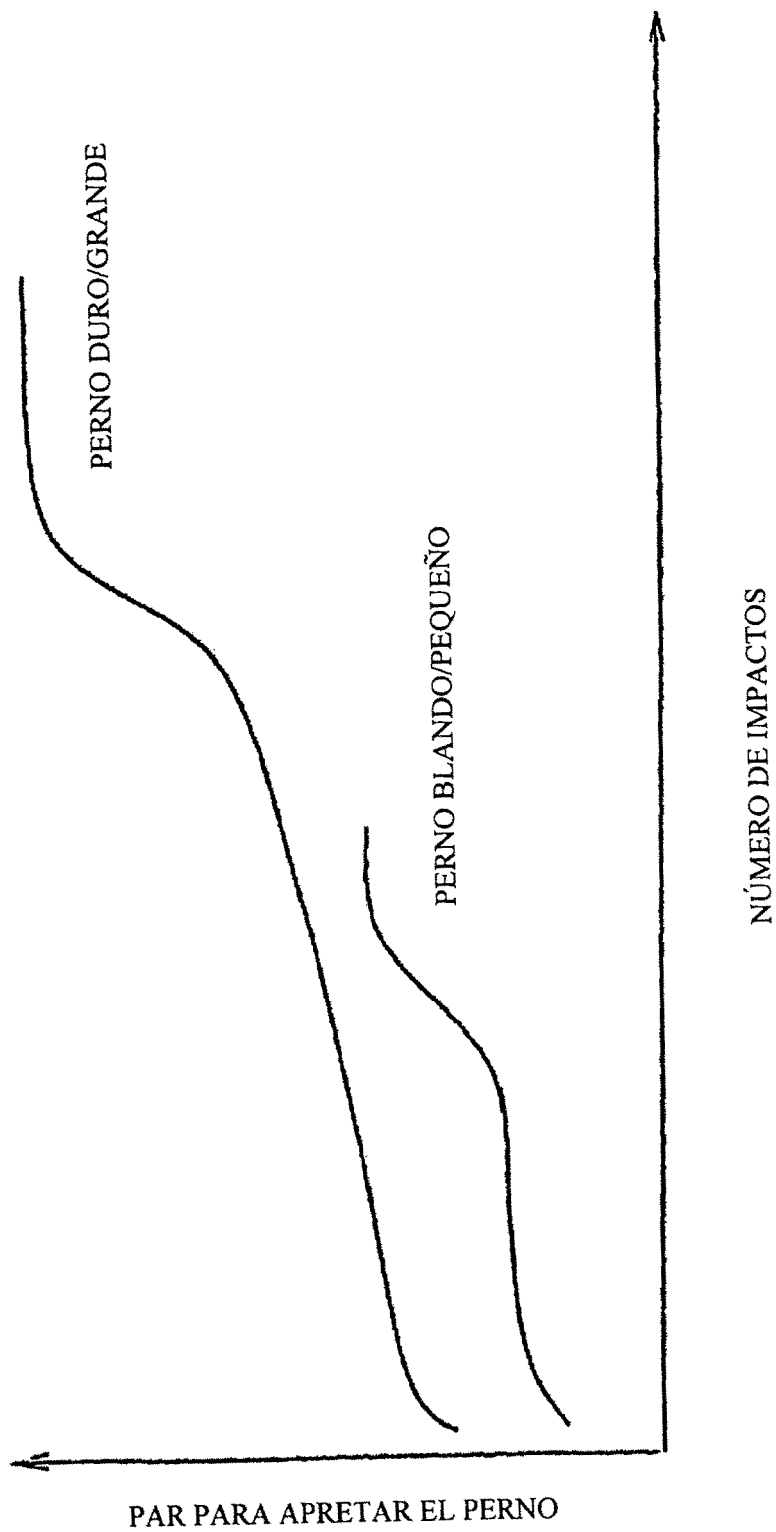


FIG. 5

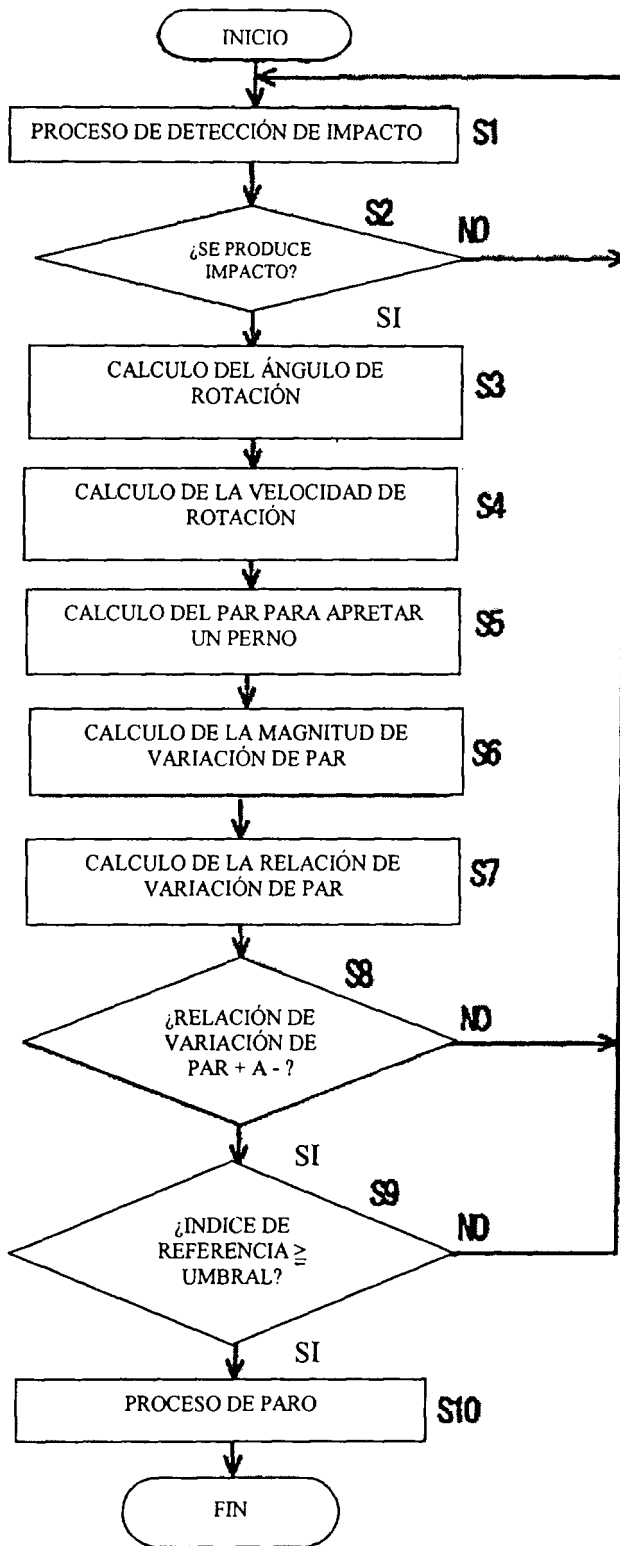


FIG. 6

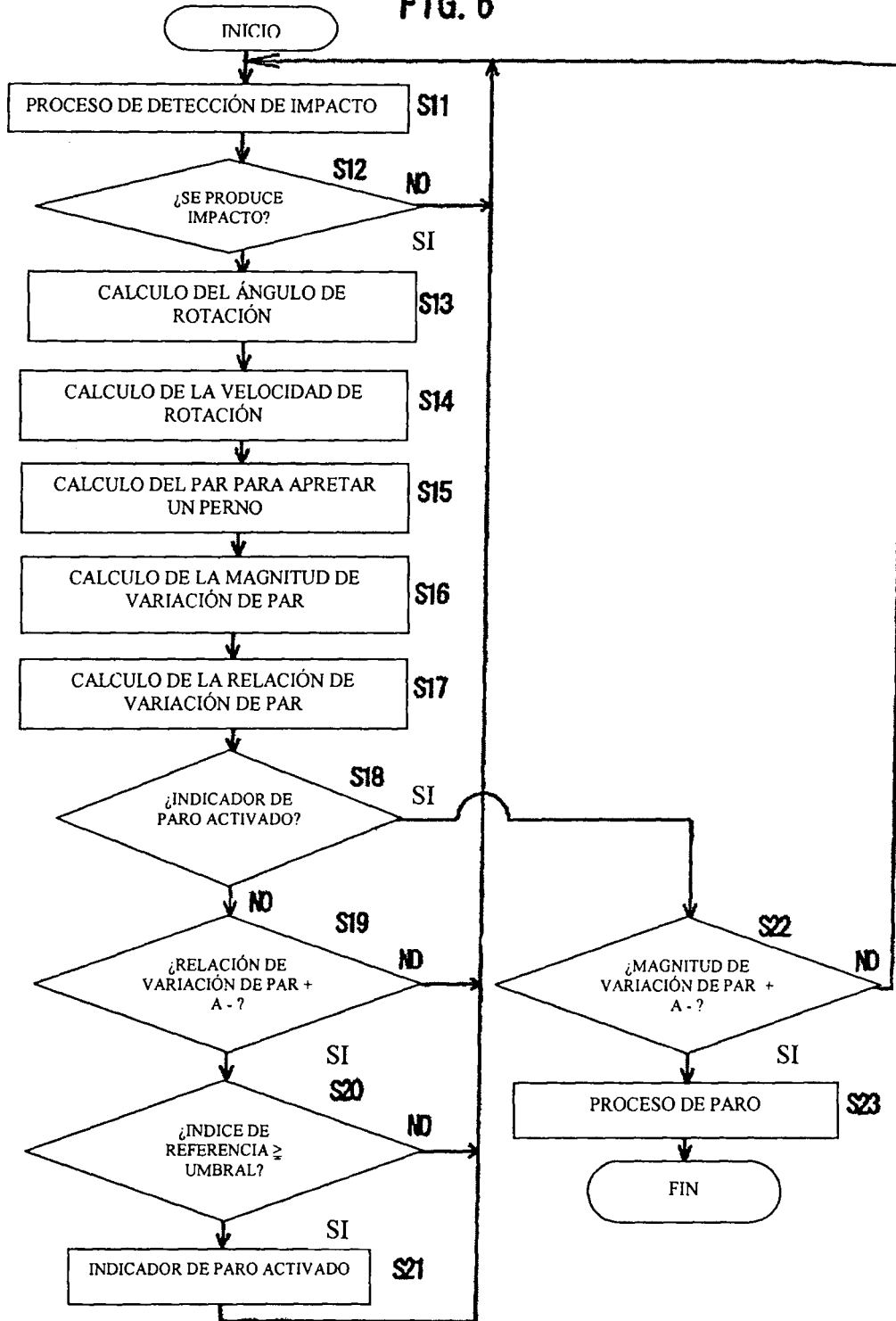
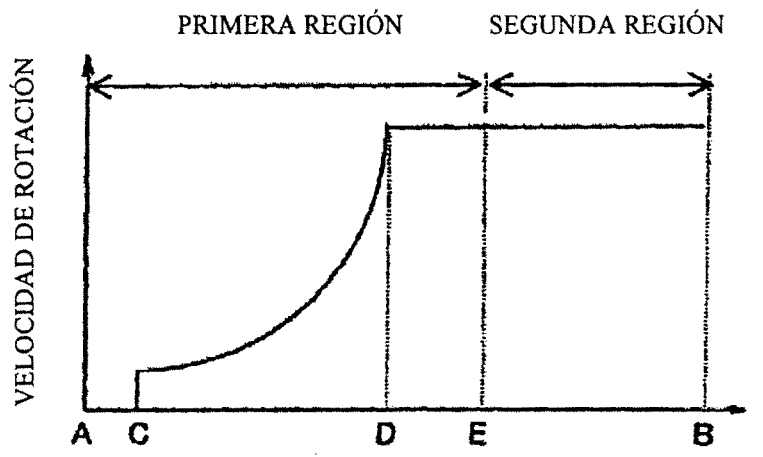


FIG. 7



DESPLAZAMIENTO DEL INTERRUPTOR DE DISPARO

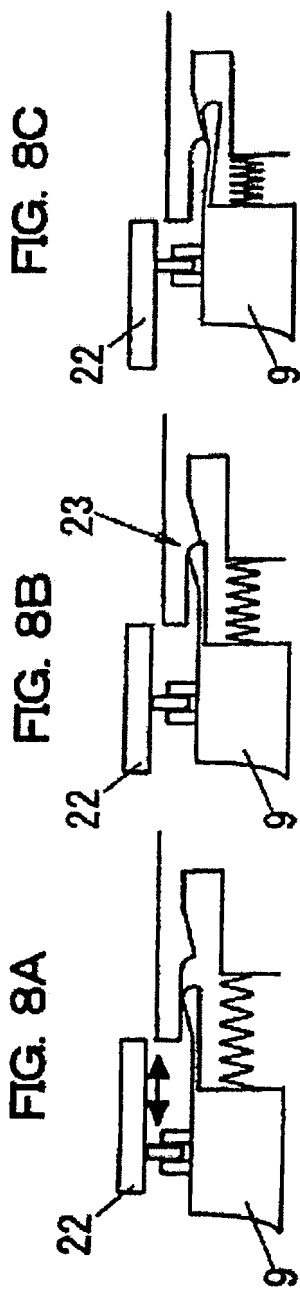


FIG. 9

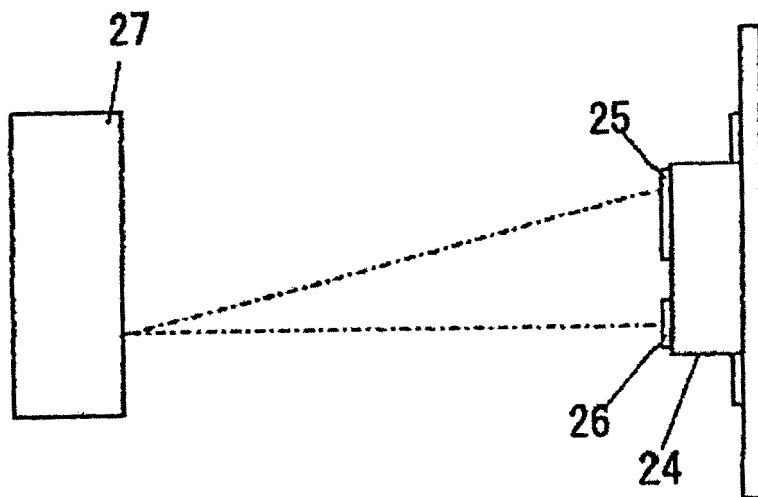


FIG. 10

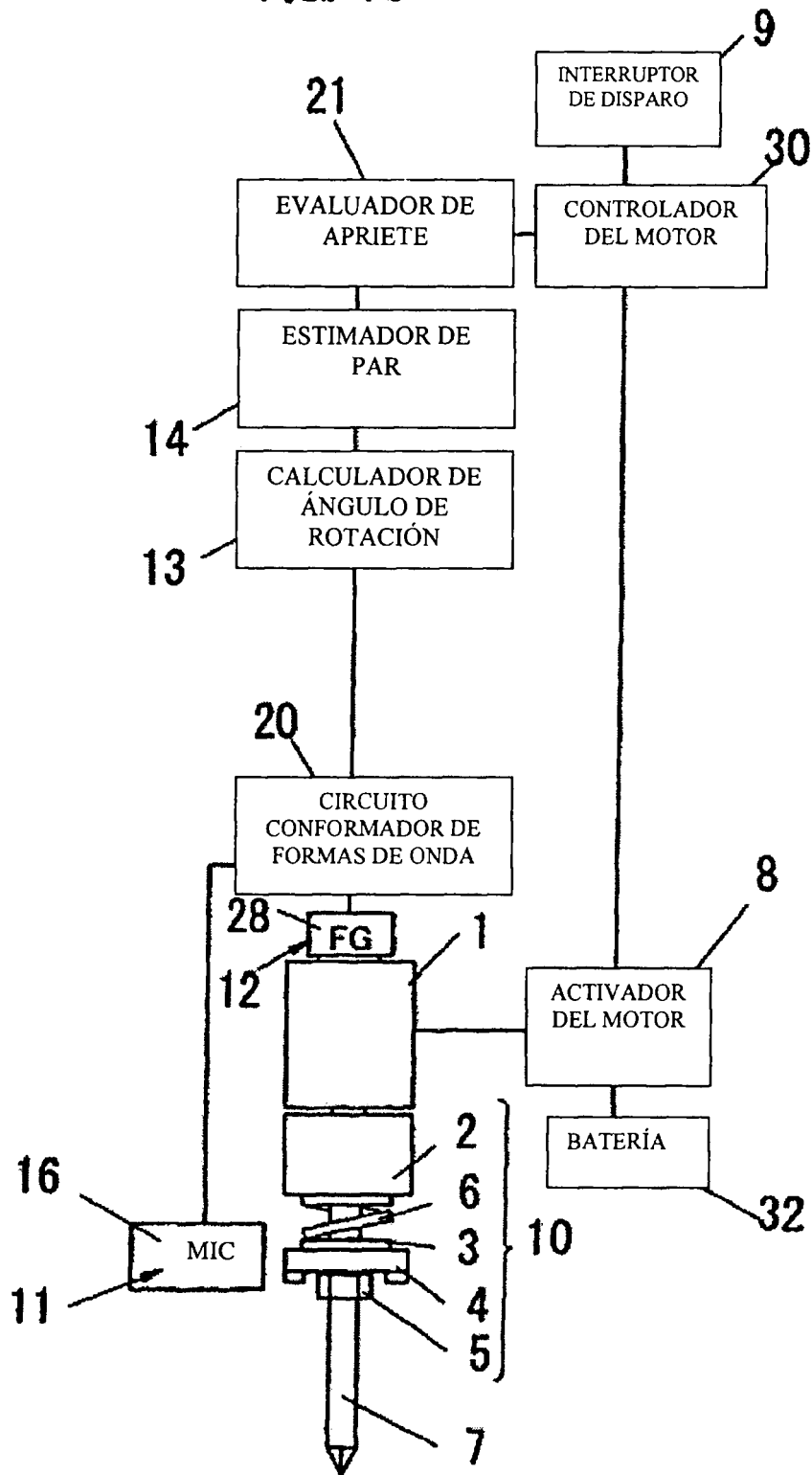


FIG. 11

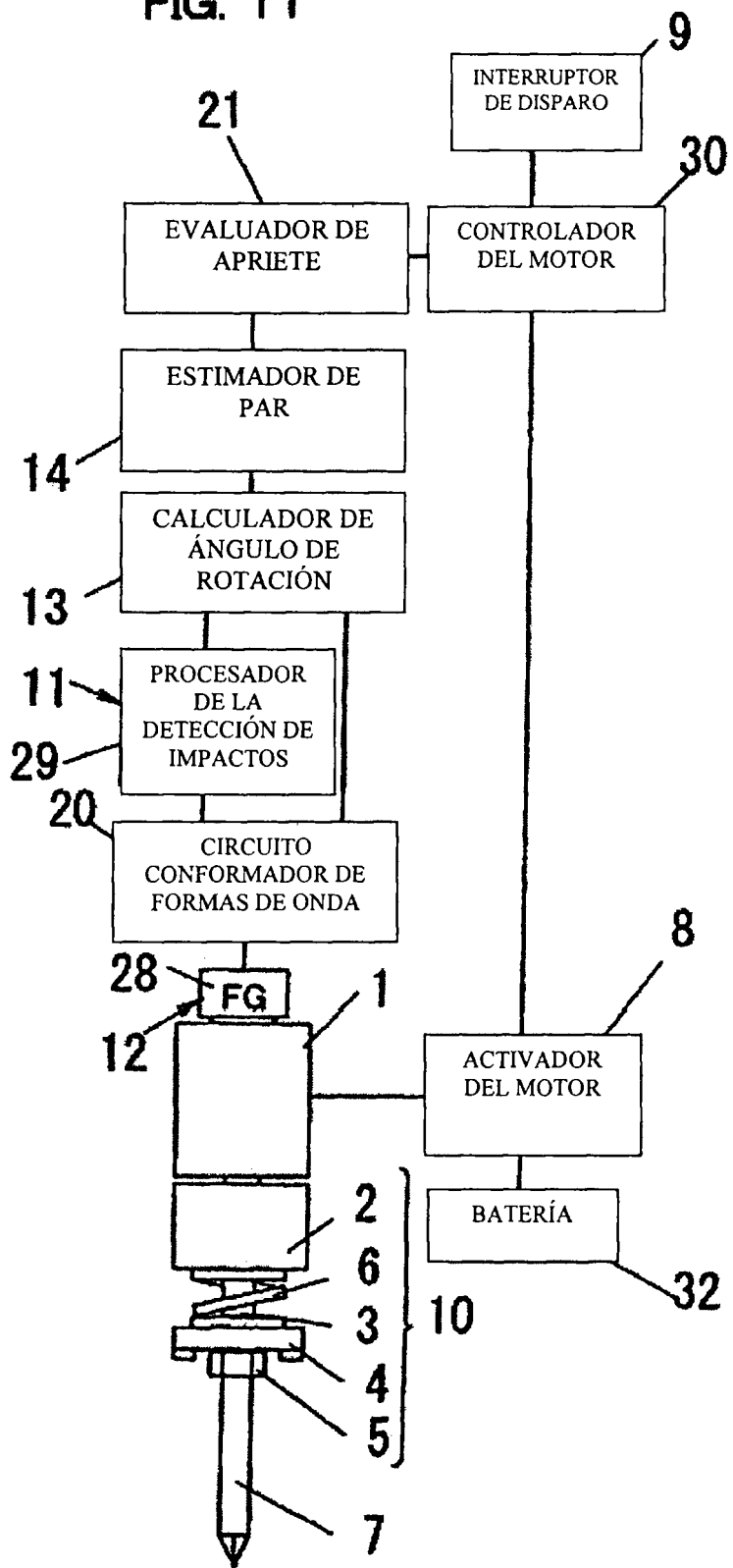


FIG. 12

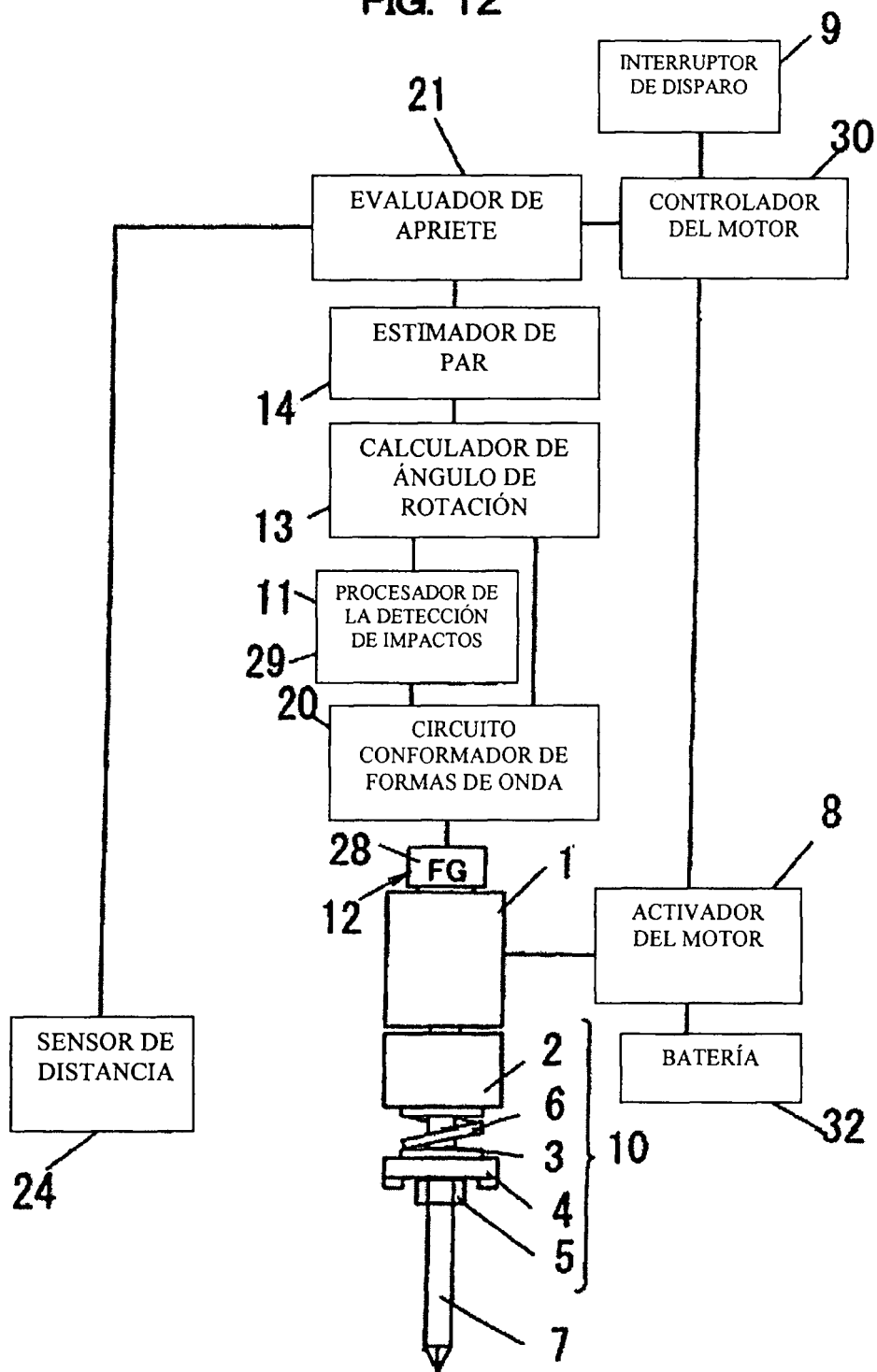


FIG. 13

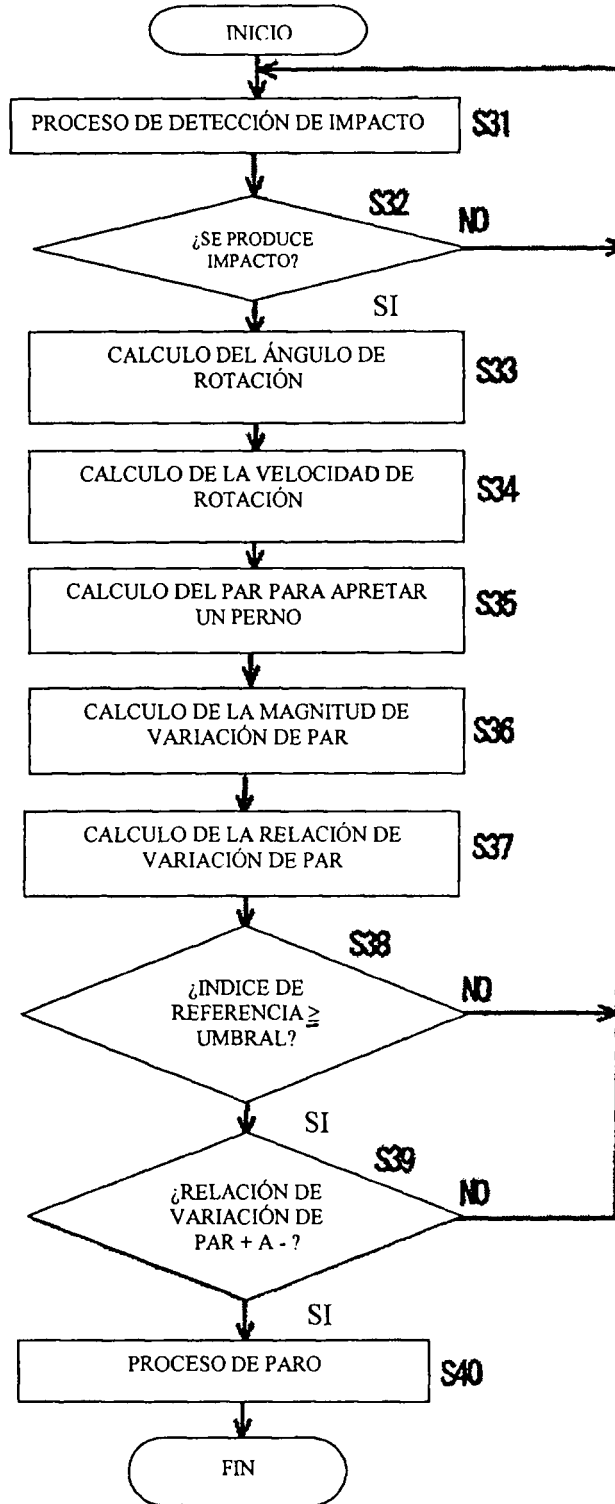


FIG. 14

