



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 321 155**

51 Int. Cl.:
A63B 69/36 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **00932645 .5**

96 Fecha de presentación : **19.05.2000**

97 Número de publicación de la solicitud: **1194192**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **10.04.2002**

54 Título: **Método y aparato para localizar y alinear la espina de una varilla de un palo de golf.**

30 Prioridad: **20.05.1999 US 135012 P**
01.02.2000 US 494525

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
03.06.2009

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
03.06.2009

73 Titular/es: **Richard M. Weiss**
17440 SE Conch Bar Avenue
Tequesta, Florida 33469, US

72 Inventor/es: **Weiss, Richard, M.;**
Butler, Joseph, H. y
Twigg, Michael, J.

74 Agente: **Ungría López, Javier**

ES 2 321 155 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).

DESCRIPCIÓN

Método y aparato para localizar y alinear la espina de una varilla de un palo de golf.

5 Antecedentes de la invención

Esta invención se refiere a localizar y alinear la espina de una varilla de palo de golf. Más en concreto, esta invención se refiere a un método y aparato para identificar automática y fiablemente la posición de la espina de una varilla de palo de golf y para alinear la espina en una orientación deseada.

Cuando un jugador de golf golpea con un palo de golf, la varilla del palo de golf se curva o tuerce, especialmente durante la bajada. La dirección en que la varilla se curva o tuerce depende de cómo el jugador de golf carga o acelera el palo, pero la dirección y la magnitud de la curvatura o torsión también dependen de la rigidez de la varilla. Si una varilla es blanda, se curvará o torcerá más durante una bajada dada que si es rígida. Además, si una varilla exhibe diferente rigidez transversal en planos diferentes -es decir, la rigidez, la redondez y la derechura de la varilla no son simétricas- la varilla se curvará o torcerá de forma diferente dependiendo de en qué plano (dirección) se cargue.

Inmediatamente antes del impacto de la cabeza de un palo de golf con una bola de golf, la varilla del palo de golf experimenta movimientos vibratorios significativos en la dirección de subida/bajada de punta (plano perpendicular a la dirección de golpeo) y en la dirección de avance/retroceso (plano paralelo a la dirección de golpeo). La investigación ha demostrado que la varilla de un palo de golf vibra hacia arriba y hacia abajo en la dirección de subida/bajada de punta inmediatamente antes del impacto con la bola de golf. Este movimiento ascendente y descendente, conocido como “deflexión vertical” o “curvatura”, puede ser de hasta $\pm 1,5$ pulgada ($\pm 3,8$ cm). Dado que es sustancialmente imposible que el jugador de golf corrija con su swing la curvatura o torsión inconsistente debido a comportamiento de la varilla asimétrica inmediatamente antes del impacto, cualquier reducción en vertical deflexión o curvatura inmediatamente antes del impacto ayudará al jugador de golf a mejorar la repetibilidad de su impacto. Esto es verdadero con respecto a jugadores de golf de todos los niveles de conocimiento. La curvatura o torsión Inconsistente hace más difícil que el jugador de golf reproduzca la curvatura o torsión de la varilla en bajada de palo a palo, dando lugar por ello a repetibilidad menos consistente del impacto dentro del conjunto.

Además, un palo de golf, inmediatamente antes del impacto, “salta” hacia adelante en la dirección del golpe. Esto se denomina comúnmente el “golpe” de la varilla. Si es posible analizar y orientar una varilla de tal forma que la dirección de las vibraciones del golpe sea estable, esta posición de varilla mejoraría la capacidad del jugador de golf de repetir la posición de impacto con la bola. En otros términos, la varilla tendría menor tendencia a “oscilar” hacia arriba y hacia abajo inmediatamente antes del impacto, mejorando por ello la repetibilidad del impacto.

La curvatura o torsión inconsistente contribuye a movimientos de la cabeza del palo que no se producirían si la varilla fuese perfectamente simétrica. Los fabricantes de varillas de palos de golf intentan crear ejes con rigidez simétrica para minimizar la curvatura o torsión inconsistente durante el basculamiento, pero como resultado de las limitaciones de fabricación es difícil formar una varilla de palo de golf perfectamente simétrica. Específicamente, es bien conocido que, como resultado de las irregularidades o las variaciones de los materiales o procesos de fabricación, las varillas de palos de golf tienen una orientación angular preferida o “espina” (véase, por ejemplo, las Patentes de Estados Unidos números 4.958.834 y 5.040.279). Por lo tanto, sustancialmente todas las varillas de palos de golf exhiben algún grado de asimetría que da lugar a algún grado de curvatura o torsión inconsistente durante el basculamiento.

La rigidez asimétrica de las varillas de palos de golf puede deberse a secciones transversales no simétricas (ejes cuyas secciones transversales no son redondas o cuyos grosores de pared no son uniformes), ejes que no son rectos, o ejes cuyas propiedades del material varían alrededor de la circunferencia de la sección transversal de la varilla. Dado que es sustancialmente imposible formar una varilla de palo de golf perfectamente simétrica y el objetivo es minimizar las inconsistencias de un palo a otro en un conjunto de palos de golf y de un conjunto a otro dentro de una marca, tiene sentido, si es posible, analizar cada varilla de palo de golf en un conjunto de palos de golf para entender su comportamiento asimétrico de curvatura o torsión y construir los palos de golf en el conjunto al objeto de maximizar la coherencia de un palo a otro dentro de un conjunto y de conjunto a otro dentro de una marca.

Se ha reconocido, por ejemplo, en la patente número 5.040.279 arriba identificada, que aunque sustancialmente todas las varillas de palos de golf exhiben algún grado de asimetría, sustancialmente cada varilla de palo de golf exhibe al menos una orientación en la que, cuando la varilla se fija en su extremo próximo, o mango, y se desplaza en la punta, la vibración resultante de la varilla permanecerá sustancialmente plana. Es decir, la varilla permanecerá sustancialmente en un solo plano y la punta de la varilla vibrará a uno y otro lado sustancialmente a lo largo de una línea.

También se reconoce en la Patente número 4.958.834 arriba identificada que la construcción de todos los palos de golf dentro de un conjunto con sus respectivos planos de oscilación planar (“POPs”) orientados en la misma dirección angular con relación a su respectivas caras de palo exhibirá menos inconsistencia en la curvatura o torsión de la varilla durante la bajada que un conjunto construido al azar o aleatoriamente. En particular, un conjunto de palos de golf funcionará normalmente mejor si las respectivas orientaciones angulares preferidas de las respectivas varillas de palos de golf están alineadas en la “dirección de golpeo”, es decir, de forma sustancialmente perpendicular a las respectivas caras del palo de golf.

La Patente de Estados Unidos 5.040.279 describe un método para producir conjuntos de frecuencia adaptada de varillas de palos de golf compuestas donde la orientación angular preferida es estimada por medición de frecuencia a lo largo de varios puntos alrededor de la circunferencia de la varilla. La Patente de Estados Unidos 4.958.834 describe un método de montaje de palos de golf.

Sin embargo, hasta ahora no ha habido ninguna forma automatizada conveniente de determinar la orientación angular preferida de una varilla de palo de golf. Sería deseable poder proporcionar un método y aparato para determinar rápida y fiablemente la orientación angular preferida de una varilla de palo de golf. También sería deseable poder proporcionar un método y aparato para usar la determinación de la orientación angular preferida para montar automáticamente palos de golf con cada varilla de palo de golf respectiva sistemáticamente alineada con relación a la cara respectiva del palo.

Resumen de la invención

Un objeto de esta invención reivindicada es intentar proporcionar un método y aparato para determinar rápida y fiablemente la orientación angular preferida de una varilla de palo de golf.

También es un objeto de esta invención intentar proporcionar un método y aparato para usar la determinación de la orientación angular preferida, por ejemplo, el plano de oscilación planar, para montar automáticamente palos de golf con cada varilla de palo de golf respectiva sistemáticamente alineada con relación a la cara respectiva del palo.

Según la invención se facilita un método de determinar una orientación angular preferida de una varilla de palo de golf alrededor de su eje longitudinal, teniendo dicha varilla de palo de golf un extremo próximo para agarre por un jugador de golf y un extremo distal para unión a una cabeza de palo de golf, incluyendo dicho método: inmovilizar un primer extremo de dicho extremo próximo y dicho extremo distal de dicha varilla de palo de golf; iniciar el movimiento vibratorio de un segundo extremo de dicho extremo próximo y dicho extremo distal de dicha varilla de palo de golf en una dirección distinta a la paralela a dicho eje longitudinal; analizar dicho movimiento vibratorio; y calcular dicha orientación angular preferida a partir de dicho movimiento vibratorio analizado.

También se ha previsto un aparato para determinar una orientación angular preferida de una varilla de palo de golf alrededor de su eje longitudinal, teniendo dicha varilla de palo de golf un extremo próximo para agarre por un jugador de golf y un extremo distal para unión a una cabeza de palo de golf, incluyendo dicho aparato: una fijación (87) para inmovilizar un primer extremo de dicho extremo próximo y dicho extremo distal de dicha varilla de palo de golf; un generador de vibración (73) para iniciar el movimiento vibratorio de un segundo extremo de dicho extremo próximo y dicho extremo distal de dicha varilla de palo de golf en una dirección distinta a la paralela a dicho eje longitudinal; al menos un sensor (77) para medir dicho movimiento vibratorio; y un procesador (61) para calcular dicha orientación angular preferida a partir de dicho movimiento vibratorio medido.

Además, se facilita un método de montar un palo de golf, incluyendo dicho palo de golf una varilla de palo de golf y una cabeza de palo de golf, donde dicha varilla de palo de golf tiene una orientación angular preferida con relación a dicha cabeza de palo de golf, incluyendo dicho método: determinar dicha orientación angular preferida de dicha varilla de palo de golf alrededor de su eje longitudinal, teniendo dicha varilla de palo de golf un extremo próximo para agarre por un jugador de golf y un extremo distal para unión a dicha cabeza de palo de golf, incluyendo dicha determinación: inmovilizar un primer extremo de dicho extremo próximo y dicho extremo distal de dicha varilla de palo de golf; iniciar el movimiento vibratorio de un segundo extremo de dicho extremo próximo y dicho extremo distal de dicha varilla de palo de golf en una dirección distinta a la paralela a dicho eje longitudinal; analizar dicho movimiento vibratorio, y calcular dicha orientación angular preferida a partir de dicho movimiento vibratorio analizado; y unir dicha varilla de palo de golf a dicha cabeza de palo de golf con dicha orientación angular preferida en una relación predeterminada a dicha cabeza de palo de golf.

También se ha previsto el método de las reivindicaciones 1 y 16 incluyendo además: inmovilizar un primer extremo de dicho extremo próximo y dicho extremo distal de dicha varilla de palo de golf; desplazar un segundo extremo de dicho extremo próximo y dicho extremo distal, en una dirección distinta a la paralela a dicho eje longitudinal, a un estado desplazado; girar dicho extremo inmovilizado al menos aproximadamente 360° de desplazamiento angular manteniendo al mismo tiempo dicho extremo desplazado en dicho estado desplazado; medir la fuerza que tiende a restablecer dicho extremo desplazado de dicho estado desplazado durante dicho giro, y asociar la fuerza medida con desplazamiento angular; y calcular, a partir de dicha fuerza medida asociada con desplazamiento angular, un índice representativo de dicha asimetría.

Según la presente invención, se facilita un método de determinar una orientación angular preferida de una varilla de palo de golf alrededor de su eje longitudinal, donde la varilla de palo de golf tiene un extremo próximo para agarre por un jugador de golf y un extremo distal para unión a una cabeza de palo de golf. Según el método, se inmoviliza el extremo próximo de dicha varilla de palo de golf, y se inicia el movimiento vibratorio del extremo distal de la varilla de palo de golf en una dirección distinta a la paralela al eje longitudinal. El movimiento vibratorio es analizado, y a partir del movimiento vibratorio analizado se calcula la orientación angular preferida. La varilla de palo de golf se puede marcar entonces para indicar la orientación angular preferida. En otro método según la invención, la marca en la varilla que indica la orientación angular preferida puede ser usada para montar automáticamente un palo de golf con la varilla de palo de golf en una alineación predeterminada con relación a la cara de la cabeza de palo de golf.

ES 2 321 155 T3

También se facilitan aparatos para determinar la orientación angular preferida y para montar palos de golf.

Breve descripción de los dibujos

Los anteriores y otros objetos y ventajas de la invención serán evidentes después de la consideración de la descripción detallada siguiente, tomada en unión con los dibujos acompañantes, en los que caracteres de referencia análogos se refieren a partes análogas en todos ellos, y en los que:

La figura 1 es un diagrama en el que una varilla flexible de golf es modelada como una varilla a la que se unen muelles.

La figura 2 representa el desplazamiento horizontal y vertical, visto de extremo, de la varilla de la figura 1 en función del tiempo, en dos ciclos de oscilación después de la distribución de un impulso para hacer que la varilla oscile.

La figura 3 representa el movimiento representado en la figura 2 como un gráfico de fases.

La figura 4 representa el movimiento de la varilla como un gráfico de fases, después de catorce ciclos de oscilación.

La figura 5 representa el movimiento representado en la figura 4, pero en función del tiempo.

La figura 6 es una vista en perspectiva del aparato según la presente invención para determinar la orientación preferida de una varilla de palo de golf.

La figura 7 es una vista en perspectiva de un conjunto de prueba de varilla del aparato de la figura 6.

La figura 8 es una vista en perspectiva de un conjunto de sujeción y rotación de varilla del aparato de las figuras 6 y 7.

La figura 9 es una vista en perspectiva de un conjunto de medición del aparato de las figuras 6-8.

La figura 10 es una vista en perspectiva de un conjunto sensor y masa de punta del aparato de las figuras 6-9.

La figura 11 es una vista similar a la figura 7 con una varilla de palo de golf montada en el aparato.

La figura 12 es una vista en alzado de extremo, tomada en la línea 12-12 de la figura 11, pero con la varilla de palo de golf flexionada en preparación para oscilación según la invención.

La figura 13 es una vista en perspectiva del aparato de las figuras 6-10 con un conjunto de marcación incluido.

La figura 14 es un diagrama de flujo de una realización preferida de un método según la invención para localizar la orientación preferida de una varilla de palo de golf.

La figura 15 es un diagrama de flujo de una prueba de carga realizada según la invención como parte del método de la figura 14.

La figura 16 es un diagrama de flujo de una prueba de comparación de “logo arriba” realizada según la invención como parte del método de la figura 14.

La figura 17 es un diagrama de flujo de una prueba de localización de plano de oscilación planar realizada según la invención como parte del método de la figura 14.

La figura 18 es una vista diagramática del aparato según la invención para montar palos de golf.

Y la figura 19 es una vista detallada de una estación de montaje del aparato de la figura 18.

Descripción detallada de la invención

Si una varilla de palo de golf es inmovilizada en su extremo de mango y desplazada en una dirección perpendicular a su eje longitudinal, si la dirección de desplazamiento está en el plano de oscilación planar de la varilla, la varilla vibrará en dicho plano y el extremo visto en la punta distal de la varilla oscilará a uno y otro lado a lo largo de una línea. Para conveniencia, dicha línea se puede denominar el eje x. Sin embargo, si la dirección de desplazamiento está en un plano distinto del plano de oscilación planar, la punta distal de la varilla vibrará en un movimiento que tiene componentes a lo largo del eje x así como a lo largo de un eje perpendicular al eje x, que para conveniencia se puede denominar el eje y. Este movimiento se podría describir como un movimiento “orbital”, aunque en vez de trazar una sola elipse u otra curva cerrada, la punta se moverá dentro de una envolvente tal que si no se amortiguase el movimiento (como en realidad se hace), la punta eventualmente pasaría por cada punto dentro de dicha envolvente.

Como se describe más adelante, observando la vibración de la punta de la varilla, se puede calcular matemáticamente la orientación del plano o planos de oscilación planar. Una vez localizado el plano de oscilación planar, se puede montar entonces un palo de golf, orientando la varilla con relación a la cabeza de palo de golf de modo que el plano de oscilación planar se alinee a lo largo de la “dirección de golpeo”, es decir, sustancialmente perpendicular a la cara de golpe de la cabeza del palo. También es posible, una vez situado el plano de oscilación planar de una varilla de palo de golf, alinear el plano de oscilación planar con relación a la cabeza de palo de golf no a lo largo de la dirección de golpeo, sino en otra dirección predeterminada. Por ejemplo, puede ser deseable alinear la varilla para que un jugador de golf concreto corrija o produzca un pull exagerado o un efecto pronunciado de la bola izquierda-derecha.

Se ha observado empíricamente que una varilla de palo de golf es más rígida en una dirección a lo largo de cualquier plano de oscilación planar que en la dirección opuesta a lo largo de dicho plano de oscilación planar. Esto corresponde a un lado más rígido del plano de oscilación planar de la varilla, que se puede denominar el lado “duro” o “delantero” del plano de oscilación planar, mientras que el lado menos rígido, 180° enfrente del lado duro, se puede denominar el lado “blando” o “trasero” del plano de oscilación planar. También se ha observado que mientras que la orientación del plano de oscilación planar perpendicular a la cara de cabeza del palo supone una mejora clara y dramática sobre una alineación al azar o aleatoria, alinear el plano de oscilación planar perpendicular a la cara de cabeza del palo con el lado duro del plano de oscilación planar mirando hacia la cara de cabeza del palo supone una mejora aún mayor, en comparación con alinear el plano de oscilación planar perpendicular a la cara de cabeza del palo con el lado blando del plano de oscilación planar mirando hacia la cara de cabeza del palo. Además, si cada palo de golf en un conjunto de palos de golf está alineado igualmente, hay una mayor probabilidad de que el usuario de los palos pueda lograr resultados más uniformes y consistentes con todos los palos de golf del conjunto, lo que cabe esperar que dé lugar a una mejora del rendimiento.

Además, se ha observado empíricamente que una varilla de palo de golf puede tener varios planos de oscilación planar. Sin embargo, se ha hallado que hay un plano de oscilación planar principal (“PPOP”), que también se puede denominar el plano de repetibilidad uniforme (“PURE”) que corresponde a la “espina” de la varilla de palo de golf. Cabe esperar que los palos de golf alineados en base al plano de oscilación planar principal den lugar a una mejora óptima del rendimiento.

La dirección preferida del plano de oscilación planar -es decir, en el caso del plano de oscilación planar principal, el lado “duro” de la espina de la varilla de palo de golf- no se puede determinar matemáticamente por mera observación de la punta de la varilla. Por lo tanto, en una realización preferida de la invención, el extremo de mango de la varilla de palo de golf se inmoviliza, la punta de la varilla se desplaza perpendicular al eje longitudinal, y la fuerza de restauración -es decir, la fuerza que tiende a mover la punta de nuevo a su posición neutra- se mide mientras la varilla gira, desde el extremo de mango, al menos aproximadamente 360°. El ángulo en el que la fuerza de restauración es mayor, es una indicación del lado duro de la espina de la varilla. Aunque este ángulo no se alineará generalmente exactamente con la orientación del plano de oscilación planar principal, indicará cuál de las dos orientaciones posibles del plano de oscilación planar principal corresponde al lado duro del plano de oscilación planar principal. Además, cabe esperar que iniciar el análisis en el ángulo de carga máxima dé lugar a hallar el plano de oscilación planar principal más bien que uno de los otros planos de oscilación planar de la varilla.

Aunque es posible derivar la orientación del plano de oscilación planar exactamente usando técnicas matemáticas en base a los datos recogidos desplazando la punta de la varilla y dejando que la varilla vibre, es computacionalmente más simple derivar la orientación por una técnica iterativa como se describe más adelante. En tal técnica, la orientación inicial se puede seleccionar arbitrariamente, pero preferiblemente la orientación inicial es el ángulo de fuerza de restauración máxima, determinado como se ha descrito anteriormente, para maximizar la probabilidad de que el plano de oscilación planar hallado sea el plano de oscilación planar principal.

Una vez determinada la orientación angular preferida de la varilla de palo de golf, se realiza preferiblemente una marca en la varilla para indicar la orientación angular preferida. La marca se puede hacer en la posición del plano de oscilación planar, o en una posición predeterminada relativa con respecto al plano de oscilación planar. Esta marca se puede hacer usando tinta o pintura, o se puede grabar en la superficie de la varilla usando técnicas de marcación mecánicas, electrostáticas o láser. Una vez realizada la marca, se puede usar para alinear la varilla con relación a una cabeza de palo de golf al montar un palo de golf, de modo que la espina de la varilla de palo de golf sea sustancialmente perpendicular, o esté en alguna otra orientación deseada con respecto, a la cara de cabeza del palo.

La alineación de la varilla a la cabeza del palo se puede realizar manualmente. Preferiblemente, la alineación se facilita realizando también una marca en la cabeza del palo, cerca del cuello, con la que se puede alinear la marca de la varilla para formar un palo de golf “de espina alineada” adecuadamente. Alternativamente, en otra realización preferida, una máquina de montaje acopla una cabeza de palo de golf a una varilla de palo de golf, haciendo coincidir las marcas de alineación en el proceso. En esta realización, la cabeza de palo de golf se puede unir a la varilla inmediatamente después de la determinación de la orientación angular preferida de la varilla, con la varilla todavía en el plato de la estación de localización de espina (en cuyo caso se puede omitir la aplicación de una marca visible a la varilla exterior, aunque todavía sería útil para posteriores operaciones de reparación cuando se desmonte el palo). Alternativamente, en una segunda variante de esta realización, la varilla se puede quitar de la estación de localización de espina y pasar a una estación de montaje de palos. Esta variante tiene mejor en cuenta la velocidad diferencial entre el proceso de localización de espina y el proceso de montaje del palo. Si el proceso de localización de espina es más rápido que el proceso de montaje del palo, se puede disponer más estaciones de montaje de palo que estaciones

de localización de espina. Si el proceso de montaje del palo es más rápido que el proceso de localización de espina, se puede disponer más estaciones de localización de espina que estaciones de montaje de palo. En cualquier caso, es preferible proporcionar una tolva u otra estación intermedia para contener varillas de espina alineada entre la estación de localización de espina y la estación de montaje de palos. Normalmente, cabría esperar que la tolva contuviese pocas varillas, pero si por alguna razón se produce una rotura u otro cuello de botella en o hacia abajo de la estación o estaciones de montaje de palos, la tolva puede servir, hasta que se llene, como un depósito de recepción de varillas de la estación o estaciones de localización de espina.

La invención se describirá ahora con referencia a las figuras 1-19.

Si el extremo de mango de una varilla de palo de golf se fija en una fijación que sujeta la varilla horizontalmente, entonces mirando hacia la punta del extremo distal de la varilla, la rigidez de la varilla se puede modelar, como se representa en la figura 1. Según se ve en la figura 1, la varilla 10 puede ser considerada como una masa m que tiene dos muelles de diferentes constantes elásticas k_1 y k_2 que la conectan en dos direcciones ortogonales a dos superficies diferentes 11, 12. Si la varilla 10 fuese simétricamente rígida, entonces k_1 y k_2 serían iguales. Normalmente, sin embargo, k_1 y k_2 son diferentes. De hecho, si se fijase la varilla en varias orientaciones diferentes, y cada vez se midiesen las fuerzas de restauración horizontales y verticales, se podría obtener diferentes conjuntos de valores para k_1 y k_2 . La fuerza F , como se representa, es la fuerza ejercida para desplazar la punta de la varilla fija 10, por ejemplo, para hacer que la punta oscile.

De ordinario, los valores de k_1 y k_2 están dentro de aproximadamente 5% uno de otro. La figura 2 representa el desplazamiento horizontal y vertical normalizado de la punta vibrante de la varilla 10 en función del tiempo en dos ciclos de oscilación, representándose el desplazamiento horizontal (x) por la línea continua 20 y representándose el desplazamiento vertical (y) por la línea discontinua 21, suponiendo que la fuerza de desplazamiento inicial se ejerce en un ángulo $\theta=40^\circ$ a la horizontal. La figura 3 representa el mismo desplazamiento de la punta de la varilla 10 como un gráfico de fases 30, en dos ciclos, en x e y , es decir, la figura 3 representa dos ciclos del recorrido que sigue la punta tal como lo vería un observador que viese la punta a lo largo del eje longitudinal de la varilla 10, mirando hacia el extremo de mango. La figura 4 representa el gráfico de fases 40 después de catorce ciclos. El análisis de estos movimientos observados da la posición del plano de oscilación planar, es decir, la orientación angular de la varilla 10 en que, si la fuerza de desplazamiento inicial F se aplicase a lo largo de dicha orientación, la varilla 10 oscilaría sustancialmente sólo a lo largo de dicha orientación, yendo la punta de un lado a otro sustancialmente a lo largo de una línea.

Según se ve en la figura 4, el gráfico de fases 40 del movimiento de la punta después de un número suficiente de ciclos es sustancialmente un rectángulo. La orientación del plano de oscilación planar es la de uno de los dos ejes ortogonales de dicho rectángulo, donde cada eje de un rectángulo se define como una línea a mitad de camino entre, y paralela a, un par respectivo de lados del rectángulo. En el caso de un rectángulo verdadero, sería suficiente determinar las orientaciones de los lados, puesto que las orientaciones de los lados y los ejes, según la definición recién expuesta, son idénticos. Sin embargo, el gráfico de fases 40 del movimiento de la punta de una varilla de golf puede no ser un rectángulo verdadero, a no ser que se observe un número infinito de ciclos, lo que es inviable porque, en primer lugar, no sería comercialmente aceptable y, en segundo término, las oscilaciones de la varilla de palo de golf de ordinario se amortiguan antes de poder observar un rectángulo verdadero. Por lo tanto, la orientación de cada uno de los dos ejes puede ser calculada suponiendo que las líneas trazadas a través de los cuatro vértices de la forma cuasi rectangular del gráfico de fases son las diagonales del rectángulo.

Habiendo hallado los dos ejes del rectángulo, es deseable determinar cuál es el eje principal, que puede corresponder al plano de oscilación planar principal, y cuál es un eje menor, es decir, uno de uno o más planos de oscilación planar inestables. Esto se puede determinar rigurosamente midiendo las frecuencias de oscilación a lo largo de los dos ejes, como se describe más adelante. Es de esperar que el eje principal corresponda al plano de oscilación planar principal si la varilla se hiciese vibrar a lo largo de una dirección determinada midiendo la carga en la varilla flexionada en función del ángulo, y eligiendo el ángulo de carga máxima como la dirección en la que vibraría la varilla. Se deberá indicar que esta "prueba de carga" podría ser realizada fijando la punta o el extremo distal, el mango o el extremo próximo, de la varilla, y midiendo la carga en función del ángulo con el extremo no fijado flexionado. Además, los pasos posteriores de localizar el plano de oscilación planar se pueden llevar a cabo con el extremo fijado y el extremo no fijado flexionado. Sin embargo, los pasos posteriores de localizar el plano de oscilación planar se realizan preferiblemente con el mango o extremo próximo fijados, y por lo tanto la prueba de carga se lleva a cabo preferiblemente también de esa forma. También se deberá indicar que si la prueba de carga no se lleva a cabo, se puede hallar un plano de oscilación planar, pero dicho plano de oscilación planar probablemente no será el plano de oscilación planar principal.

La figura 5 representa un gráfico 50 de la oscilación de la punta en función del tiempo, con una traza separada 51 para oscilaciones medidas a lo largo del eje horizontal (x) y una traza separada 52 para oscilaciones medidas a lo largo del eje vertical (y). A partir de estas trazas se puede determinar la frecuencia, por ejemplo, gráficamente contando los cruces por cero positivos. Sin embargo, estos ejes horizontal y vertical x e y están desviados del plano de oscilación planar un ángulo determinado como se ha descrito anteriormente. Si dicho ángulo se designa θ , entonces las frecuencias a lo largo de estos ejes x e y y determinadas a partir del gráfico de la figura 5 se pueden transformar al sistema de coordenadas de la varilla de palo de golf, que tiene ejes x' y y' que corresponden a un plano de oscilación planar estable y uno de uno o más planos de oscilación planar inestables, como sigue, donde f_1 es la frecuencia a un

ES 2 321 155 T3

ángulo θ del eje x, es decir, a lo largo del eje x' , y f_2 es la frecuencia a un ángulo θ del eje y ($\theta+90^\circ$ del eje x), es decir, a lo largo del eje y' :

$$f_1 = \left| \frac{f_x f_y (-f_y^2 \cos^2 \theta + 2f_y^2 \cos^4 \theta - 3f_x^2 \cos^2 \theta + 2f_x^2 \cos^4 \theta)^{0.5}}{f_y^2 \cos^2 \theta + f_x^2 \cos^2 \theta - f_x^2} \right|$$

$$f_2 = \left| \frac{f_x f_y (f_y^2 - 3f_y^2 \cos^2 \theta + 2f_y^2 \cos^4 \theta - f_x^2 \cos^2 \theta + 2f_x^2 \cos^4 \theta)^{0.5}}{f_y^2 \cos^2 \theta + f_x^2 \cos^2 \theta - f_x^2} \right|$$

Si f_1 es mayor que f_2 , entonces uno de los planos de oscilación planar estables de la varilla de palo de golf está a un ángulo θ con respecto al eje x. Si f_1 es menor que f_2 , entonces uno de los planos de oscilación planar estables de la varilla de palo de golf está a un ángulo θ con respecto al eje y, es decir, $\theta+90^\circ$ con respecto al eje x. Si la prueba de carga ha sido realizada y usada para determinar el ángulo inicial de vibración, entonces cabe esperar que el plano de oscilación planar estable así situado sea el plano de oscilación planar principal.

Aunque esta técnica matemática, para determinar cuál de los planos de oscilación planar ya identificado es el plano de oscilación planar principal, es rigurosa y exacta, es computacionalmente más intensiva de lo necesario en vista del objetivo. Por lo tanto, en otra realización preferida de la invención, como se describe anteriormente y con más detalle más adelante, la posición del plano de oscilación planar principal se sitúa a una aproximación de primer orden, es decir, al menos dentro del cuadrante correcto, determinando la orientación de la dirección de mayor resistencia a la curvatura o torsión de la varilla de palo de golf. Esto tiene el beneficio adicional de identificar rápidamente la dirección “delantera” del plano de oscilación planar principal, como se ha descrito anteriormente.

Una realización preferida del aparato 60 para implementar la presente invención se representa en las figuras 6-13. Aunque se podría hacer que el aparato 60 implementase la matemática rigurosa expuesta anteriormente, se ha determinado en práctica que un proceso iterativo más simple descrito más adelante logra resultados aceptables a menor costo. Por lo tanto, en una realización especialmente preferida, el aparato 60 usa dicho proceso más simple.

En la realización preferida, el aparato 60 incluye un conjunto de prueba de varilla 70 y una unidad de procesado 61. La unidad de procesado 61 puede ser cualquier sistema capaz de procesar datos de entrada procedentes de los sensores 77 y 74 del conjunto de prueba de varilla 70 y realizando los rigurosos cálculos matemáticos descritos anteriormente o los cálculos iterativos más simples descritos más adelante. Como se representa en la figura 6, el procesador 61 es preferiblemente un ordenador de propósito general tal como un ordenador personal, que puede estar basado, por ejemplo, en una unidad central de proceso (CPU) 62 PENTIUM® que se puede adquirir de Intel Corporation, de Santa Clara, California, que ejecuta una versión del sistema operativo WINDOWS® que se puede adquirir de Microsoft Corporation, de Redmond, Washington, y programado con software como se describe más adelante. Sin embargo, el procesador 61 también podría ser circuitería cableada o uno o más dispositivos lógicos programables programados dedicados a las funciones necesarias para localizar la espina de una varilla de palo de golf. En cualquier caso, el procesador 61 también incluye preferiblemente una memoria 63 y almacenamiento masivo 64.

El conjunto de prueba de varilla 70 incluye preferiblemente una base alargada 71, que es al menos tan larga como una varilla de palo de golf. En un extremo de base 71 hay un conjunto de medición 72, incluyendo un conjunto deflector 73 y un sensor de carga de deflexión 74. En el otro extremo de la base 71 hay un conjunto de sujeción y rotación de varilla 75, incluyendo un plato rotativo 76 para sujetar una varilla de palo de golf. El aparato 60 también incluye un conjunto sensor y masa de punta 77 que durante la prueba de una varilla de palo de golf está montado en el extremo distal de la varilla de palo de golf y coopera con el conjunto deflector 73.

Según se ve en la figura 8, el conjunto de sujeción y rotación de varilla 75 incluye preferiblemente un plato rotativo 76 que preferiblemente puede ser convencional, sujetando preferiblemente una varilla de palo de golf ejerciendo una fuerza radialmente hacia dentro sustancialmente uniforme alrededor de la circunferencia de la varilla. El plato 76 está montado preferiblemente en el extremo del eje 80, que se articula preferiblemente en cojinetes 81. Los cojinetes 81 están montados preferiblemente en soportes 82 de modo que el eje de rotación del eje 80, y por extensión el del plato 76 y la varilla de palo de golf comprobada, esté a una altura predeterminada por encima de la base 71. El extremo del eje 80 alejado del plato 76 está conectado preferiblemente mediante una junta universal 83 a un potenciómetro 84 que se usa como un sensor de posición angular como se describe más adelante. La junta universal 83 evita que cualquier ligera desalineación entre el eje del eje 80 y el eje del potenciómetro 84 dañe el potenciómetro 84. Igualmente, una tuerca de avance 85 está dispuesta preferiblemente en el eje 80 para actuar como un tope rotacional para limitar la rotación del eje 80 y por ello evitar el daño que podría resultar de la rotación excesiva del potenciómetro 84. Se puede disponer

ES 2 321 155 T3

un motor opcional 86 para girar el plato 76, aunque también se puede usar rotación manual. Además, es preferible proporcionar una fijación 87 para minimizar las vibraciones del plato 76 cuando gira. La fijación 87 proporciona preferiblemente un ajuste de rozamiento al plato 76 que es suficientemente ligero para permitir la rotación del plato 76. Se puede disponer tornillos 88 para regular la mordaza de fijación 87.

Según se ve en la figura 9, el conjunto de medición 72 incluye una chapa base 90 que está montada en la base 71. Una célula de carga 91, tal como un modelo LCAE-2KG, que se puede obtener de Omega Engineering, Inc., de Stamford, Connecticut, está montada en la chapa base 90, y un brazo de retención de punta de varilla 92 está montado en la célula de carga 91 en el lado de la célula de carga 91 enfrente de la chapa base 90, para una finalidad a describir más adelante. El conjunto de medición 72 también incluye preferiblemente un brazo deflector 93 montado pivotantemente en la chapa base 90. Preferiblemente, el brazo deflector 93 está montado de modo que al menos un lado 930 del mismo sea sustancialmente perpendicular a la chapa base 90, y de modo que pivote alrededor de un eje 94 que es sustancialmente paralelo a la chapa base 90.

El brazo deflector 93 tiene preferiblemente un saliente 931, que se extiende preferiblemente desde su lado 930. El saliente 931 tiene preferiblemente una superficie 932 que mira en dirección contraria al eje 94 que tiene sustancialmente la misma relación angular al lado 930 que el lado 100 del conjunto sensor y masa de punta 77 a lado 101 del conjunto sensor y masa de punta 77, por razones descritas más adelante.

Como se representa en la figura 10, el conjunto sensor y masa de punta 77 tiene preferiblemente un cuerpo 102 con una masa de entre aproximadamente 190 gramos y aproximadamente 220 gramos, y preferiblemente aproximadamente 200 gramos, para simular la masa de una cabeza de palo de golf en el extremo distal de una varilla de palo de golf. En otra realización, se podría disponer masas de punta diferentes para simular mejor los diferentes tipos de cabeza del palo, que tienen masas diferentes. Sin embargo, esta última realización sería más costosa, en la medida en que cada masa diferente necesitaría su propio conjunto de transductores para recoger datos de desplazamiento, así como diferentes cálculos en base a dichos datos.

La presencia del cuerpo 102 en el extremo de una varilla de palo de golf cuando la varilla se flexiona y puede oscilar durante la prueba según la presente invención, como se describe más adelante, no solamente imita el efecto de una cabeza del palo durante un basculamiento, sino que también proporciona “masa de reacción” que evita que las oscilaciones de la varilla se amortigüen antes de poder recoger datos suficientes. Los transductores que recogen los datos de desplazamiento son preferiblemente dos acelerómetros 103, 104, como el modelo 8303A que se puede obtener de Kistler Instrument Corp., de Amherst, Nueva York, alineados a lo largo de dos ejes diferentes. Preferiblemente, los dos ejes son ortogonales uno a otro, pero eso no es necesario: a condición de que la relación angular entre los ejes sea conocida, el movimiento registrado por los acelerómetros 103, 104 puede ser resuelto computacionalmente en dos componentes ortogonales. También preferiblemente, los dos ejes son paralelos y perpendiculares, respectivamente, a la base 71. Sin embargo, eso tampoco es necesario.

El conjunto sensor y masa de punta 77 tiene preferiblemente una estructura de unión para unión a la punta de una varilla de palo de golf. Preferiblemente, la estructura de unión incluye un agujero 105, de diámetro ligeramente mayor que una varilla media de palo de golf, en el cuerpo 102, en el que se puede introducir la varilla, y un tornillo de fijación 106 para apretar el cuerpo 102 sobre la varilla. Alternativamente, se puede prever algún tipo de fijación de liberación rápida, en particular para uso en un sistema automatizado como se describe más adelante.

Como se ha explicado anteriormente, hay preferiblemente la misma relación entre las orientaciones de los lados 100, 101 del conjunto sensor y masa de punta 77 que entre las superficies 930, 932 del brazo deflector 93. Esto tiene la finalidad de que el conjunto sensor y masa de punta 77 se pueda alinear repetidas veces de la misma forma para cada prueba, apoyando los lados 100, 101 contra las superficies 930, 932.

Para probar una varilla de palo de golf, se monta la varilla 110 en el plato 76 como se representa en la figura 11. La punta, o el extremo distal, de la varilla 110 se flexiona entonces y retiene debajo del labio 120 del brazo de retención de punta de varilla 92, como se representa en transparencia en la figura 11, de modo que la célula de carga 91 pueda medir la fuerza de restauración que hace que la varilla 110 se enderece. Entonces se gira el plato 76 manualmente o con el motor 86 preferiblemente bajo el control del procesador 61, mientras que la fuerza de restauración es registrada por el ordenador 61 en función del ángulo, determinado por el potenciómetro 84, a que se aplica un voltaje conocido. Mediante técnicas conocidas de división de voltaje, la resistencia cambiante se traduce a voltaje cambiante, que puede ser convertido a un ángulo.

Cabría esperar que cuando la fuerza de restauración hacia arriba sea máxima, el punto de asimetría máxima de la varilla, que representa el lado duro del plano de oscilación planar principal, mire hacia arriba. Sin embargo, se ha hallado empíricamente que no es así, sino que el lado duro está dentro del cuadrante que mira hacia arriba cuando se mide la fuerza máxima. Por lo tanto, el ángulo de la fuerza máxima se registra en esta porción estática de la prueba, y se realiza el resto de la prueba, que es dinámica.

En la porción dinámica de la prueba, la punta o extremo distal de varilla de golf 110 se oscila en posición con el conjunto sensor y masa de punta 77. Mientras que en la porción estática de la prueba la punta se flexiona preferiblemente verticalmente, en la porción dinámica de la prueba la deflexión es preferiblemente horizontal, aunque se puede usar cualquier dirección en cualquier porción de la prueba. La razón de preferir la deflexión horizontal en la porción

ES 2 321 155 T3

dinámica de la prueba es que, en primer lugar, se minimiza el efecto que la gravedad que actúa en la masa de punta tiene en los resultados, y, en segundo término, es más fácil oscilar la varilla sin que choque en la base 71. Por lo tanto, antes de iniciar la porción dinámica de la prueba, el plato 76 se gira preferiblemente aproximadamente 90°, de modo que la orientación estimada de la espina, o el plano de oscilación planar principal, que había sido vertical, es ahora horizontal.

En el aparato descrito hasta ahora, se aplica el conjunto sensor y masa de punta 77, y se imparte un impulso horizontal, a la varilla de palo de golf 110, como sigue. Manteniendo en el plato 76 el extremo próximo o de mango 111 de la varilla de palo de golf 110, y estando erigido el brazo deflector 93, el agujero 105 del cuerpo 102 del conjunto sensor y masa de punta 77 se coloca sobre el extremo distal o de punta 112 de la varilla de palo de golf 110. El conjunto sensor y masa de punta 77 es manipulado entonces hasta que las superficies 100, 101 del cuerpo 102 apoyan firmemente contra las superficies 930, 932 del brazo deflector 93, poniendo los acelerómetros 103, 104 en sus orientaciones predeterminadas deseadas. Para ello se usa una porción de la superficie 100 no ocupada por el acelerómetro 103, de modo que el acelerómetro 103 no interfiera con el asiento del cuerpo 102. Aunque los acelerómetros 103, 104 se representan conectados al procesador 61 por cables 62, se podría prever una conexión inalámbrica (no representada).

Se suministra un impulso preferiblemente sustancialmente horizontal al conjunto sensor y masa de punta 77 desviando la punta 112 de la varilla de palo de golf 110 al lado 120 del brazo deflector 93 enfrente del lado 930, según se ve en la figura 12, y entonces, preferiblemente en un movimiento repentino, pivotando el brazo deflector 93 de su posición erigida, dejando que la fuerza de restauración en varilla flexionada de palo de golf 110 proporcione un impulso horizontal para que la punta 112 de la varilla de palo de golf 110 comience a vibrar, junto con el conjunto sensor y masa de punta 77, de la manera descrita anteriormente en conexión con las figuras 2-5.

Aunque la deflexión inicial de la varilla de palo de golf 110 detrás del brazo deflector 93, así como el pivote del brazo deflector 93 para permitir que la punta 112 oscile, se pueden realizar manualmente, también se puede llevar a cabo automáticamente. Así, un brazo 121 que soporta un dedo 122, movido por un motor 123 a través de un engranaje adecuado o articulación 124 que realiza los necesarios componentes de movimiento horizontal y vertical, puede ser usado para mover la punta 112 de la varilla de palo de golf 110 de su posición neutra 1200 a la posición detrás del brazo deflector 93. Esto podría implicar movimiento tanto vertical como horizontal de la punta 110 por el dedo 122, o el dedo 122 se podría mover únicamente horizontalmente mientras el motor 125 pivota el brazo deflector 93 de forma temporal y posteriormente restaura el brazo deflector 93 a la posición erigida. Igualmente, el pivote del brazo deflector 93 para dejar que comience la oscilación se puede llevar a cabo con el motor 125 en lugar de manualmente.

Como otra alternativa, en lugar de aplicar un impulso desviando la varilla 110 detrás del brazo deflector 93 y liberando posteriormente el brazo 93, se podría utilizar un émbolo o pistón horizontal (no representado) para golpear el conjunto sensor y masa de punta 77 rápidamente y durante un corto tiempo.

Cada acelerómetro 103, 104 registra la aceleración en una de dos direcciones respectivas, que son preferiblemente ortogonales una a otra, y preferiblemente son horizontales y verticales, respectivamente. Sin embargo, se puede usar cualesquiera dos direcciones, a condición de que sean conocidas, y se puedan calcular los componentes horizontal y vertical. Las aceleraciones se integran preferiblemente en el tiempo con el fin de determinar los desplazamientos horizontal y vertical. Alternativamente, el desplazamiento puede ser medido directamente, por ejemplo, proporcionando, en lugar de acelerómetros 103, 104, una fuente de luz, tal como un láser o diodo fotoemisor (no representado), en el extremo del conjunto sensor y masa de punta 77 que emita luz a lo largo de la dirección del eje longitudinal de la varilla de palo de golf 110. Se podría colocar una serie de detectores fotosensibles (tampoco representados) sustancialmente perpendiculares al haz de luz emitido, lo que seguiría el desplazamiento de la punta 112 en la serie de detectores, registrando el desplazamiento directamente. Independientemente de cómo se recogen los datos, se pueden representar en función del tiempo y usar para derivar datos de desplazamiento y frecuencia que posteriormente se utilizan, como se ha descrito anteriormente, para determinar matemáticamente la orientación angular preferida en que está el plano de oscilación planar. La dirección del plano de oscilación planar más próxima a la orientación estimada determinada por la célula de carga 91 se consideraría el lado “duro” del plano de oscilación planar principal o espina de varilla de palo de golf 110, que preferiblemente se deberá alinear perpendicular a, y mirando a, o en cualquier otra orientación predeterminada con respecto a, la cara de cabeza del palo. Sin embargo, la prueba de la célula de carga se podría eliminar en la medida en que alinear la varilla de palo de golf 110 con el plano de oscilación planar en una orientación deseada con respecto a la cara de cabeza del palo, si el lado duro del plano de oscilación planar mira hacia o lejos de la cara, es mejor que tener el plano de oscilación planar en una orientación aleatoria con relación a la cara de cabeza del palo, y también en la medida en que alinear cualquier plano de oscilación planar con respecto a la cara de cabeza del palo, aunque no sea el plano de oscilación planar principal, es mejor que una orientación aleatoria. Se deberá recordar, sin embargo, que si se halla un plano de oscilación planar aleatorio, más bien que el plano de oscilación planar principal, para cada varilla de palo de golf en un conjunto, entonces aunque el plano de oscilación planar así hallado para cada varilla esté orientado igualmente con relación a su respectiva cabeza del palo, no se puede suponer que el conjunto está orientado uniformemente.

Una vez determinada la posición de la espina, la varilla 110 se marca preferiblemente para indicar la orientación de la espina, o al menos del plano de oscilación planar. La marcación se puede realizar aplicando un pigmento (por ejemplo, pintura o tinta) a la superficie de la varilla 110. Por ejemplo, se podría montar un marcador de tinta 130 que tiene una punta marcadora 131 en un bastidor 132 como se representa en la figura 13. Después de determinar la orientación preferida, la varilla 110 se puede girar de modo que la orientación preferida se alinee con la punta de

ES 2 321 155 T3

marcación 131, que entonces aplica una marca a la varilla 110. Alternativamente, 130 podría representar un depósito de pintura, mientras que 131 representaría un pincel. Como otra alternativa, la marcación de la varilla 110 se podría realizar usando un haz de energía dirigida o un haz de partículas para marcar la superficie de varilla 110. En tal alternativa, 130 podría representar un láser de alta energía, mientras que 131 representaría el haz láser, o 130 podría representar una pistola de electrones mientras que 131 representaría el haz de electrones. Opcionalmente, la varilla 110 o el conjunto de marcación se podrían desplazar paralelos al eje longitudinal de la varilla de modo que la marcación en la varilla sea una línea en lugar de un punto, con el fin de aumentar su visibilidad.

El método preferido 140 según la invención para localizar la orientación preferida (es decir, cualquier plano de oscilación planar o el plano de oscilación planar principal o “espina”), usando el aparato 60, se representa en las figuras 14-17. El método 140 empieza preferiblemente con la prueba de carga 141, descrita anteriormente, que usa la célula de carga 91 para estimar la orientación del plano de oscilación planar principal y que identifica al menos cuál de los dos lados del plano de oscilación planar principal es el lado “duro” del plano de oscilación planar. La prueba de carga 141 se podría omitir, pero solamente si se está preparado para hallar cualquier plano de oscilación planar, más bien que el plano de oscilación planar principal en particular. Donde se realiza la prueba de carga para el paso 141, el resultado se usa como un punto de inicio de localización del plano de oscilación planar 143, a continuación. Alternativamente, la prueba de carga 141 se podría realizar en base autónoma para medir la simetría de una varilla.

Después de realizar la prueba de carga 141, se lleva a cabo una prueba opcional de “logo arriba” 142. Los palos de golf convencionales se montan típicamente con el logo del fabricante, que va impreso en la varilla, mirando hacia la cara de cabeza del palo, en lo que se denomina una configuración de “logo arriba” (algunos fabricantes alinean el logo a 180° de la cara de cabeza del palo en una configuración de “logo abajo”, o en otras configuraciones). Dado que el logo va impreso en una posición aleatoria en la circunferencia de la varilla, la alineación de “logo arriba” es puramente aleatoria. La prueba de logo arriba 142 simplemente recoge datos relativos a la oscilación de una varilla de palo de golf en su orientación instalada en fábrica.

Como se ha descrito anteriormente, el procedimiento de localización del plano de oscilación planar 143 se realiza a continuación. Después de llevar a cabo el procedimiento 143, se realiza un paso opcional de impresión de informe 144, en el que se imprimen algunos o todos los varios parámetros relativos la varilla de golf cuya orientación preferida se ha hallado. Finalmente, en un paso de almacenamiento opcional 145, se guardan varios datos adquiridos durante los pasos 141-144 (por ejemplo, en el almacenamiento masivo 64).

La prueba de carga 141 se representa con más detalle en la figura 15. En el paso 150, una varilla de palo de golf 110, que se puede haber quitado de un palo de golf, se coloca en el plato 76 en un ángulo inicial arbitrario. La punta 112 de la varilla de palo de golf 110 se flexiona y retiene debajo del brazo de retención de punta de varilla 92 de modo que la fuerza de restauración en la varilla flexionada 110 sea medida por la célula de carga 91. La varilla se puede flexionar y fijar manualmente, o la deflexión y fijación se pueden llevar a cabo automáticamente. Así, se puede usar un brazo 126 que soporta un dedo 127, movido por un motor 128, a través de engranaje o articulación adecuado 129 que proporciona los componentes necesarios de movimiento horizontal y vertical, para mover la punta 112 de la varilla de palo de golf 110 de su posición neutra 1200 a la posición 1201 debajo del brazo de retención de punta de varilla 92.

Una vez que la punta 112 está debajo del brazo de retención de punta de varilla 92, en el paso 151 se gira preferiblemente el plato 76 aproximadamente 200° en una dirección (que se puede designar la dirección de rotación negativa). A continuación, en el paso 152, el plato 76 se gira al menos 360° en la dirección opuesta (que se puede designar la dirección positiva de rotación) mientras se adquieren datos de la célula de carga 91 y se registran en función del ángulo. Preferiblemente, en el paso 152, el plato 76 se gira aproximadamente 400° y se desechan 40° (preferiblemente los 20° primeros y últimos). Alternativamente, sin embargo, se puede omitir la rotación inversa del paso 151, a condición de que los datos sean registrados a través de al menos 360°, y si los datos son registrados a través de más de 360°, entonces se puede usar cualquier cantidad de rotación superior a 360° y se puede desechar cualquier porción, toda al inicio, toda al final, o cualquier combinación de inicio y fin, para proporcionar datos por valor de 360°.

En el paso 153 se examinan los datos recogidos en el paso 152, y se determina el ángulo A correspondiente a la carga máxima medida por la célula de carga 91. Si se desea, la carga en función del ángulo puede ser representada para visualización. A continuación, en el paso 154, el ángulo de inicio S, para uso en la prueba de localización de plano de oscilación planar 143, se pone a A-90°. Esto tiene en cuenta el cambio de orientación de vertical a horizontal entre la prueba de carga 141 y la prueba de localización de plano de oscilación planar 143, como se ha descrito anteriormente.

Después de la terminación de la prueba de carga 141, se puede llevar a cabo la prueba “logo arriba” 142, representada en detalle en la figura 16. La finalidad de la prueba de “logo arriba” tiene la finalidad primaria de proporcionar una comparación “antes” con el resultado “después” a obtener después de realizar la prueba de localización de plano de oscilación planar 143. Por lo tanto, como se ha indicado anteriormente, la prueba de “logo arriba” 142 es opcional. En particular, mientras que la prueba de “logo arriba” 142 puede ser usada primariamente como una herramienta promocional en una situación postventa, es decir, por un reparador de palo de golf, para mostrar la mejora obtenida realineando la varilla de un palo de golf según la invención, probablemente no la usaría un fabricante de palos de golf que produzca palos de golf de “espina alineada”, porque no hay necesidad de mostrar datos comparativos.

La prueba de “logo arriba” 142 comienza en el paso 160 donde la varilla de palo de golf 110, que de nuevo puede haberse quitado de un palo de golf, se coloca en el plato 76. Si previamente había sido parte de un palo de golf

ES 2 321 155 T3

terminado, la varilla 110 se coloca en el plato 76 en la misma orientación en que se orientó en el palo de golf, como un jugador de golf colocaría el palo junto a una bola antes del inicio del swing del jugador de golf. En la mayoría de los casos, esto sería con el logo del fabricante mirando hacia arriba, pero a veces el logo mira abajo o en una dirección aleatoria. Si la prueba 142 se realiza en una varilla de palo de golf que nunca ha sido parte de un palo de golf, entonces se comprueba preferiblemente con su logo hacia arriba. El conjunto sensor y masa de punta 77 se monta entonces en la punta 112 de la varilla 110.

A continuación, en el paso 161, se aplica un impulso al conjunto sensor y masa de punta 77 en una de las formas descritas anteriormente y se recogen datos de aceleración ortogonal, preferiblemente, horizontal y vertical, preferiblemente durante aproximadamente 4 segundos. Estos datos se integran preferiblemente en el paso 162 con el fin de obtener datos de desplazamiento ortogonal, preferiblemente horizontal y vertical en función del tiempo, que se guardan preferiblemente en el paso 163 para posterior comparación con los resultados después de la alineación de la espina de la varilla 110. Y los datos también se representan preferiblemente en el paso 163 para presentarlos al propietario del palo de golf del que la varilla 110 es una parte. El desplazamiento máximo fuera del plano, es decir, preferiblemente el desplazamiento vertical máximo, preferiblemente también se guarda en el paso 163 para presentación al propietario. Ahora termina la prueba 142.

El sistema pasa a continuación a la prueba de localización de plano de oscilación planar 143. Como se representa en la figura 17, la prueba 143 empieza en el paso 170 donde un contador J se pone a cero. A continuación, en el paso 171, el plato 76, que todavía sujeta la varilla 110, se gira al ángulo de inicio S previamente calculado. Si no se calculase el ángulo de inicio S, la prueba 143 empieza en un ángulo arbitrario.

En el paso 172, si el conjunto sensor y masa de punta 77 no se ha unido previamente a la punta 112 se une, y en cualquier caso se aplica un impulso al conjunto sensor y masa de punta 77 en una de las formas descritas anteriormente y se recogen datos de aceleración ortogonal, preferiblemente horizontal y vertical, preferiblemente durante aproximadamente 4 segundos. Estos datos se integran preferiblemente en el paso 173 para obtener datos de desplazamiento ortogonal, preferiblemente horizontal y vertical, en función del tiempo. En el paso 174, el contador J se incrementa en uno. En la prueba 175, el sistema comprueba si $J=1$. Si, como en este primer paso, $J=1$, el sistema salta directamente al paso 177.

En el paso 177, el sistema pone una variable $YMAX(J)$ igual al valor máximo de desviación del plano de paso 173. El sistema pasa entonces a la prueba 178 donde determina si $J=1$, lo que significa que es el primer paso del bucle. Siempre hay preferiblemente al menos tres pasos del bucle. Si en la prueba 178 $J=1$, el ángulo S se incrementa 10° en el paso 179. En el paso 1700, con el fin de mantener S entre $+180^\circ$ y -180° , si $S > 180^\circ$, entonces S se pone a $S-360^\circ$. A continuación, en el paso 1701 se determinan las frecuencias de las oscilaciones horizontal y vertical; esto se puede hacer a partir de los datos de desplazamiento en función del tiempo del paso 173. Los datos de frecuencia se usan comúnmente para medir la rigidez de las varillas de palos de golf y estos datos son útiles para comparación.

Después del paso 1701, el sistema vuelve al paso 172, y de nuevo se realizan los pasos 172-174. Esta vez, en la prueba 175 $J \neq 1$, y en el paso 176 los datos de paso 173 se guardan junto con el ángulo S, y el sistema pasa al paso 177. De nuevo en el paso 177 la variable $YMAX(J)$ se iguala al máximo del valor de desviación del plano del paso 173. Esta vez, en la prueba 178 $J \neq 1$, y el sistema pasa a la prueba 1702 para determinar si $J=2$. En este segundo paso, $J=2$ y el sistema pasa a la prueba 1703 para determinar si $YMAX(J) > YMAX(J-1)$. Si no, eso significa en esta iteración que las excursiones fuera de plano son menores, lo que significa que el ángulo S está más próximo a la orientación preferida, es decir, al plano de oscilación planar, y en el paso 1704 la variable SIGN se pone a +1. La variable Y se pone al valor de $YMAX(J)$, y la variable AMP se pone a 1,0, y el sistema pasa al paso 1706. Si en la prueba 1703 $YMAX(J) > YMAX(J-1)$, eso significa en esta iteración que las excursiones fuera de plano son mayores, lo que significa que el ángulo S está más lejos del plano de oscilación planar, y en el paso 1705 la variable SIGN se pone a -1, la variable S(J) se pone al valor de S(J-1), la variable $YMAX(J)$ se pone al valor de la variable $YMAX(J-1)$ y la variable Y se pone entonces al valor de $YMAX(J)$, y la variable AMP se pone de nuevo a 1,0. Y el sistema pasa al paso 1706. Obsérvese que en el paso 1704 o el paso 1705, AMP se puede poner a un valor más alto haciendo que el resultado converja antes, pero con menor exactitud, mientras que poner AMP más bajo incrementa la exactitud, pero aumenta el número de iteraciones antes de la convergencia. Esto es un compromiso entre velocidad y exactitud.

En el paso 1706 el sistema calcula la variable $POP = SIGN(45 - (90/\pi) \cos^{-1}(Y/AMP))$, y en el paso 1707 el valor de S se pone a $S+POP$. En el paso 1708, con el fin de mantener S entre $+180^\circ$ y -180° , si $S > 180^\circ$, entonces S se pone a $S-360^\circ$. Igualmente, en el paso 1709, con el fin de mantener S entre $+180^\circ$ y -180° , si $S < -180^\circ$, entonces S se pone a $S+360^\circ$. El sistema vuelve entonces al paso 1701 para calcular las frecuencias, y de nuevo vuelve al paso 172. Esta vez en el tercer paso de la prueba 178 $J \neq 1$, y en la prueba 1702 $J \neq 2$, y el sistema pasa a la prueba 1710 para determinar si $YMAX(J) > YMAX(J-1)$. Si lo es, los valores son convergentes, y el sistema pasa a la prueba 1711 para determinar si la excursión fuera de plano en la última iteración ($YMAX(J-1)$) es menos que la excursión máxima fuera de plano durante la prueba de "logo arriba" 142. Si lo es, entonces la orientación corriente es la orientación preferida, y en el paso 1712 la variable POP, que representa la orientación preferida, se pone al valor de la variable S, que representa la orientación corriente. En el paso 1713, las frecuencias de la varilla se calculan de nuevo como en el paso 1701, y la prueba 143 termina en 1714.

Si en la prueba 1711. La excursión fuera de plano en la última iteración ($YMAX(J-1)$) no es menor que la excursión máxima fuera de plano durante la prueba de "logo arriba" 142, entonces en el paso 1715, la variable POP, que

ES 2 321 155 T3

representa la orientación preferida, se pone al ángulo de “logo arriba”. En el paso 1713, las frecuencias de la varilla se calculan de nuevo como en el paso 1701. Y la prueba 143 termina en 1714.

Si en la prueba 1710, $Y_{MAX}(J) > Y_{MAX}(J-1)$, entonces los valores no han convergido, entonces en el paso 1716, Y se pone al valor de $Y_{MAX}(J)$. El sistema recalcula entonces POP en el paso 1706 y desde allí recorre el bucle al menos una vez más.

Si la prueba opcional de “logo arriba” 142 no se realiza, entonces si la prueba 1710 indica convergencia, no se lleva a cabo la prueba 1711 y el sistema pasa directamente de la prueba 1710 al paso 1712.

Después de completar la prueba de localización de plano de oscilación planar 143, el sistema pasa al paso de impresión de informe 144 donde se imprimen preferiblemente (y determinan si es necesario) los valores de los datos siguientes: carga en función del ángulo (determinado en la prueba de carga 141); índice de simetría de carga (LSI), que es una medida de la variabilidad de rigidez de la varilla ($LSI=100(1-((P_{max}-P_{min})/P_{max}))$), donde P_{max} y P_{min} son las cargas máxima y mínima, respectivamente, medidas en el paso 152); gráfico de desplazamiento en el ángulo de “logo arriba”; gráfico de desplazamiento en el ángulo POP; desplazamiento en función del tiempo en el ángulo de “logo arriba” y los ángulos POP “duro” y “blando” (los dos últimos deberán estar separados exactamente 180°); las frecuencias horizontal y vertical y las excursiones máximas fuera de plano en los ángulos de “logo arriba” y POP; y un índice de frecuencia igual a la relación de la frecuencia horizontal en el ángulo POP a la frecuencia horizontal en el ángulo de “logo arriba”, que es una medida comparativa, en forma de una mejora porcentual, de la rigidez en la dirección de golpeo como entre la configuración de “logo arriba” original del palo de golf y la configuración de espina alineada.

A continuación, los datos se guardan en el paso 145. En almacenamiento pleno se guardan todos los datos. También hay preferiblemente un “almacenamiento quack” en el que se guardan todos los datos impresos en el paso 144 excepto los datos completos de carga en función del ángulo y los datos de desplazamiento completos en los ángulos de “logo arriba” y POP. Después del paso de almacenamiento 145, el proceso 140 termina en 146.

El proceso y aparato según la presente invención pueden ser usados como parte de un proceso o aparato mayores para montar palos de golf, para producir palos de golf de “espina alineada”. Así, cada varilla de palo de golf 110 que ha sido marcada con una marca de referencia en una posición predeterminada con relación a la posición de la espina, la orientación preferida o el plano de oscilación planar (tanto si se marca como si no para indicar el lado “duro”), se puede pasar a una estación de montaje de palos de golf donde la marcación en la varilla es identificada y usada para montar un palo de golf con la espina o plano de oscilación planar preferiblemente sustancialmente perpendiculares a la cara del palo de golf. Dependiendo de las velocidades relativas del aparato de localización del plano de oscilación planar 60 en comparación con la estación de montaje de palos de golf, se puede disponer más o menos estaciones de localización de plano de oscilación planar o estaciones de montaje, según sea apropiado. Así, se puede usar varias estaciones de localización de plano de oscilación planar 60 para alimentar una sola estación de montaje de palos de golf. Se puede disponer una tolva en la estación de montaje de palos de golf de manera que actúe como un amortiguador en caso de que la estación de montaje se ralentice o pare, o no esté preparada para recibir una nueva varilla de palo de golf 110 en el momento en que la varilla llegue.

La estación de montaje de palos de golf está equipada preferiblemente con un escáner para identificar la marca hecha en la varilla de palo de golf 110 indicando la posición del plano de oscilación planar. Una vez que la marca ha sido identificada, la varilla 110 se gira de manera que la marca esté en una orientación predeterminada para el tipo de cabeza de palo de golf a unir a la varilla 110 y que la cabeza de palo de golf se mantenga en una orientación predeterminada cuando la varilla 110 esté montada en la cabeza de palo de golf.

Alternativamente, cada cabeza de palo de golf podría estar provista de una marca de alineación con la que debe coincidir la marcación en la varilla de palo de golf 110. Un escáner explora las marcas de alineación en la varilla 110 y la cabeza de palo de golf y gira la varilla 110 hasta que las dos marcas estén alineadas. Esto elimina la necesidad de que el mecanismo de sujeción de cabeza de palo de golf “conozca” una orientación específica en la que mantener cada tipo diferente de cabeza de palo de golf para alineación con la varilla marcada. En cambio, cada cabeza de palo de golf se puede mantener en la misma orientación, y cuando la varilla 110 se aproxima para montaje, la varilla 110 se puede girar hasta que la marcación en la varilla 110 y la marcación en la cabeza de palo de golf estén alineadas antes de que la varilla 110 se una a la cabeza de palo de golf.

El aparato 180 para montar palos de golf según la presente invención se representa en las figuras 18 y 19. El aparato 180 incluye al menos un aparato 60 (se representa uno), un transportador 181 para sacar varillas terminadas 110 del aparato 60 y depositarlas en una tolva 182, un mecanismo de alimentación 183 para alimentar cada varilla 110 desde la tolva 182 a la estación de montaje 184, y la estación de montaje 184 propiamente dicha.

En la estación de montaje 184, el alimentador 183 incluyendo brazos 185 conectados a un motor (no representado) suministra la varilla 110 al plato 190, similar al plato 76, que sujeta rotativamente la varilla 110 por su extremo próximo. El agarrador 191 sujeta una cabeza de palo de golf 192, que puede o no llevar una marca de alineación 193; si no hay marca de alineación 193, la cabeza de palo de golf 192 es sujeta por el agarrador 191 en una posición conocida, que puede diferir con los diferentes tipos de cabezas de palo de golf. Un escáner 194 explora la marca 195 en la varilla 110 cuando gira el plato 190. Cuando el escáner 194 identifica la marca 195, el procesador 61 ordena que

ES 2 321 155 T3

el plato 190 alinee la marca 195 con la marca de alineación 193 localizada por el escáner 196, o con una orientación predeterminada de la cabeza de palo de golf 192. El plato 190 y el agarrador 191 son movidos entonces conjuntamente moviendo uno o ambos, y la varilla 110 se une a la cabeza de palo de golf 192 de forma por lo demás convencional, usando adhesivos, férulas, etc, según sea necesario.

5

Se ve, pues, que se facilitan un método y aparato para determinar rápida y fiablemente la orientación angular preferida de una varilla de palo de golf, y para usar la determinación de la orientación angular preferida para montar automáticamente palos de golf con cada varilla de palo de golf respectiva sistemáticamente alineada con relación a la cara respectiva del palo. Los expertos en la técnica apreciarán que la presente invención se puede poner en práctica en realizaciones distintas de las descritas, que se presentan a efectos de ilustración y no de limitación, y la presente invención se limita solamente por las reivindicaciones siguientes.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Un método de determinar una orientación angular preferida de una varilla de palo de golf alrededor de su eje longitudinal, teniendo dicha varilla de palo de golf un extremo próximo para agarre por un jugador de golf y un extremo distal para unión a una cabeza de palo de golf, incluyendo dicho método:
- 5 immobilizar un primer extremo de dicho extremo próximo y dicho extremo distal de dicha varilla de palo de golf;
- 10 iniciar el movimiento vibratorio de un segundo extremo de dicho extremo próximo y dicho extremo distal de dicha varilla de palo de golf en una dirección distinta a la paralela a dicho eje longitudinal;
- analizar dicho movimiento vibratorio; y
- 15 calcular dicha orientación angular preferida a partir de dicho movimiento vibratorio analizado.
2. El método de la reivindicación 1 incluyendo además:
- localizar una orientación de lado duro:
- 20 immobilizando un primer extremo de dicho extremo próximo y dicho extremo distal de dicha varilla de palo de golf;
- desplazando un segundo extremo de dicho extremo próximo y dicho extremo distal, en una dirección distinta a la paralela a dicho eje longitudinal, a un estado desplazado;
- 25 girando dicho extremo immobilizado al menos aproximadamente 360° de desplazamiento angular manteniendo al mismo tiempo dicho extremo desplazado en dicho estado desplazado;
- 30 midiendo la fuerza que tiende a restablecer dicho extremo desplazado de dicho estado desplazado durante dicho giro, y asociando la fuerza medida con el desplazamiento angular; e
- identificando como dicha orientación de lado duro un desplazamiento angular asociado con la fuerza de medición máxima.
- 35 3. El método de la reivindicación 2, incluyendo además:
- alineal dicha varilla de palo de golf immobilizada de modo que una orientación angular predeterminada esté en una posición angular preseleccionada con relación a dicho eje longitudinal;
- 40 iniciar un segundo movimiento vibratorio de dicho segundo extremo de dicho extremo próximo y dicho extremo distal en una dirección distinta a la paralela a dicho eje longitudinal;
- medir la frecuencia de dicho segundo movimiento vibratorio en una dirección seleccionada;
- 45 realinear dicha varilla de palo de golf immobilizada de modo que dicha orientación angular preferida esté en dicha posición angular preseleccionada con relación a dicho eje longitudinal;
- iniciar un tercer movimiento vibratorio de dicho segundo extremo de dicho extremo próximo y dicho extremo distal en una dirección distinta a la paralela a dicho eje longitudinal;
- 50 medir la frecuencia de dicho tercer movimiento vibratorio en dicha dirección seleccionada; y
- calcular un índice de frecuencia como una relación de dicha frecuencia de dicho tercer movimiento vibratorio a dicha frecuencia de dicho segundo movimiento vibratorio.
- 55 4. El método de la reivindicación 3, donde dicho inicio de un tercer movimiento vibratorio y la medición de la frecuencia de dicho tercer movimiento vibratorio tienen lugar después de dicho inicio de un segundo movimiento vibratorio y la medición de la frecuencia de dicho segundo movimiento vibratorio.
- 60 5. El método de la reivindicación 3, donde dicho inicio de un tercer movimiento vibratorio y la medición de la frecuencia de dicho tercer movimiento vibratorio tienen lugar antes de dicho inicio de un segundo movimiento vibratorio y la medición de la frecuencia del segundo movimiento vibratorio.
6. El método de la reivindicación 3, donde dicha posición angular preseleccionada es sustancialmente vertical.
- 65 7. El método de la reivindicación 3, donde dicha dirección seleccionada es sustancialmente horizontal.

8. El método de la reivindicación 3, donde dicha orientación angular predeterminada se determina por un logo de fabricante en dicha varilla de palo de golf.

9. Aparato para determinar una orientación angular preferida de una varilla de palo de golf alrededor de su eje longitudinal, teniendo dicha varilla de palo de golf un extremo próximo para agarre por un jugador de golf y un extremo distal para unión a una cabeza de palo de golf, incluyendo dicho aparato:

una fijación (87) para inmovilizar un primer extremo de dicho extremo próximo y dicho extremo distal de dicha varilla de palo de golf;

un generador de vibración (73) para iniciar el movimiento vibratorio de un segundo extremo de dicho extremo próximo y dicho extremo distal de dicha varilla de palo de golf en una dirección distinta a la paralela a dicho eje longitudinal;

al menos un sensor (77) para medir dicho movimiento vibratorio; y

un procesador (61) para calcular dicha orientación angular preferida a partir de dicho movimiento vibratorio medido.

10. El aparato de la reivindicación 9, donde:

dicho generador de vibración (73) incluye medios para iniciar un segundo movimiento vibratorio de dicho segundo extremo de dicho extremo próximo y dicho extremo distal en una dirección distinta a la paralela a dicho eje longitudinal cuando dicha varilla de palo de golf inmovilizada se alinea de modo que una orientación angular predeterminada esté en una posición angular preseleccionada con relación a dicho eje longitudinal; y medios para iniciar un tercer movimiento vibratorio de dicho extremo próximo y dicho extremo distal en una dirección distinta a la paralela a dicho eje longitudinal cuando dicha varilla de palo de golf inmovilizada está alineada de modo que dicha orientación angular preferida esté en dicha posición angular preseleccionada con relación a dicho eje longitudinal;

dicho al menos único sensor (77) incluye un sensor de frecuencia para medir frecuencias de dicho segundo y tercer movimiento vibratorios en una dirección seleccionada; y

dicho procesador (61) calcula un índice de frecuencia como una relación de dicha frecuencia de dicho tercer movimiento vibratorio a dicha frecuencia de dicho segundo movimiento vibratorio.

11. El aparato de la reivindicación 10 donde dicho generador de vibración (73) incluye medios para iniciar dicho tercer movimiento vibratorio después de iniciar dicho segundo movimiento vibratorio.

12. El aparato de la reivindicación 10, donde dicho generador de vibración (73) incluye medios para iniciar dicho segundo movimiento vibratorio después de iniciar dicho tercer movimiento vibratorio.

13. El aparato de la reivindicación 10, donde dicha posición angular preseleccionada es sustancialmente vertical.

14. El aparato de la reivindicación 10, donde dicha dirección seleccionada es sustancialmente horizontal.

15. El aparato de la reivindicación 10, donde dicha orientación angular predeterminada se determina por un logo de fabricante en dicha varilla de palo de golf.

16. Un método de montar un palo de golf, incluyendo dicho palo de golf una varilla de palo de golf y una cabeza de palo de golf, donde dicha varilla de palo de golf tiene una orientación angular preferida con relación a dicha cabeza de palo de golf, incluyendo dicho método:

determinar una orientación angular preferida de dicha varilla de palo de golf alrededor de su eje longitudinal por el método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8; y

unir dicha varilla de palo de golf a dicha cabeza de palo de golf con dicha orientación angular preferida en una relación predeterminada a dicha cabeza de palo de golf.

17. El método de la reivindicación 16, donde:

dicha cabeza de palo de golf incluye una cara sustancialmente plana; y

dicha relación predeterminada incluye una relación angular predeterminada entre dicha orientación angular preferida de dicha varilla de palo de golf y dicha cara sustancialmente plana.

18. El método de la reivindicación 17, donde dicha orientación angular preferida de dicha varilla de palo de golf es sustancialmente perpendicular a dicha cara sustancialmente plana.

19. El método de la reivindicación 1 o 16, donde:

5 dicho primer extremo de dicho extremo próximo y dicho extremo distal de dicha varilla de palo de golf es dicho extremo próximo; y dicho segundo extremo de dicho extremo próximo y dicho extremo distal de dicha varilla de palo de golf es dicho extremo distal.

20. El método de la reivindicación 1 o 16, incluyendo además montar una masa de reacción en dicho extremo distal antes de dicho inicio.

10 21. El método de la reivindicación 20, donde dicho inicio incluye aplicar un impulso a dicha varilla de palo de golf en una dirección distinta a la paralela a dicho eje longitudinal.

22. El método de la reivindicación 21 donde dicha aplicación de un impulso incluye:

15 desplazar dicho extremo distal de dicha varilla de palo de golf en una dirección distinta a la paralela a dicho eje longitudinal; y liberar dicho extremo distal desplazado.

23. El método de la reivindicación 1 o 16, donde dicho inicio incluye aplicar un impulso a dicha varilla de palo de golf en una dirección distinta a la paralela a dicho eje longitudinal.

20 24. El método de la reivindicación 23, donde dicha aplicación de un impulso incluye:

desplazar dicho extremo distal de dicha varilla de palo de golf en una dirección distinta a la paralela a dicho eje longitudinal; y liberar dicho extremo distal desplazado.

25 25. El método de la reivindicación 1 o 16, donde dicho análisis incluye medir el desplazamiento en el tiempo de dicho extremo distal en al menos dos direcciones distintas a la paralela a dicho eje longitudinal.

26. El método de la reivindicación 25 donde dichas dos direcciones son perpendiculares una a otra y a dicho eje longitudinal.

27. El método de la reivindicación 25, donde dicho cálculo incluye calcular en base a dicho desplazamiento medido en el tiempo.

35 28. El método de la reivindicación 1 o 16, incluyendo además:

desmovilizar dicho extremo próximo;

girar dicha varilla a través de un desplazamiento angular alrededor de dicho eje longitudinal;

40 volver a inmovilizar dicho extremo próximo; y

iniciar el movimiento vibratorio posterior de dicho extremo distal de dicha varilla de palo de golf en una dirección distinta a la paralela a dicho eje longitudinal; donde:

45 dicho análisis y dicho cálculo se basan también en dicho movimiento vibratorio posterior.

29. El método de la reivindicación 28, incluyendo además iterar dicha desmovilización, dicho giro, dicha reinmovilización y dicho inicio, donde dicho análisis y dicho cálculo se basan también en cada dicho movimiento vibratorio posterior, hasta que dicho cálculo converge en dicha orientación angular preferida.

50 30. El método de la reivindicación 1 o 16, incluyendo además marcar un indicio visible en dicha varilla de palo de golf para indicar dicha orientación angular preferida.

31. El método de la reivindicación 1 o 16, incluyendo además localizar una orientación de lado duro:

55 desplazando dicho extremo distal, en una dirección distinta a la paralela a dicho eje longitudinal, a un estado desplazado;

60 girando dicho extremo próximo al menos aproximadamente 360° de desplazamiento angular manteniendo al mismo tiempo dicho extremo distal en dicho estado desplazado;

midiendo la fuerza que tiende a restablecer dicho extremo distal de dicho estado desplazado durante dicho giro, y asociando la fuerza medida con el desplazamiento angular;

65 identificando como dicha orientación de lado duro un desplazamiento angular asociado con la fuerza de medición máxima.

32. El método de la reivindicación 31, donde dicha localización se realiza después de dicho cálculo.

33. El método de la reivindicación 31, donde dicha localización se realiza antes de dicha inmovilización.

34. El método de la reivindicación 33, donde dicha dirección de dicho inicio de dicho movimiento vibratorio es dicha orientación de lado duro.

35. El método de las reivindicaciones 1 y 16 incluyendo además:

inmovilizar un primer extremo de dicho extremo próximo y dicho extremo distal de dicha varilla de palo de golf;

desplazar un segundo extremo de dicho extremo próximo y dicho extremo distal, en una dirección distinta a la paralela a dicho eje longitudinal, a un estado desplazado;

girar dicho extremo inmovilizado al menos aproximadamente 360° de desplazamiento angular manteniendo al mismo tiempo dicho extremo desplazado en dicho estado desplazado;

medir la fuerza que tiende a restablecer dicho extremo desplazado de dicho estado desplazado durante dicho giro, y asociar la fuerza medida con el desplazamiento angular; y

calcular, a partir de dicha fuerza medida asociada con el desplazamiento angular, un índice representativo de dicha asimetría.

36. El método de la reivindicación 35, donde dicho cálculo incluye:

seleccionar, a partir de dicha fuerza medida asociada con el desplazamiento angular, una fuerza máxima $P_{\max}$, y una fuerza mínima $P_{\min}$; y

calcular dicho índice, LSI, según la ecuación siguiente:

$$LSI = 100 (1 - ((P_{\max} - P_{\min}) / P_{\max})).$$

37. Un método de montar un palo de golf, incluyendo dicho palo de golf una varilla de palo de golf y una cabeza de palo de golf, donde dicha varilla de palo de golf tiene una orientación angular preferida con relación a dicha cabeza de palo de golf y la varilla de palo de golf tiene una orientación angular preferida alrededor de su eje longitudinal determinado según el método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 o 19 a 36, incluyendo dicho método:

unir dicha varilla de palo de golf a dicha cabeza de palo de golf con dicha orientación angular preferida alrededor de su eje longitudinal en una relación predeterminada a dicha cabeza de palo de golf.

38. Aparato para montar un palo de golf, incluyendo dicho palo de golf una varilla de palo de golf y una cabeza de palo de golf, donde dicha varilla de palo de golf tiene una orientación angular preferida con relación a dicha cabeza de palo de golf, incluyendo dicho aparato:

un detector de orientación (60) para determinar una orientación angular preferida de una varilla de palo de golf alrededor de su eje longitudinal, incluyendo dicho detector de orientación:

una fijación (87) para inmovilizar un primer extremo de un extremo próximo para agarre por un jugador de golf y un extremo distal para unión a una cabeza de palo de golf de dicha varilla de palo de golf;

un generador de vibración (73) para iniciar el movimiento vibratorio de un segundo extremo de dicho extremo próximo y dicho extremo distal de dicha varilla de palo de golf en una dirección distinta a la paralela a dicho eje longitudinal;

al menos un sensor (77) para medir dicho movimiento vibratorio y

un procesador para calcular dicha orientación angular preferida a partir de dicho movimiento vibratorio medido; y

medios (184) para unir dicha varilla de palo de golf a dicha cabeza de palo de golf con dicha orientación angular preferida en una relación predeterminada a dicha cabeza de palo de golf.

39. El aparato de la reivindicación 9 o 38, incluyendo además una masa de reacción (102) para montar en dicho extremo distal antes de dicho inicio por dicho generador de vibración (73).

40. El aparato de la reivindicación 39, donde dicho al menos único sensor (77) está montado en dicha masa de reacción (102).

41. El aparato de la reivindicación 9, 38 o 39, donde dicho generador de vibración (73) incluye medios para aplicar un impulso a dicha varilla de palo de golf en una dirección distinta a la paralela a dicho eje longitudinal.

42. El aparato de la reivindicación 41, donde dicho generador de vibración (73) incluye:

un retén (93) para mantener dicho extremo distal de dicha varilla de palo de golf en una posición desplazada en una dirección distinta a la paralela a dicho eje longitudinal; y

un dispositivo de liberación (94) para liberar dicho extremo distal desplazado de dicho retén.

43. El aparato de la reivindicación 39 incluyendo además un accionador (123) para desplazar dicho extremo distal a dicho retén (93).

44. El aparato de la reivindicación 9, 38, o 40 donde dicho al menos único sensor (77) incluye medios para medir el desplazamiento en el tiempo de dicho extremo distal en al menos dos direcciones distintas a la paralela a dicho eje longitudinal.

45. El aparato de la reivindicación 44, donde dicho al menos único sensor (77) incluye dos sensores (103, 104), cada uno para medir el desplazamiento en el tiempo en una de dos direcciones distintas a la paralela a dicho eje longitudinal.

46. El aparato de la reivindicación 45, donde dichas dos direcciones son perpendiculares una a otra y a dicho eje longitudinal.

47. El aparato de la reivindicación 44, donde dicho procesador (61) calcula dicha orientación angular preferida en base a dicho desplazamiento medido en el tiempo.

48. El aparato de la reivindicación 9 o 38, donde dicha fijación (87) es rotativa, incluyendo además dicho aparato:

un retén (92) para mantener dicho extremo distal en un estado desplazado en una dirección distinta a la paralela a dicho eje longitudinal;

un transductor de fuerza (91) para medir la fuerza que tiende a restablecer dicho extremo distal de dicho estado desplazado; medios para girar dicha fijación al menos aproximadamente 360° de desplazamiento angular durante dicha medición, manteniendo al mismo tiempo dicho extremo distal en dicho estado desplazado; y

una memoria (63) para almacenar dicha fuerza medida asociada con dicho desplazamiento angular; donde:

dicho procesador (61) incluye además medios para identificar un desplazamiento angular asociado con la fuerza máxima medida como una orientación de lado duro.

49. El aparato de la reivindicación 9 y 38 incluyendo además:

un retén (92) para mantener dicho extremo distal en un estado desplazado en una dirección distinta a la paralela a dicho eje longitudinal;

un transductor de fuerza para medir la fuerza que tiende a restablecer dicho extremo distal desde dicho estado desplazado;

medios para girar dicha fijación al menos aproximadamente 360° de desplazamiento angular durante dicha medición, manteniendo al mismo tiempo dicho extremo distal en dicho estado desplazado;

una memoria (63) para almacenar dicha fuerza medida asociada con dicho desplazamiento angular; y

dicho procesador (61) incluyendo medios para calcular, a partir de dicha fuerza medida asociada con el desplazamiento angular, dicha orientación angular preferida.

50. El aparato de la reivindicación 49, donde dicho procesador (61) incluye además medios para identificar un desplazamiento angular asociado con la fuerza máxima medida como una orientación de lado duro.

51. El aparato de la reivindicación 48 o 49, donde dichos medios para girar dicha fijación son un motor (86).

52. El aparato de la reivindicación 48 o 49, incluyendo además un accionador para desplazar dicho extremo distal a dicho estado desplazado.

53. El aparato de la reivindicación 48 o 50, donde dicho procesador (61) incluye medios para identificar dicha orientación de lado duro después de calcular dicha orientación angular preferida.

ES 2 321 155 T3

54. El aparato de la reivindicación 48 o 50, donde dicho procesador (61) incluye medios para identificar dicha orientación de lado duro antes de calcular dicha orientación angular preferida.

55. El aparato de la reivindicación 48 donde dicho generador de vibración (73) incluye además medios para iniciar dicho movimiento vibratorio en dicha orientación de lado duro.

56. El aparato de la reivindicación 9 o 38, incluyendo además un marcador (130) para marcar un indicio visible en dicha varilla de palo de golf para indicar dicha orientación angular preferida.

57. El aparato de la reivindicación 56, donde dicho marcador (130) incluye medios para aplicar pigmento a dicha varilla de palo de golf para hacer dicho indicio visible.

58. El aparato de la reivindicación 56 donde dicho marcador (130) incluye medios para grabar dicho indicio visible en dicha varilla de palo de golf.

59. El aparato de la reivindicación 58, donde dicho marcador (130) incluye medios para grabar dicho indicio visible mecánicamente.

60. El aparato de la reivindicación 58, donde dicho marcador (130) incluye un generador de haz de energía dirigida para hacer dicho indicio visible en dicha varilla de palo de golf.

61. El aparato de la reivindicación 60 donde dicho generador de haz de energía dirigida incluye un láser.

62. El aparato de la reivindicación 56,

incluyendo dicha cabeza de palo de golf una cara sustancialmente plana, y

dicha relación predeterminada incluye una relación angular predeterminada entre dicha orientación angular preferida de dicha varilla de palo de golf y dicha cara sustancialmente plana; donde

dichos medios (184) de unión incluyen:

un detector (194) para detectar dicho indicio visible; y

un alineador (190) para alinear dicho indicio visible en dicha relación angular predeterminada con dicha cara sustancialmente plana.

63. El aparato de la reivindicación 62, donde dicho alineador (190) incluye medios para alinear dicho indicio visible sustancialmente perpendicular a dicha cara sustancialmente plana.

64. El aparato de la reivindicación 62, incluyendo además medios para dotar a dicha cabeza de palo de golf de una marca de alineación de cara adyacente a dicha cara sustancialmente plana; y donde

dicho alineador (190) incluye medios para alinear dicho indicio visible con dicha marca de alineación de cara.

65. El aparato de la reivindicación 9 o 38 incluyendo además:

una fijación (87) para inmovilizar un primer extremo de dicho extremo próximo y dicho extremo distal de dicha varilla de palo de golf;

un retén (92) para mantener un segundo extremo de dicho extremo próximo y dicho extremo distal en un estado desplazado en una dirección distinta a la paralela a dicho eje longitudinal;

un transductor de fuerza (91) para medir la fuerza que tiende a restablecer dicho segundo extremo de dicho extremo próximo y dicho extremo distal de dicho estado desplazado;

medios para girar dicha fijación al menos 360° de desplazamiento angular durante dicha medición, manteniendo al mismo tiempo dicho segundo extremo de dicho extremo próximo y dicho extremo distal en dicho estado desplazado;

una memoria (63) para almacenar dicha fuerza medida en asociación con dicho desplazamiento angular; y

dicho procesador (61) incluyendo además medios para calcular, a partir de dicha fuerza medida asociada con el desplazamiento angular, un índice representativo de dicha asimetría.

66. El aparato de la reivindicación 65 donde dichos medios de cálculo calculan dicho índice:

seleccionando, a partir de dicha fuerza medida asociada con el desplazamiento angular, una fuerza máxima $P_{\max}$ y una fuerza mínima $P_{\min}$; y

ES 2 321 155 T3

calcular dicho índice, LSI, según la ecuación siguiente:

$$LSI = 100 (1 - ((P_{\max} - P_{\min}) / P_{\max})).$$

5

67. Aparato para montar un palo de golf para uso con el aparato según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 15 o 39 a 66, incluyendo dicho palo de golf una varilla de palo de golf y una cabeza de palo de golf, donde dicha varilla de palo de golf tiene una orientación angular preferida con relación a dicha cabeza de palo de golf y donde dicha varilla de palo de golf tiene una orientación angular preferida alrededor de su eje longitudinal determinada usando el aparato de cualquiera de las reivindicaciones 9 a 15 o 39 a 66, incluyendo dicho aparato:

10

medios (184) para unir dicha varilla de palo de golf a dicha cabeza de palo de golf con dicha orientación angular preferida alrededor de su eje longitudinal en una relación predeterminada a dicha cabeza de palo de golf.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

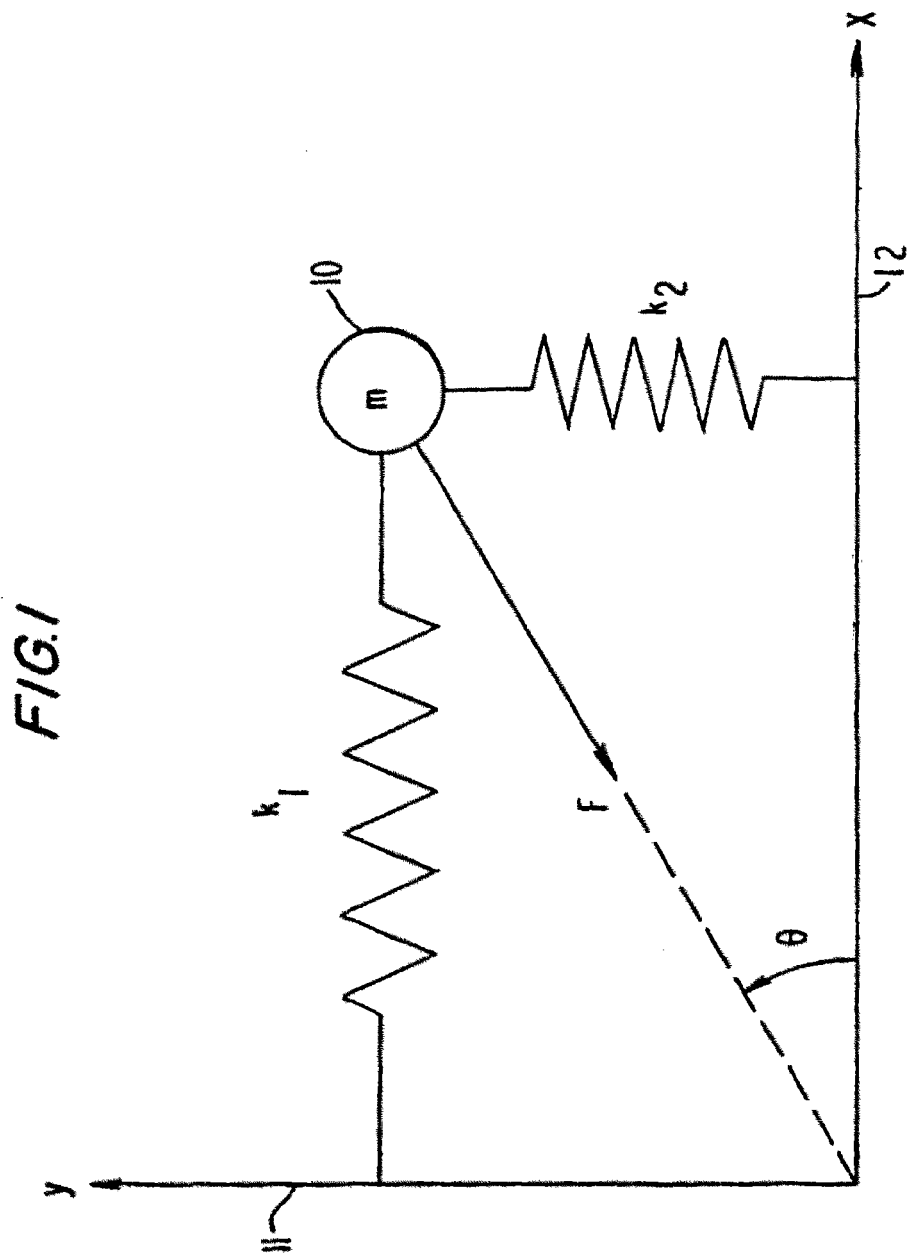
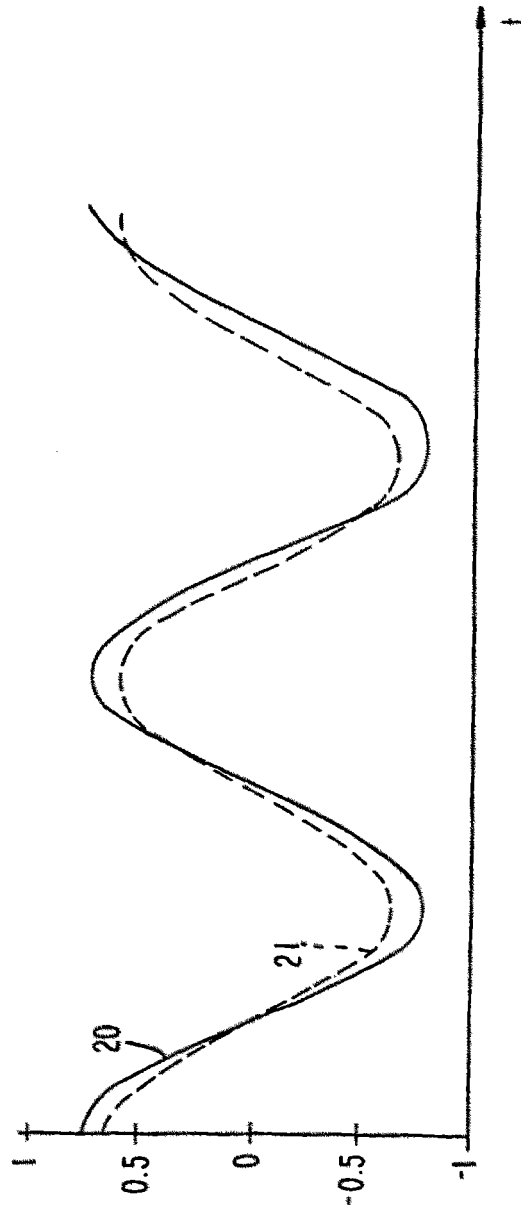


FIG. 2



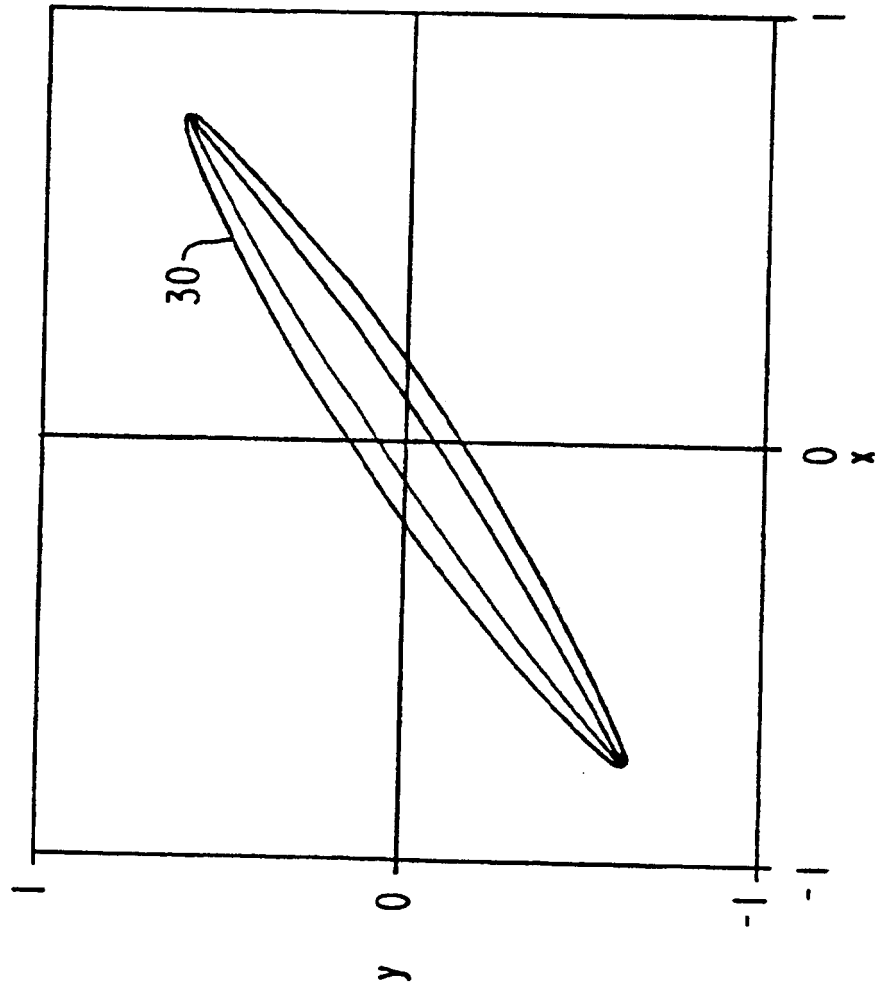


FIG. 3

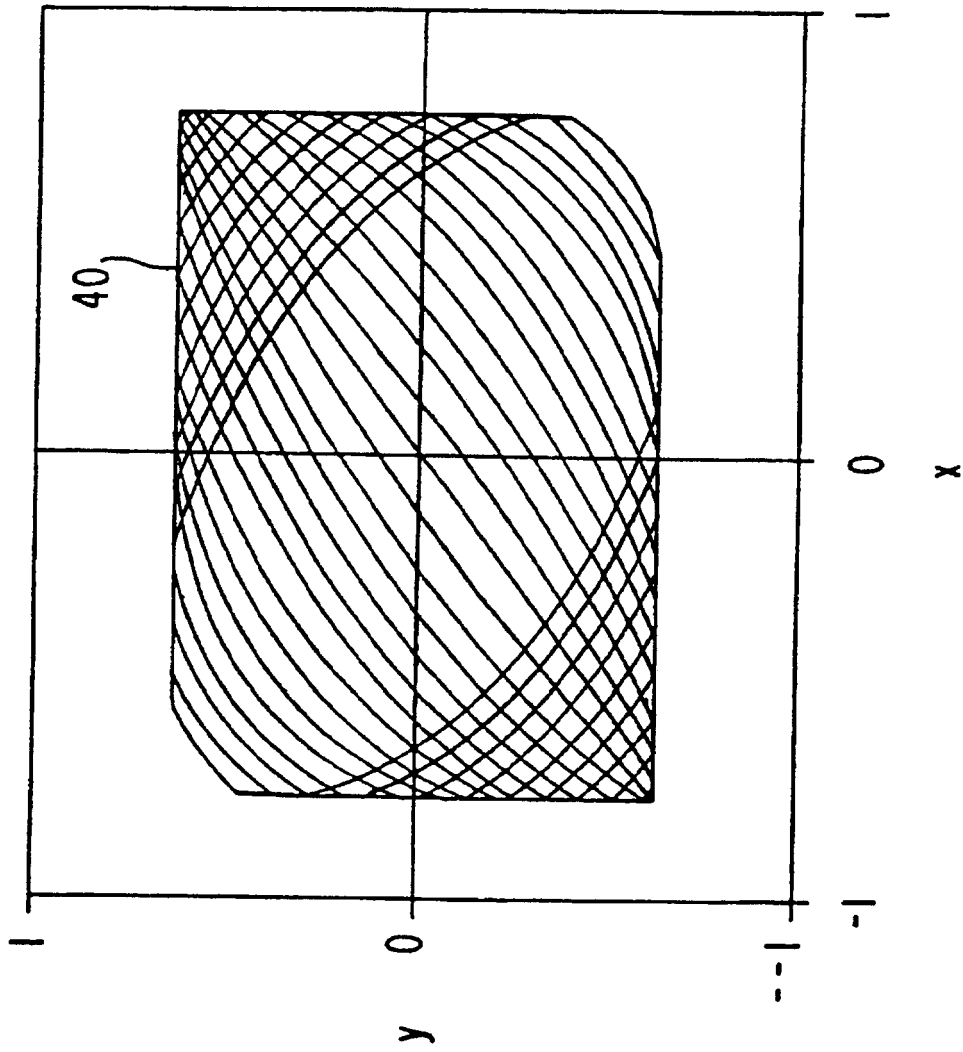
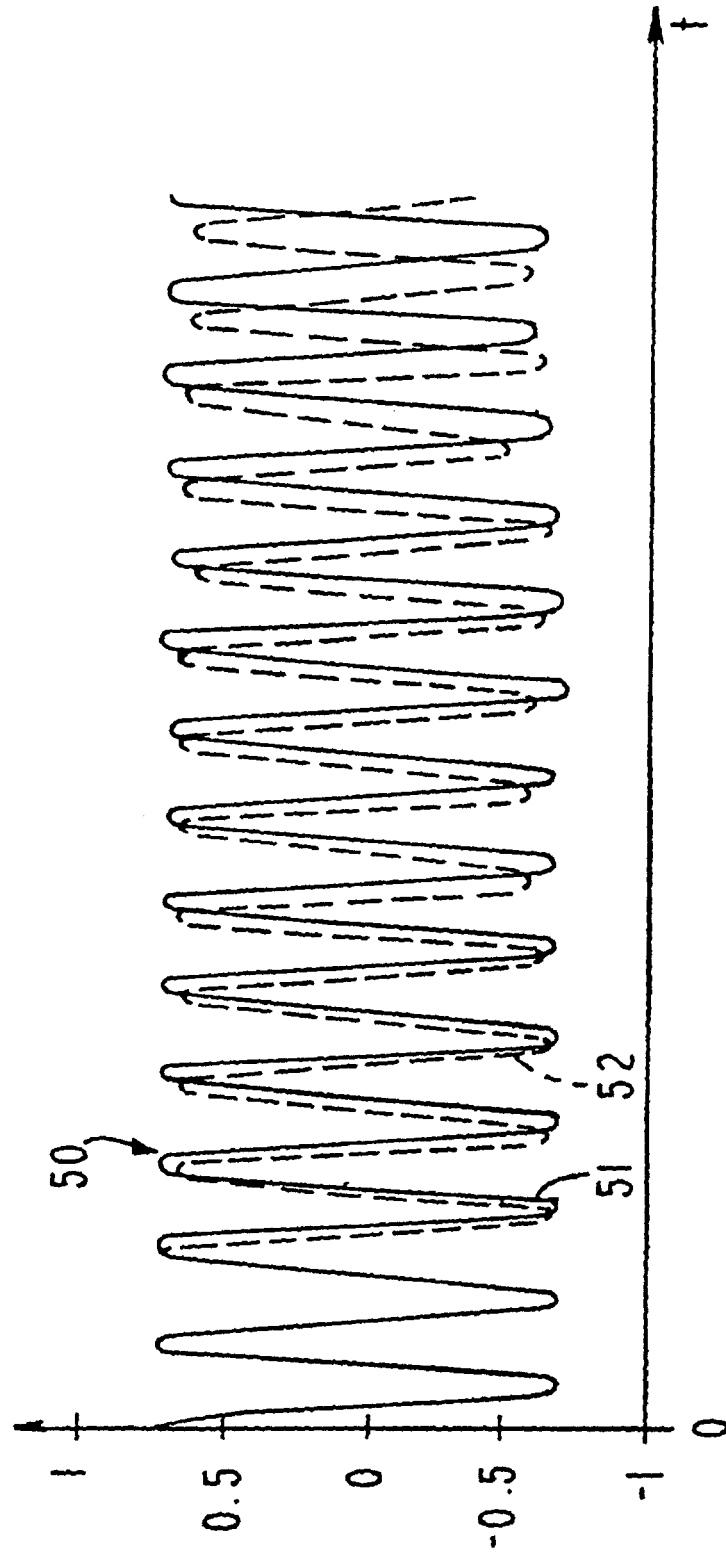


FIG.4

FIG. 5



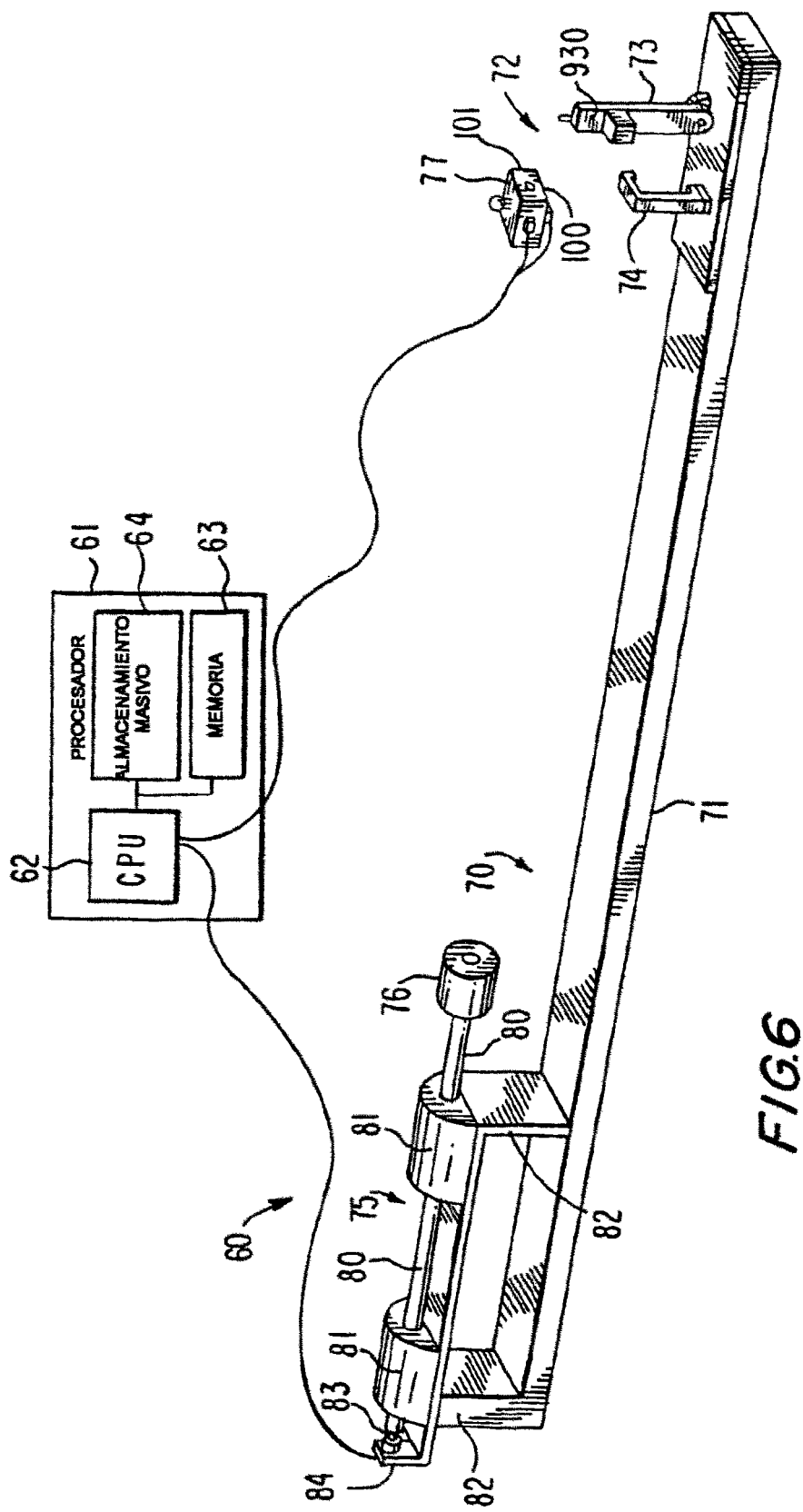
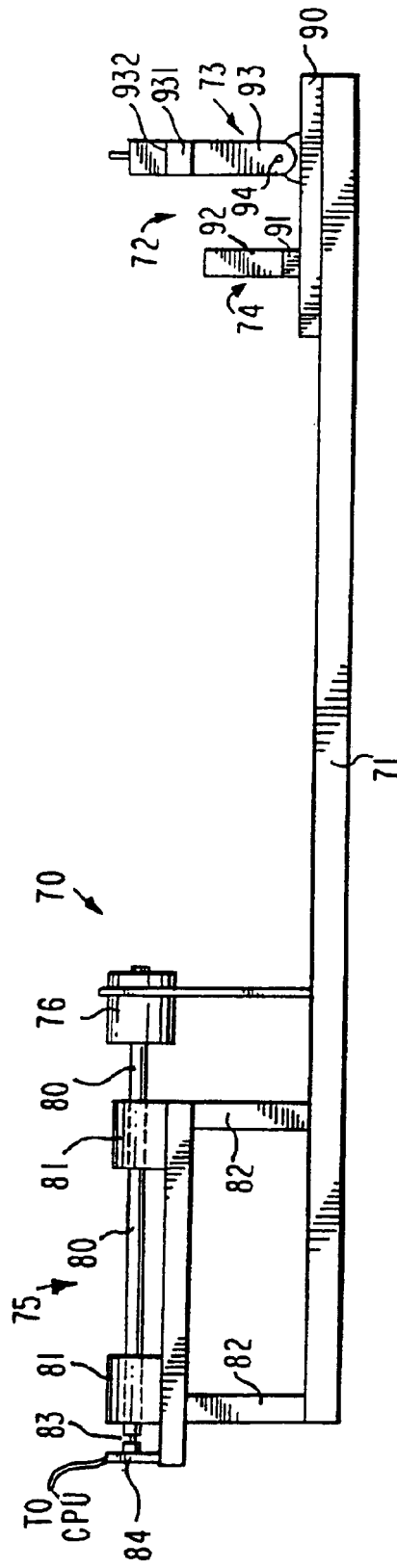


FIG.7



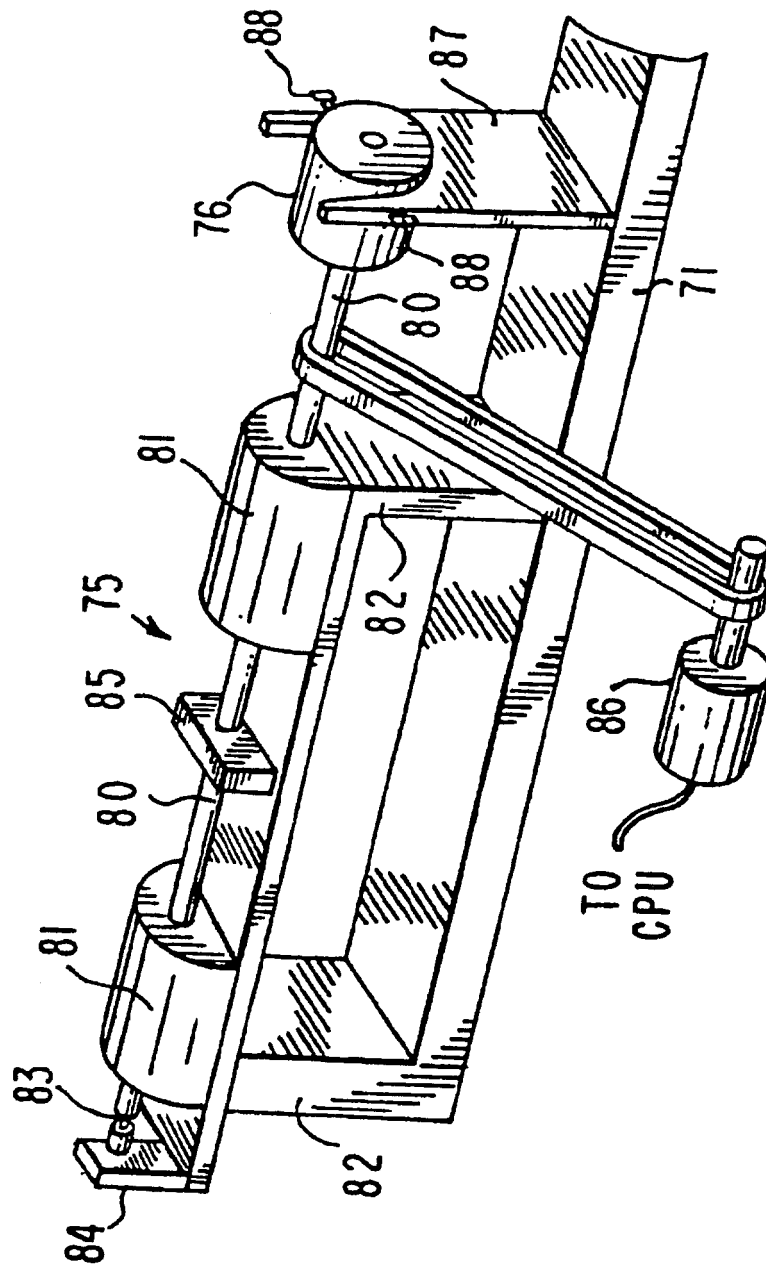
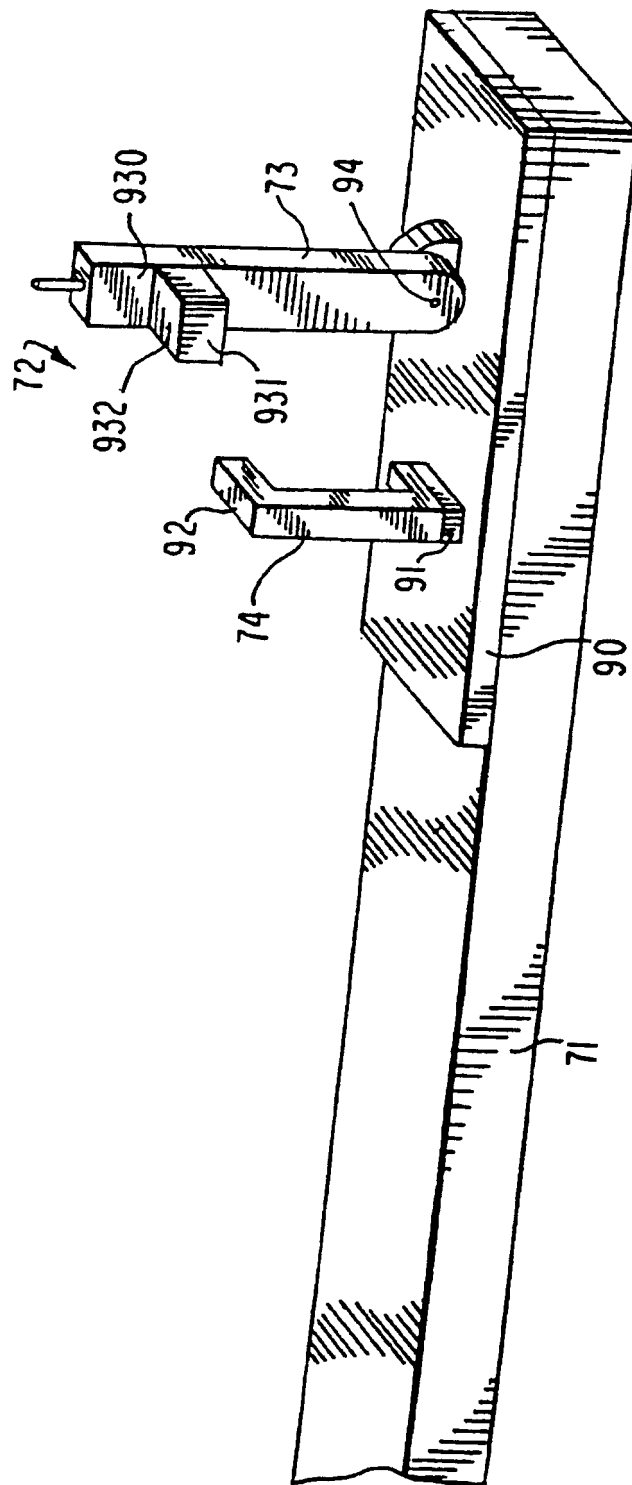


FIG. 8

FIG.9



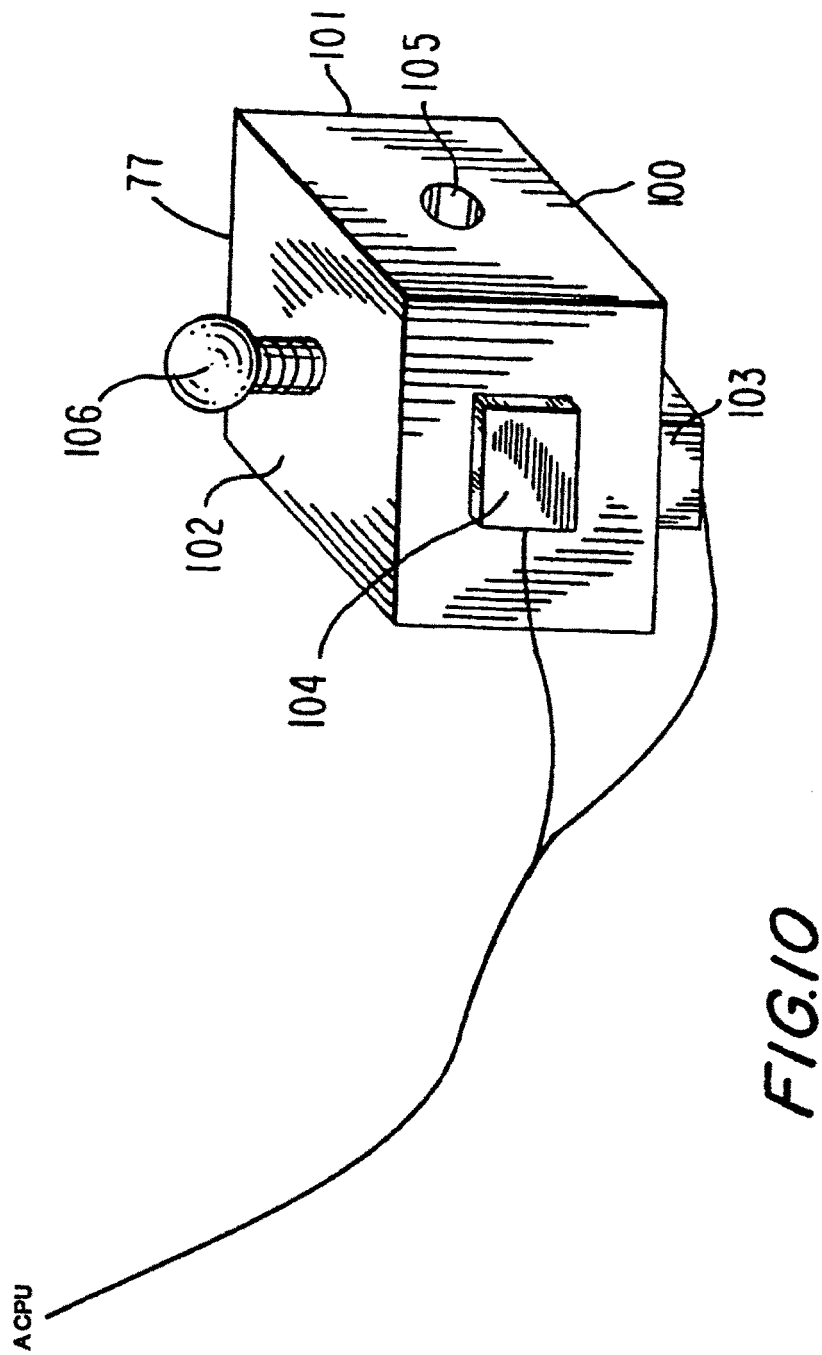


FIG.11

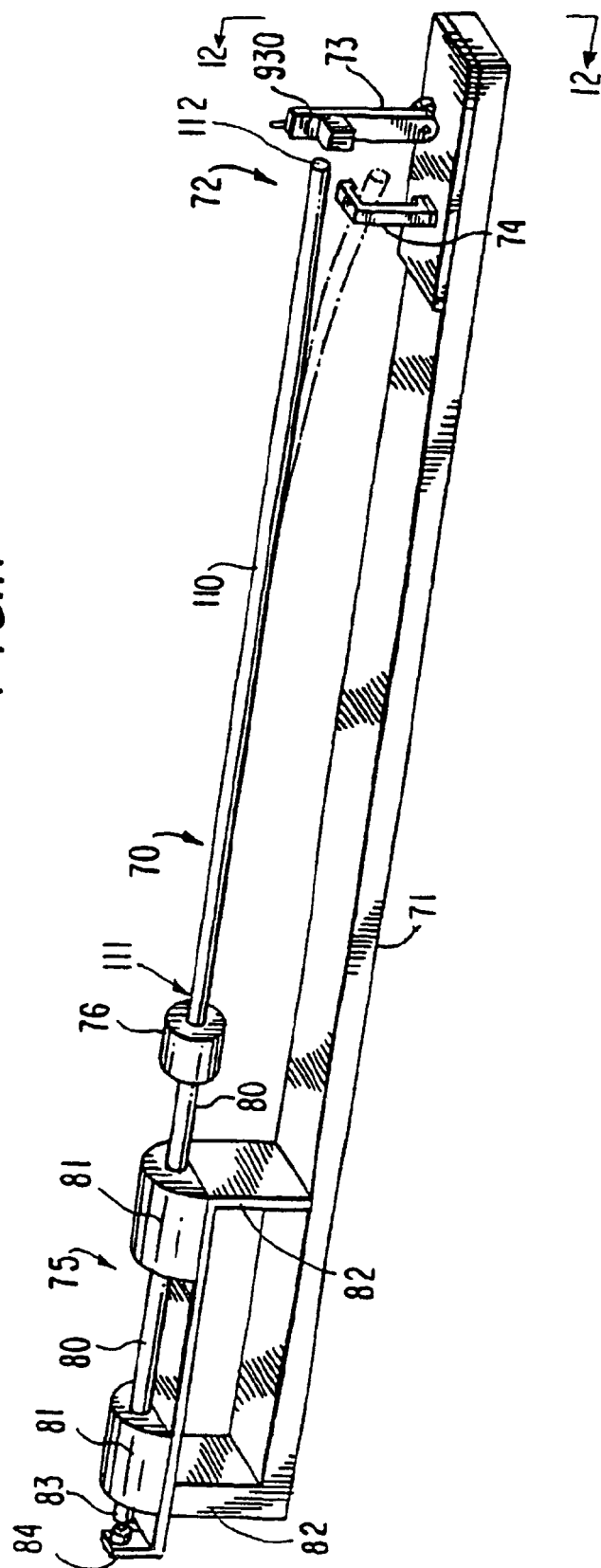
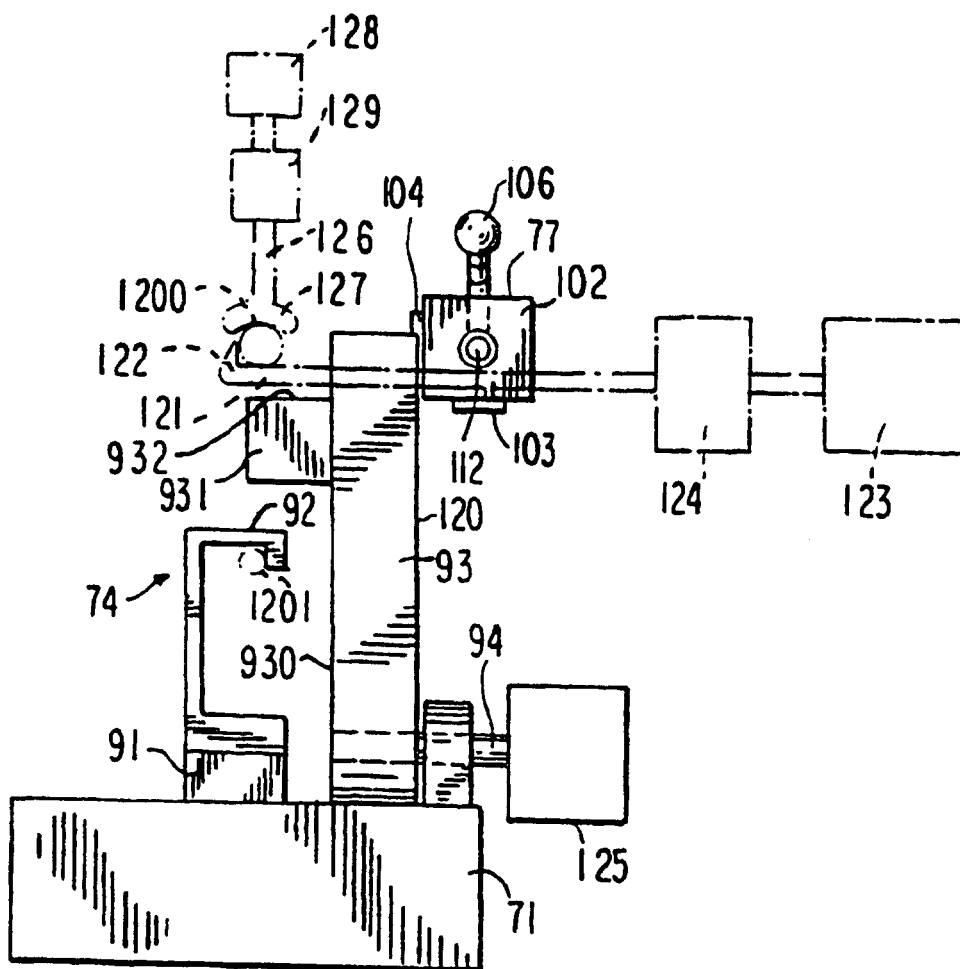


FIG. 12



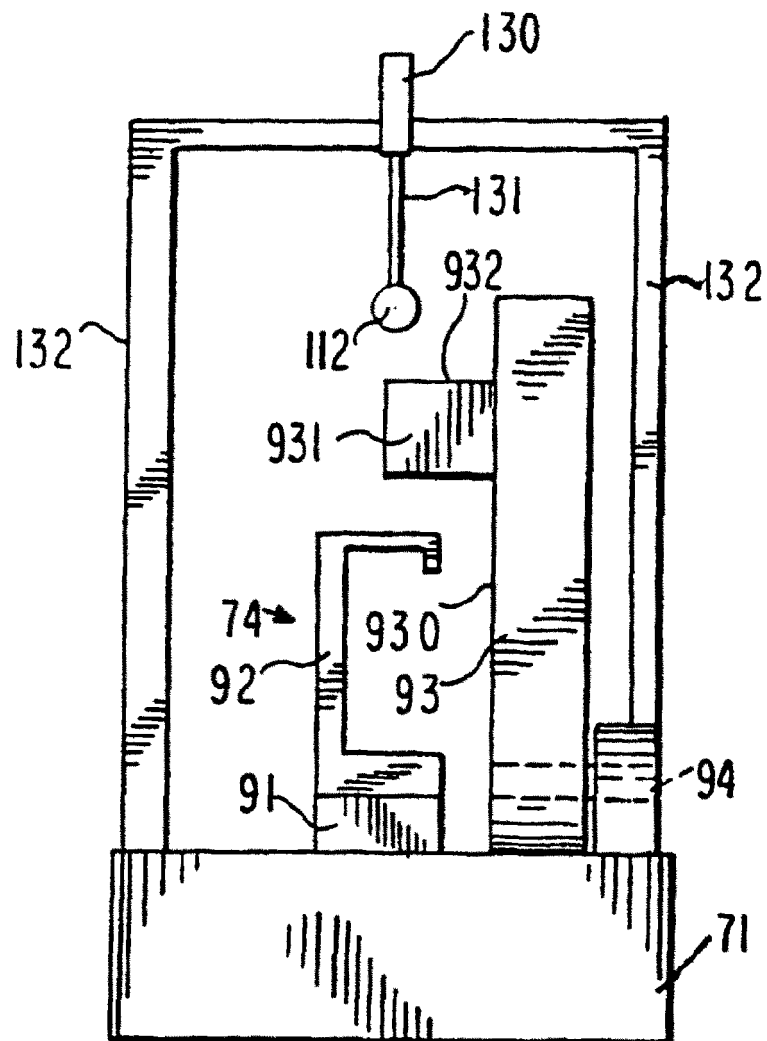
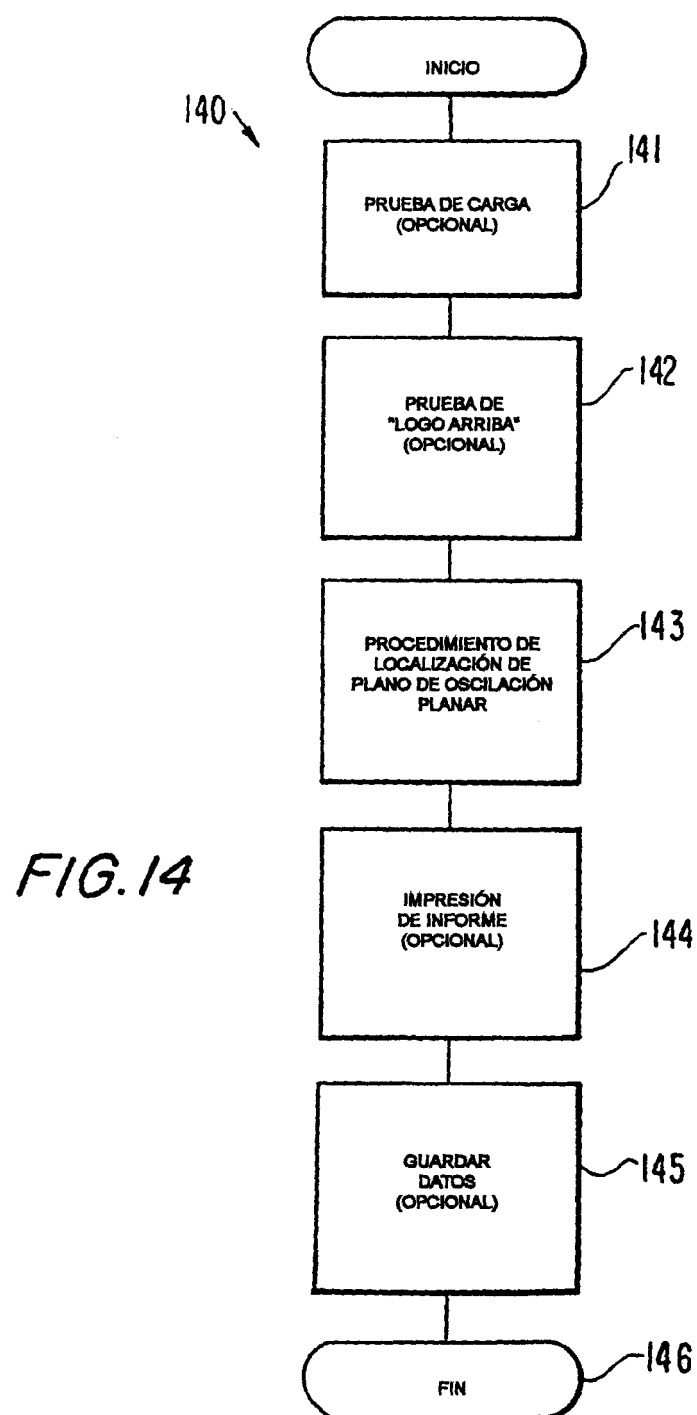


FIG. 13



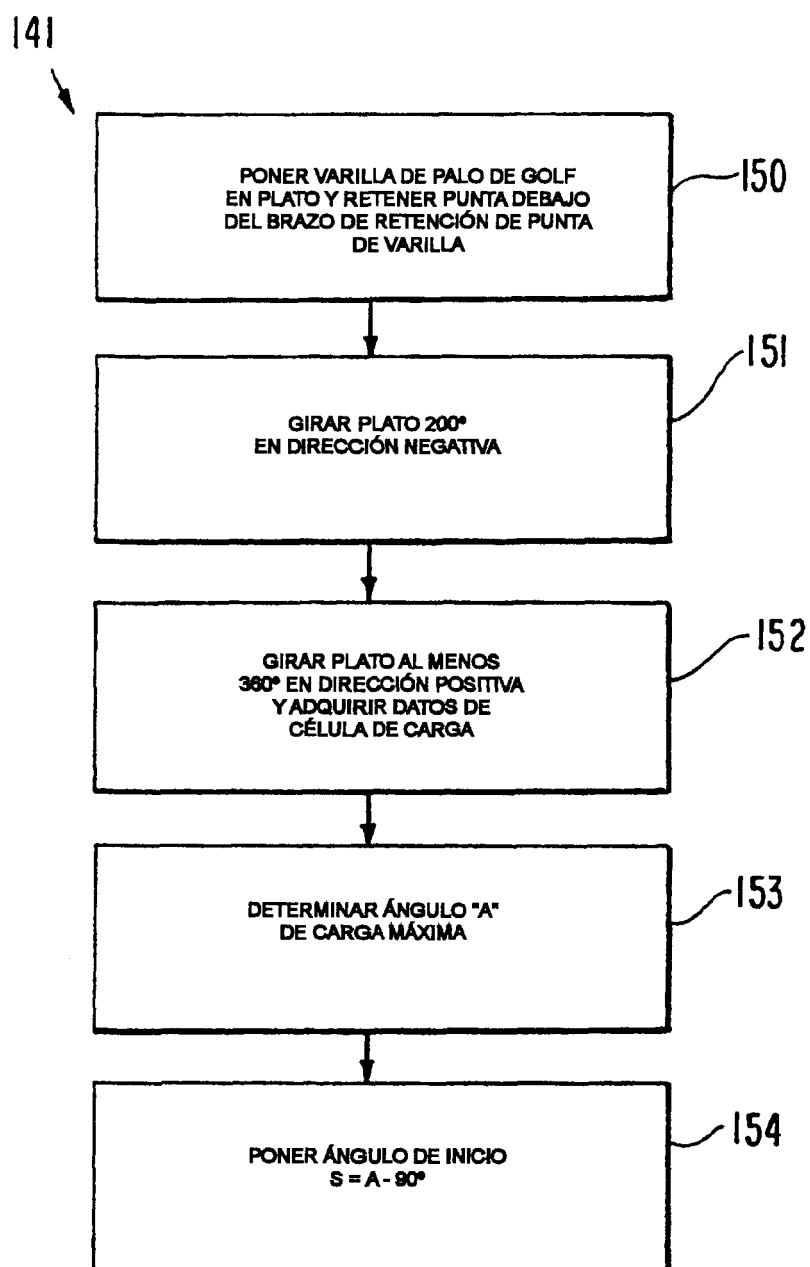


FIG.15

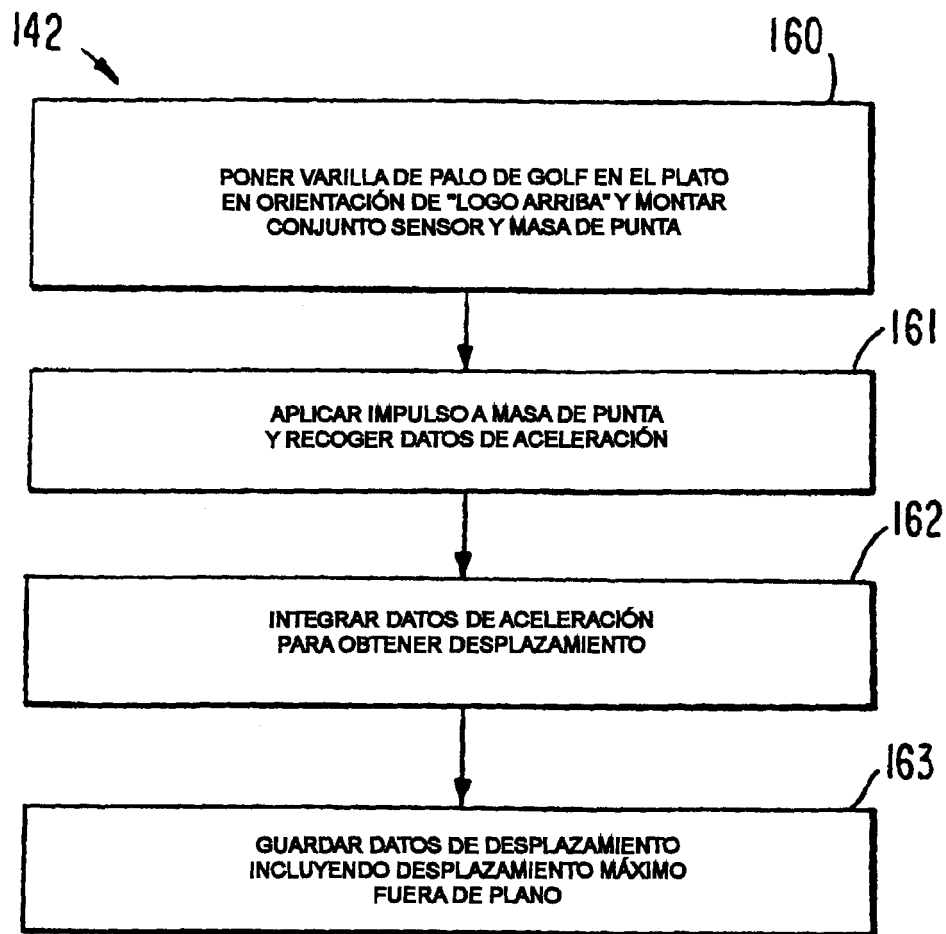


FIG.16

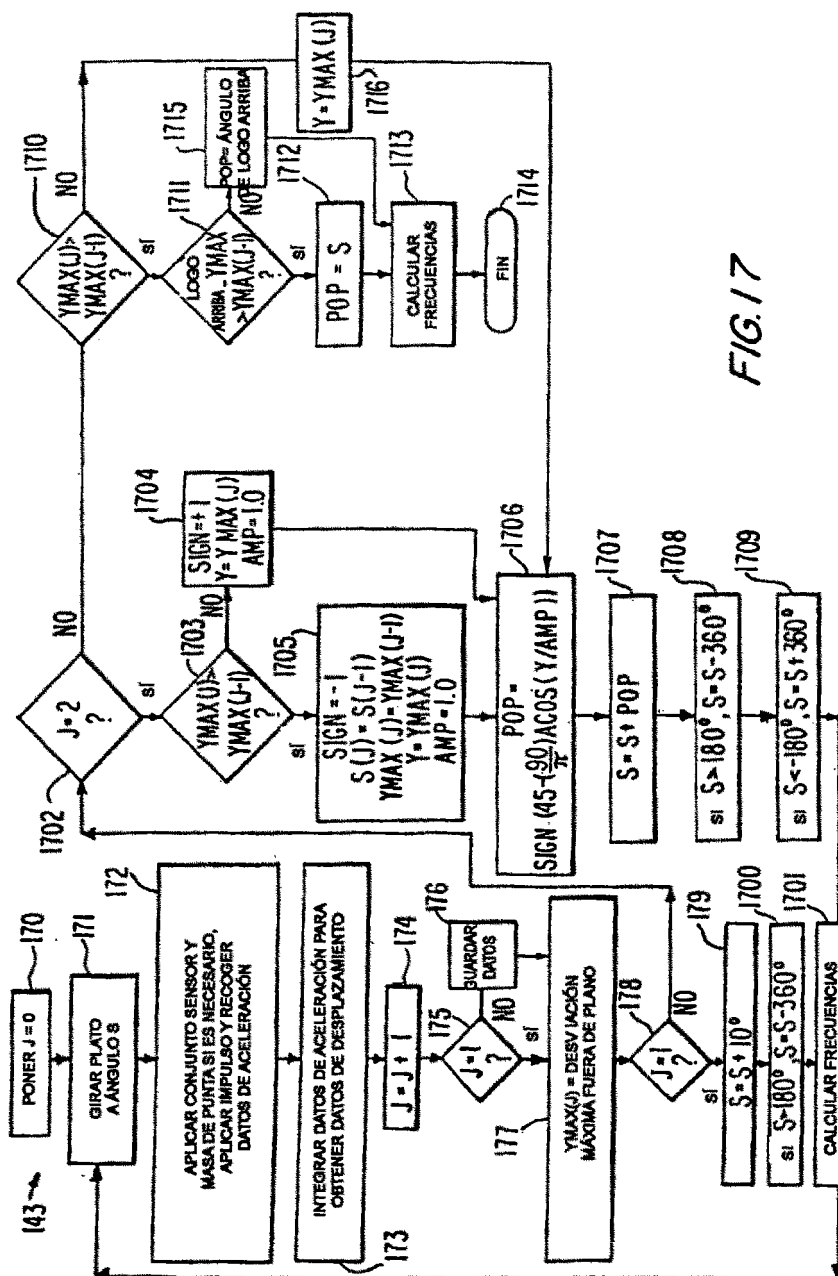


FIG. 17

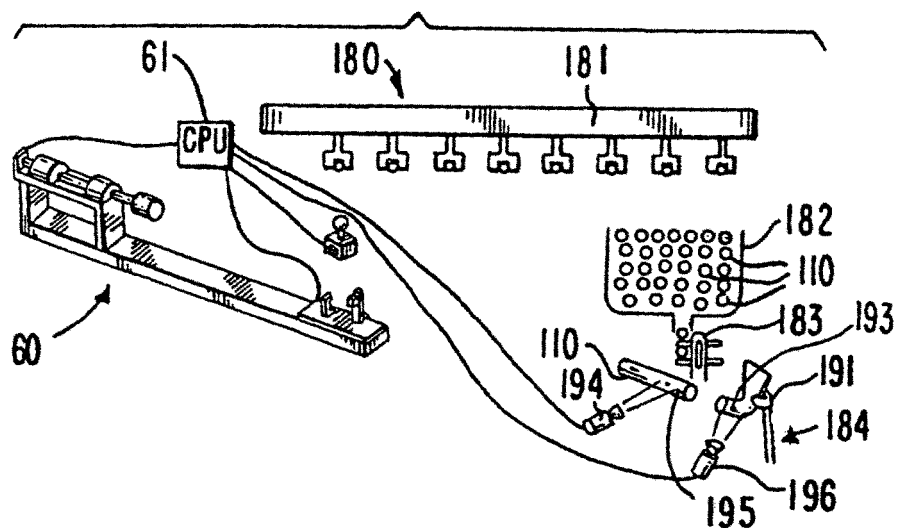


FIG. 18

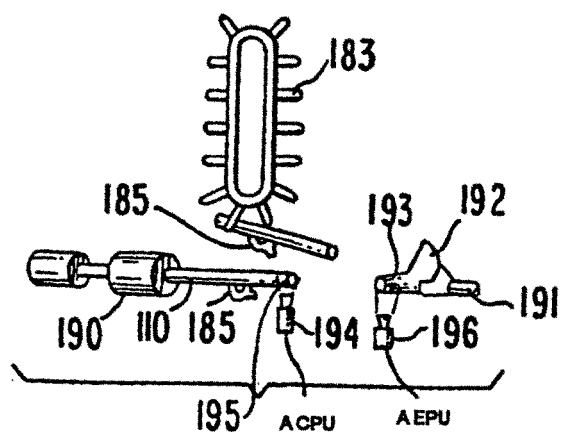


FIG.19