

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 746 100**

51 Int. Cl.:

G01B 21/32	(2006.01)
G01L 5/00	(2006.01)
G01P 5/00	(2006.01)
A61B 5/22	(2006.01)
A61B 5/00	(2006.01)
B62M 3/00	(2006.01)
B62M 3/16	(2006.01)
B62M 6/50	(2010.01)
G01L 5/16	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.08.2015 PCT/IB2015/002099**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **03.03.2016 WO16030768**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.08.2015 E 15835668 (3)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.07.2019 EP 3186590**

54 Título: **Medidor de energía adhesivamente acoplado para la medición de fuerza, par y potencia**

30 Prioridad:

26.08.2014 US 201462042208 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

04.03.2020

73 Titular/es:

**4III INNOVATIONS INC. (100.0%)
228 River Avenue
Cochrane, AB T4C 2C1, CA**

72 Inventor/es:

**FYFE, KIPLING y
WAKEHAM, KEITH**

74 Agente/Representante:

URÍZAR BARANDIARAN, Miguel Ángel

ES 2 746 100 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

APLICACIONES RELACIONADAS

5 [0001] Esta aplicación da prioridad a la Solicitud de patente estadounidense con Número de serie 62/042.208, titulada "Adhesively Coupled Power-Meter for Measurement of Force, Torque, and Power and Associated Methods" ("Medidor de potencia acoplado con adhesivo para la medición de fuerza, par, potencia y métodos asociados") presentada el 26 de agosto de 2014.

ANTECEDENTES

10 [0002] A los ciclistas les gusta saber cuánto esfuerzo realizan sobre la bicicleta. Para añadir medición de potencia a una bicicleta hay que sustituir uno o más componentes caros.

DE 42 27 586 A1 da a conocer un medidor de potencia acoplado con adhesivo para la medición de uno o más de los siguientes datos: fuerza, par, potencia y velocidad de un brazo mecánico de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

15 US 2012/214646 A1 da a conocer un dispositivo de medición, que puede ir montado en un área interior de un brazo del cigüeñal e incluye circuitos de procesado dentro de una carcasa.

RESUMEN

20 [0003] Se fijan sensores a la pared interior (placa) que puede estar cerrada, mientras el otro lado de la placa está fijado de forma rígida a un brazo mecánico dentro del cual se debe medir la tensión. Para fijar la placa no son necesarios técnicos formados, puesto que los sensores ya están fijados a la placa. La placa puede fijarse a un cigüeñal de bicicleta, un elemento del equipo de entrenamiento, maquinaria de fábrica, piezas de automóviles o cualquier tipo de brazo mecánico que soporte cargas estacionarias o dinámicas. Las mediciones realizadas por los sensores se calibran con pesos externos o con una célula de carga. Alternativamente, se podrían usar sensores precalibrados y su resultado podría compararse con los umbrales para notificaciones/alarmas. En el caso de una bicicleta, este calibrado podría incluir la manipulación de cargas o la aplicación de la célula de carga a diversas posiciones sobre el eje del pedal. Los sensores están dispuestos de forma que son sensibles a los momentos de flexión del brazo mecánico. Los sensores de inercia o magnéticos puede usarse para determinar la velocidad rotatoria que se combina con el par detectado para calcular la potencia, como la potencia de entrada de un ciclista.

30 [0004] De acuerdo con la invención, un medidor de potencia acoplado con adhesivo mide uno o más de los siguientes datos: fuerza, par, potencia y velocidad de un brazo mecánico. El medidor de potencia incluye una placa con una primera superficie preparada para acoplarse con adhesivo al brazo mecánico. Hay al menos un extensómetro físicamente acoplado a una segunda superficie, opuesta a la primera, de la placa y con una orientación que corresponde a una orientación del medidor de potencia acoplado con adhesivo de forma que las fuerzas mecánicas se transfieren desde el brazo mecánico a, al menos, un extensómetro cuando la placa se acopla con adhesivo al brazo mecánico. El medidor de potencia también incluye la electrónica para recibir una señal de, al menos, un extensómetro y para determinar uno o más de los siguientes datos: fuerza, par, potencia y velocidad de la señal, y un transmisor para transmitir uno o más de los siguientes datos: fuerza, par, potencia y velocidad a un dispositivo receptor. La placa está formada por estructuras de nido de abeja verticales que mejoran la transferencia de las fuerzas de cizallamiento y

reducir la transferencia de las fuerzas de compresión vertical, mitigando el efecto de las imperfecciones de la superficie sobre el brazo mecánico.

5 [0005] En otro ejemplo no reivindicado, un método mide el esfuerzo de un brazo mecánico empleando un medidor de potencia acoplado con adhesivo al brazo mecánico. La electrónica del medidor de potencia recibe señales de, al menos, un extensómetro que va acoplado mecánicamente al brazo mecánico mediante una placa del medidor de potencia. El esfuerzo dentro del brazo mecánico se determina en base a las señales y se envía a un dispositivo receptor.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

[0006]

10 La Fig. 1 muestra un medidor de potencia acoplado con adhesivo de carácter ejemplar para medir la fuerza, el par, y la potencia, en una realización.

La Fig. 2 muestra un calibrado ejemplar del medidor de potencia del a Fig. 1 tras su instalación en un brazo mecánico.

La Fig. 3 es una vista esquemática que muestra el medidor de potencia de la Fig. 1 en mayor detalle ejemplar, en una realización.

15 La Fig. 4 muestra el medidor de potencia acoplado con adhesivo de la Fig. 1 acoplado a un brazo de cigüeñal que propulsa un anillo de cadena circular, en una realización.

La Fig. 5 muestra el medidor de potencia acoplado con adhesivo de la Fig. 1 acoplado a un brazo de cigüeñal que propulsa un anillo de cadena no circular, en una realización.

La Fig. 6 muestra la electrónica del medidor de potencia acoplado con adhesivo en mayor detalle ejemplar.

20 La Fig. 7 muestra un perfil de potencia ejemplar generado por el algoritmo de potencia del medidor de potencia acoplado con adhesivo de la Fig. 1, en una realización.

La Fig. 8 es una vista posterior de una porción de una bicicleta con el medidor de potencia acoplado con adhesivo de la Fig. 1, que ilustra el movimiento lateral de la bicicleta al pedalear.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES

25 [0007] El entrenamiento físico puede llevarse a cabo en base a diversas ideologías, como el esfuerzo percibido, la frecuencia cardíaca o la potencia producida. Estas ideologías entran dentro de las categorías de medición objetiva y subjetiva del esfuerzo de un atleta. El esfuerzo percibido y la frecuencia cardíaca son ejemplos de medición subjetiva, que puede variar por el cansancio, la temperatura, la hidratación, la duración del esfuerzo, etc. Un medidor de potencia, por su parte, es un dispositivo objetivo que mide el par y la velocidad angular (en un sistema de rotación) o la fuerza y la velocidad (en un sistema de traslación) para determinar una frecuencia de entrada de energía en un sistema. Esta
30 frecuencia de energía se suele medir en vatios o caballos de potencia.

[0008] El uso del medidor de potencia se ha extendido en entrenamientos y carreras puesto que muestra objetivamente la potencia producida por un atleta. Esta medida objetiva es más deseable que las medidas subjetivas proporcionadas por los monitores de frecuencia cardíaca, por ejemplo. La frecuencia cardíaca del usuario cambia durante un esfuerzo dado y este cambio suele presentar un desfase en los esfuerzos pronunciados, lo cual resulta en indicaciones inexactas
35 con respecto al esfuerzo realizado por el atleta. Así pues, las mediciones determinadas de forma subjetiva presentan

limitaciones, mientras que las mediciones mediante medidores de potencia son más exactas y proporcionan información de retorno de forma casi instantáneamente y sin sesgo.

5 **[0009]** Para medir la potencia de entrada en una bicicleta, por ejemplo, hay varias ubicaciones en las que pueden medirse las fuerzas, los pares de torsión y/o las velocidades angulares, incluidos los pedales, las calas, los brazos del cigüeñal, la araña que conecta los cigüeñales al anillo de cadena, la cadena, el cubo de la rueda y el cuadro. La medición de potencia en cada una de estas ubicaciones presenta desafíos, y se precisan instrumentos especiales y la intervención de técnicos expertos en los componentes específicamente diseñados para fijar dichos instrumentos.

10 **[0010]** Los medidores de potencia para bicicletas no se venden con las bicicletas, sino que deben adquirirse en el mercado de posventa de repuestos, siendo típicamente necesario que el usuario final sustituya una pieza funcional de hardware existente por otra pieza configurada con un medidor de frecuencia. Este enfoque presenta dos desventajas principales. En primer lugar, hay una amplia gama de marcas de hardware de bicicleta con distintas formas y tamaños. Para adaptarse a esta diversidad de diseños, los fabricantes de medidores de potencia deben desarrollar una versión específica de medidor de potencia para cada marca, y las marcas pueden verse obligadas a fabricar versiones a medida de sus componentes para adaptarse a la interfaz mecánica del medidor de potencia. Por ejemplo, la mayoría de
15 cigüeñales de bicicleta incluyen una araña integrada que conecta uno o más anillos de cadena. Si se incorporan instrumentos a la araña, el fabricante debe crear una versión a medida del cigüeñal para que se pueda instalar la araña instrumentada. En segundo lugar, la compra del medidor de potencia conlleva un coste significativo para el usuario final, puesto que este debe sustituir un componente de hardware de la bicicleta ya instalado y probablemente caro para acoplar el medidor de potencia.

20 **[0011]** Las realizaciones del medidor de potencia aquí descritas minimizan los costes y maximizan la compatibilidad en los cigüeñales de bicicleta de diversas marcas y modelos permitiendo el fácil acoplamiento del medidor de potencia a una amplia gama de componentes, como cigüeñales de bicicleta, equipos de peso de gimnasio y maquinaria industrial.

25 **[0012]** En una realización, el medidor de potencia se implementa como una unidad incorporada con varios sensores extensiométricos y de inercia y un controlador y un transceptor inalámbrico. La unidad puede ir instalada de fábrica o puede ser instalada por el usuario final para medir una o más de las siguientes variables: fuerza, par, aceleración, velocidad angular, fuerzas axiales y fuerzas de flexión secundarias (p. ej., fuerza de cizallamiento), en cualquier combinación. Los extensómetros van preacoplados a una pared interior de la unidad fijada de forma rígida al componente del cual se derivarán las mediciones. En una realización alternativa, los extensómetros pueden ir directamente acoplados a un brazo del cigüeñal de una bicicleta.

30 **[0013]** Una vez acoplada la unidad al componente, el usuario lleva a cabo la rutina/el proceso/el método de calibrado para determinar la relación entre la presión medida en la pared de la unidad y una fuerza conocida aplicada al componente. Dada la fuerza conocida, la unidad puede calibrarse en base a la misma. Por ejemplo, puede aplicarse un peso externo sobre los componentes (o puede emplearse una célula de carga) y proporcionársele a la unidad la información sobre el peso de forma directa o mediante un dispositivo intermediario como uno o más de los siguientes
35 elementos: ordenador, smartphone y tableta.

[0014] La Fig. 1 muestra un medidor de potencia acoplado con adhesivo 101 de carácter ejemplar para medir la fuerza, el par, y la potencia, en una realización. El medidor de potencia 101 se implementa como una unidad (p. ej., una carcasa incorporada como la carcasa 302, de la Fig. 3) con uno o más extensómetros 102, sensores de inercia 150, y electrónicas 160 que incluyen un controlador y un transceptor inalámbrico. Los sensores de inercia 150 pueden ir
40 incorporados en la electrónica 160 sin que ello se aleje del alcance del presente documento. Los sensores de inercia 150 pueden incluir uno o más de los siguientes elementos: (a) un interruptor magnético de lengüeta (más para entornos

de altas vibraciones donde no pueden aplicarse otros sensores de inercia), (b) un acelerómetro, (c) un giroscopio, y (d) un magnetómetro. Los sensores de inercia 150 pueden emplearse solos o en combinación para determinar la rotación del medidor de potencia 101. La electrónica 160 puede incluir, al menos, un convertidor analógico-digital para digitalizar las señales analógicas para su almacenaje y procesado.

5 **[0015]** El medidor de potencia 101 puede incluir una batería (no mostrada) para alimentar los componentes incorporados. Como el medidor de potencia 101 funciona típicamente en modo inalámbrico, alimentado por una batería incorporada, son posibles diversas opciones de carga además de la conexión directa, por ejemplo, mediante un cable USB o cargador CC similar. Por ejemplo, el medidor de potencia 101 puede incluir uno o más de los siguientes elementos: circuitos de carga mediante bobina de inducción o de impulsos, una dinamo mecánica, energía solar y
10 energía generada por fuentes de vibración. Alternativamente, el medidor de potencia 101 puede incluir dos bobinas instaladas en los extensómetros, donde la primera bobina recibe una fuente de CA inductiva aplicada externamente para alimentar un puente extensiométrico, y donde una segunda bobina transmite la señal de CA resultante representativa del esfuerzo medido. La pulsación y recepción de energía inductiva podría configurarse a la frecuencia de muestreo deseada.

15 **[0016]** El medidor de potencia 101 está diseñado para que lo instale el usuario final para medir una o más de las siguientes variables: fuerza, par, aceleración y velocidad angular, en cualquier combinación. Los extensómetros 102 se fijan de forma permanente a una pared interior 195 (aquí denominada "placa") de la unidad, según se muestra en la Fig. 1. Sin embargo, pueden emplearse otras orientaciones para extensómetros 102 sin que ello se aleje del alcance del presente documento. La unidad puede incluir una cubierta que proporcione una carcasa que contenga los
20 extensómetros 102, los sensores de inercia 150 y la electrónica 160 y los proteja de los elementos externos. El usuario acopla con adhesivo una pared exterior de la unidad, correspondiente a la placa 195 del medidor de potencia 101, a un brazo mecánico 100 de un componente que se desee medir. Sin embargo, pueden emplearse otros métodos de acoplamiento sin que ello se aleje del alcance del presente documento. El uso de adhesivo evita la necesidad de una superficie especialmente preparada para el acoplamiento de extensómetros, que sí era necesaria para la instalación de
25 los dispositivos de medición de potencia de la técnica anterior.

[0017] En una realización, la placa 195 posee un grosor de borde ahusado para reducir las tensiones de cizallamiento sobre los adhesivos en el borde de la placa 195. En otra realización, la placa 195 presenta una transición con creciente rigidez empleando distintos materiales para reducir la tensión de cizallamiento máxima en la capa de adhesión. En otra
30 realización, la placa 195 combina el ahusamiento y la transición de la rigidez. Para reducir las fuerzas de cizallamiento que actúan sobre el adhesivo (véase adhesivo 190, en la Fig. 3), la placa 195 puede presentar bordes en zigzag.

[0018] La placa 195 puede presentar una rugosidad de superficie optimizada para mejorar la adhesión entre la placa y el brazo mecánico 100. Por ejemplo, la rugosidad de la superficie de la placa 195 puede ser mayor que la permitida normalmente para la aplicación directa de un extensómetro a un brazo mecánico 100.

[0019] En una realización, un sustrato de extensómetros 102 es lo suficientemente grueso para formar una placa 195.
35 Por ejemplo, el sustrato de extensómetros 102 puede ser una capa gruesa de poliamida que forme el sustrato de extensómetros y proporcione suficiente estructura como para hacer las veces de placa 195.

[0020] La placa 195 puede estar diseñada para ser más sensible a esfuerzos en una cierta dirección. En una realización, la placa 195 está formada de plástico sinterizado que proporcione rigidez direccional. En otra realización, la placa 195 tiene fibras compuestas alineadas que proporcionan rigidez direccional. En otra realización, la placa 195 está
40 formada por estructuras de nido de abeja verticales que mejoran la transferencia de las fuerzas de cizallamiento y

ES 2 746 100 T3

reducir la transferencia de las fuerzas de compresión vertical, mitigando el efecto de las imperfecciones de la superficie sobre el brazo mecánico 100.

5 [0021] La placa 195 puede estar formada por un material con un coeficiente de expansión térmica similar al del brazo mecánico 100 para reducir o eliminar el esfuerzo ocasionado por las diferencias en las frecuencias de expansión entre la placa 195 y el brazo mecánico 100.

10 [0022] La orientación de uno o más extensómetros 102 está seleccionada para eliminar los efectos/el acoplamiento del esfuerzo/de las fuerzas que no son de interés (esto es, fuerzas que no contribuyen a la flexión del brazo mecánico 100). Aunque se muestra uno de los extensómetros 102 en un ángulo de 45 grados, pueden emplearse otros ángulos sin que ello se aleje del alcance del presente documento. Además, cuando los extensómetros 102 representen múltiples extensómetros, estos extensómetros individuales pueden ser del mismo tipo o de distintos tipos (esto es, para fuerzas de flexión, cizallamiento, axiales). Pueden incluirse extensómetros adicionales para detectar la desalineación de la placa 195 con respecto a la dirección de interés para las mediciones del esfuerzo/de la fuerza en el brazo mecánico 100. La desalineación de los extensómetros 102, la no ortogonalidad y los errores traslacionales pueden computarse durante el calibrado y eliminarse mediante software en base a señales de múltiples extensómetros. Cada extensómetro
15 seleccionado puede estar configurado para reducir, eliminar y/o cancelar el esfuerzo no deseado que se traduce en distintas fuerzas (p. ej., fuerzas de cizallamiento, axiales, de flexión) y/o efectos térmicos.

20 [0023] En una realización, una almohadilla conductora térmica (véase almohadilla conductora térmica 196 de la Fig. 3) va montada sobre los extensómetros 102 (a) para mejorar la medición de las temperaturas de los extensómetros y la correspondiente compensación térmica electrónica, (b) para mejorar la disipación del calor generado por los extensómetros 102 durante la medición, y (c) se emplea cuando la placa del circuito impreso tiene características de disipación térmica uniformes. En una realización alternativa, puede utilizarse una almohadilla no conductora térmica para proporcionar aislamiento térmico a los extensómetros 102 para reducir los gradientes térmicos localizados de las fuentes de calor cercanas a los extensómetros. Por ejemplo, puede utilizarse la almohadilla no conductora térmica cuando la placa de circuitos impresos tenga componentes que puedan crear gradientes térmicos elevados que afecten a los extensómetros 102. Pueden colocarse uno o más sensores térmicos sobre los extensómetros 102 y/o la placa 195 para mejorar la exactitud de la medición de la temperatura para la compensación térmica electrónica de las mediciones. Puede incluirse una capa de almohadillas suaves para evitar los daños mecánicos en los extensómetros 102 reduciendo las fuerzas localizadas sobre los extensómetros 102 y/o la placa 195. Por ejemplo, las fuerzas de sujeción ejercidas durante la instalación pueden extenderse a un área mayor mediante una almohadilla suave para evitar daños a los
25 extensómetros 102.
30

Proceso de montaje ejemplar

35 [0024] A continuación se proporcionan los pasos ejemplares para garantizar la aplicación de la cantidad de presión adecuada durante la adhesión del medidor de potencia 101 al brazo mecánico 100. El medidor de potencia 101 puede proporcionarse con elásticos que rodeen tres cuartos de la extensión del brazo mecánico 100 y se conecten con los ganchos provisionales a cada lado del medidor de potencia 101 (p. ej., en la carcasa 302). El medidor de potencia 101 puede proporcionarse con una pinza de resorte para su uso al acoplar el medidor de potencia 101 al brazo mecánico 100. Puede proporcionarse una leva para su uso en la parte posterior del brazo mecánico 100 (lado opuesto al medidor de potencia 101) que funcione tirando de un elástico/cable/hilo conectado a las lengüetas del medidor de potencia 101 (p. ej., carcasa 302), donde la leva permite al usuario aplicar la cantidad de presión adecuada para la correcta
40 instalación del medidor de potencia 101.

ES 2 746 100 T3

[0025] Si el brazo mecánico 100 está hecho de fibra de carbono, puede ser necesario retirar o lijar la capa exterior de pintura y/o revestimiento protector para que el adhesivo 190 se adhiera a una capa de carbono base para reducir el deslizamiento. Otro método para tratar el deslizamiento y la fatiga en los miembros de fibra de carbono es montar dos conjuntos de extensómetros casi idénticos, uno en una región del miembro sometida a grandes presiones y la otra en una región del miembro sometida a presiones más bajas. Los cambios en la linealidad de ambos conjuntos de extensómetros pueden monitorizarse a lo largo del tiempo. En materiales de carbono, las áreas sometidas grandes presiones se fatigan más rápido que aquellas sometidas a presiones más bajas, por lo que los cambios en la linealidad indican cuándo es significativa la fatiga.

[0026] El deslizamiento puede modelarse empleando una ecuación no lineal, y el punto de desplazamiento cero puede actualizarse en tiempo real para utilizar materiales que se deslicen como los dispositivos de medición de la célula de carga o para determinar la carga actual de forma más fiable.

[0027] En una realización el medidor de potencia 101 está construido en dos partes: los extensómetros 102, ubicados en una parte, y la electrónica, ubicada en la otra. La parte que contiene los extensómetros 102 podría instalarse durante la fabricación de la bicicleta/máquina y la otra parte (la que contiene la electrónica) podría venderse como un accesorio en el momento de la compra o después. Con esta realización, un tipo de extensómetro y la información de precalibrado asociada podrían indicarse mediante métodos como un código QR, un código de barras, tecnología NFC, un número de serie, un sistema RFID u otro medio electrónico. Este tipo de extensómetro y la información de calibrado podrían codificarse directamente en el citado medio de identificación o almacenarse en una base de datos en la parte correspondiente (que contenga la electrónica), o en un smartphone o en una base de datos de internet.

[0028] En otra realización, los extensómetros 102 están integrados o moldeados en el material de carbono y/o fibra de vidrio del brazo mecánico 100. Esto podría realizarse durante el proceso de moldeo de la materia prima que forma el brazo mecánico 100, o los extensómetros 102 podrían aplicarse sobre el material curado que forma el brazo mecánico 100 antes de la aplicación del proceso de pintado/protección. La capa de carbono para montar los extensómetros 102 podría seleccionarse para proporcionar las características de sensibilidad deseadas a los extensómetros 102. Por ejemplo, los extensómetros 102 pueden colocarse para maximizar su sensibilidad siguiendo la dirección de la fibra, en perpendicular a la misma o en un ángulo arbitrario a ella.

[0029] Hay muchos métodos para acoplar extensómetros - resinas epoxi, soldadura ultrasónica, soldadura, posts, pegamento, resina, cianoacrilato, agentes adhesivos para la unión térmica de plásticos, etc. Si los extensómetros 102 y/o la electrónica 160 se aplican a la placa 195, pueden ir recubiertos con un recubrimiento (p. ej., adhesivo u otro recubrimiento protector similar) impermeable, para proteger los componentes y mantenerlos a una temperatura uniforme.

[0030] En otra realización, el medidor de potencia 101 en su totalidad va directamente montado y/o moldeado en el brazo mecánico 100.

[0031] Cuando el medidor de potencia 101 vaya a ser acoplado por un usuario final, el medidor de potencia 101 puede suministrarse con un dispositivo de chorro de arena portátil para la preparación de una superficie del brazo mecánico 100 antes del acoplamiento del medidor de potencia 101. El dispositivo de chorro de arena portátil puede emplear gas comprimido en cartuchos pequeños para impulsar las partículas abrasivas (p. ej., arena) a gran velocidad. Por ejemplo, el gas comprimido podría venir de un cartucho de CO2 común de una bicicleta. Puede emplearse una pequeña carcasa mecánica para capturar/aislar las partículas abrasivas de forma que solo se limpie o lije la zona deseada de la superficie del brazo mecánico 100. Dicha carcasa puede estar dotada de una pequeña abertura para liberar el gas comprimido

ES 2 746 100 T3

utilizado sin liberar las partículas abrasivas hacia el exterior. Puede emplearse, por ejemplo, un material de filtrado o aislamiento ciclónico para retener las partículas abrasivas en la carcasa.

[0032] La Fig. 2 muestra el calibrado ejemplar del medidor de potencia 101 tras su instalación en el brazo mecánico 100. Como el medidor de potencia 101 puede ser acoplado por el usuario, para determinar una relación entre la fuerza y/o el par detectado por el medidor de potencia 101 y la fuerza de entrada actual y/o el par sobre el brazo mecánico 100, se emplea un método de calibrado. Durante este método de calibrado, se emplean una célula de carga y/o uno o más pesos suspendidos para aplicar una fuerza conocida y/o par sobre el brazo mecánico 100. La fuerza conocida y/o el par se introducen en el medidor de potencia 101, donde la electrónica 160 determina uno o más factores de calibrado que permiten que el medidor de potencia 101 determine las fuerzas y/o pares subsiguientes aplicados al brazo mecánico 100 en base a los valores detectados de los extensómetros 102. Ventajosamente, este método de calibrado es sencillo y puede llevarse a cabo sin equipos complejos y sin sacar el componente del aparato del usuario (p. ej., la bicicleta). Ventajosamente, el usuario puede recalibrar el medidor de potencia 101 en cualquier momento.

[0033] La Fig. 3 es una vista esquemática más detallada del medidor de potencia 101. El medidor de potencia 101 aparece acoplado al brazo mecánico 100 mediante un adhesivo 190. Los extensómetros 102 detectan la flexión y/o el par presentes en el brazo mecánico 100 e introducen los datos en un controlador 103 dentro de la electrónica 160. La electrónica 160 puede incluir otros componentes de procesamiento de señales (que no aparecen en la ilustración en aras de la claridad).

[0034] Se selecciona el adhesivo 190 con una resistencia al cizallamiento al menos tan elevada con el mayor cizallamiento previsto experimentado entre el brazo mecánico 100 y la placa 195 (esto es, el medidor de potencia 101). En una realización alternativa, se emplea soldadura en lugar de adhesivo 190. Por ejemplo, los extensómetros 102 pueden estar soldados a la placa 195 en los bordes o en puntos específicos, y pueden seleccionarse los puntos específicos y el patrón de soldadura para reducir o eliminar las fuerzas no deseadas. La soldadura puede emplear uno o más de los siguientes medios: soldadura ultrasónica, soldadura láser, soldadura por descargas capacitivas, etc.

[0035] El controlador 103 incluye software y realiza cálculos para determinar una o más de las siguientes variables: fuerza, par y potencia aplicados sobre el brazo mecánico 100. La electrónica 160 incluye una interfaz inalámbrica 104 que, bajo el control del controlador 103, comunica determinados datos sobre fuerza, par y/o potencia a un dispositivo receptor, como un ordenador para bicicleta 105, un smartphone/una tableta 106 y un ordenador 107. El ordenador 107 es, por ejemplo, un procesador genérico. La interfaz inalámbrica 104 puede implementar uno o más protocolos de comunicación conocidos para establecer comunicaciones unidireccionales o bidireccionales con los dispositivos 105, 106, y/o 107. En una realización alternativa, se transfieren los datos del medidor de potencia 101 a un procesador externo (p. ej., en uno o más de los siguientes dispositivos: ordenador de bicicleta 105, smartphone/tableta 106, y ordenador 107) para el procesamiento. Por ejemplo, el medidor de potencia 101 puede procesar parcialmente los datos de los extensómetros 102 y/o los sensores de inercia 150, y enviar dichos datos parcialmente procesados a los procesadores externos para su procesamiento ulterior.

[0036] En un ejemplo de funcionamiento, el medidor de potencia 101 determina una o más de las siguientes variables: fuerza, par y potencia aplicados a la transmisión de la bicicleta por un ciclista. Esta transmisión incluye un primer y un segundo brazo del cigüeñal vinculados por el ciclista a un extremo externo. Un extremo interno de cada brazo del cigüeñal va montado de forma rotatoria a la abrazadera inferior de la bicicleta. Al menos un anillo de cadena está configurado para hacer girar una rueda de tracción de la bicicleta. El medidor de potencia 101 puede ir instalado (según se muestra en la Fig. 1) en el lateral del primer o el segundo brazo del cigüeñal, o cada uno de los dos medidores de potencia 101 puede ir instalado en el primer y el segundo brazo del cigüeñal, respectivamente. Una vez instalado el

ES 2 746 100 T3

medidor de potencia 101 en el brazo del cigüeñal, una célula de carga (o peso) se conecta al extremo externo de forma que puede determinarse una relación entre el esfuerzo medido en el medidor de potencia 101 y la carga suministrada por la célula de carga. Además, se pueden aplicar diversos pesos y desviaciones al extremo externo del brazo del cigüeñal para incrementar la exactitud de la relación en cuestión.

- 5 **[0037]** En otro ejemplo de funcionamiento, el medidor de potencia 101 funciona para determinar el 'esfuerzo' y las fuerzas, el par y la potencia existentes según se describe más arriba. La potencia puede determinarse para la aceleración y/o el movimiento rotacional y traslacional. La energía rotacional se determina como producto del par medido y de la velocidad angular. La energía traslacional se determina como producto de la fuerza (medida por los extensómetros) y la velocidad (obtenida mediante la integración de la aceleración, por ejemplo).
- 10 **[0038]** La exactitud de la medición es esencial, especialmente cuando el usuario calibra el medidor de potencia 101. El medidor de potencia 101 contiene múltiples extensómetros 102 para reducir el error de medición. La medición de potencia convencional emplea solo mediciones de flexión sobre un brazo mecánico. En una realización, hay múltiples extensómetros 102 orientados para la medición de las fuerzas de flexión, torsión y axiales a lo largo del eje longitudinal del brazo mecánico 100 (esto es, el brazo del cigüeñal). Típicamente, el ciclista puede variar la fuerza aplicada al brazo
- 15 del cigüeñal girando el tobillo, o aplicando más fuerza más cerca del extremo interno o externo según su estilo de montar en bicicleta, que también puede variar durante el trayecto. Midiendo la flexión y la torsión (par), el medidor de potencia 101 determina una medición más exacta de la potencia aplicada al tren motriz.
- [0039]** En una realización, un extensómetro para la medición del cizallamiento colocado a 45 grados con respecto al eje longitudinal del brazo del cigüeñal muestra la suma de las fuerzas de cizallamiento ocasionadas por la flexión y la
- 20 torsión (véanse las orientaciones de los extensómetros en la Fig. 1). Empleando múltiples puntos de calibrado con distintas desviaciones (véanse las etiquetas 1, 2 y 3 en la Fig. 2), y/o aplicando distintos pesos, el medidor de potencia 101 determina la influencia de esta torsión sobre la flexión del brazo mecánico 100, llevando a cabo una compensación al determinar la fuerza, el par y/o la potencia. La exactitud del medidor de potencia 101 aumenta de esta forma al emplear los resultados de las pruebas múltiples.
- 25 **[0040]** El medidor de potencia 101 puede emplearse para medir la fuerza, el par y/o la potencia en brazos mecánicos y demás miembros empleados en aplicaciones industriales. La placa 195 que se encuentra dentro del medidor de potencia 101 tiene un impacto insignificante sobre la exactitud de la medición cuando se aplica el medidor de potencia 101 a brazo mecánico 100 de grosor suficiente. Así, el medidor de potencia 101 puede emplearse para la recopilación y transmisión inalámbrica de datos a lo largo del tiempo a cualquier dispositivo con un receptor adecuado.
- 30 **[0041]** La electrónica 160 puede incluir un búfer de memoria para el almacenaje provisional de los datos de alta velocidad de los extensómetros 102 y sensores de inercia 150. Esto permite al controlador 103 procesar los datos almacenados más tarde y/o reducir la duración del tiempo que está activado el controlador 103 para recibir los datos de detección de varios sensores de inercia (p. ej., interruptores magnéticos de lengüeta, acelerómetros, etc.), y de los extensómetros 102.
- 35 **[0042]** En ciertas realizaciones, la placa 195 se ajusta al material del brazo mecánico 100 teniendo en cuenta propiedades del material como los coeficientes de expansión térmica. Para conectar a una aplicación de fibra de carbono o fibra de vidrio, la placa 195 puede ser de material no metálico con coeficientes de expansión similares de forma que no se induzca esfuerzo térmico debido al diferencial de expansión de coeficientes. Así, la placa 195 puede estar hecha de material idéntico o material similar al de la base subyacente del brazo mecánico 100. En una realización
- 40 alternativa, el calibrado del medidor de potencia 101 se emplea para retirar las inconsistencias de material, por ejemplo, comprobando/calibrando diversas temperaturas o empleando propiedades de distintos materiales. El medidor de

ES 2 746 100 T3

potencia 101 también puede incluir un sensor de temperatura para realizar mediciones dentro del medido de potencia. En un ejemplo de funcionamiento, la temperatura se detecta durante el calibrado y se almacena junto con los datos de calibrado dentro del medidor de potencia 101 (u, opcionalmente, dentro de un dispositivo conectado). Cuando se realiza una siguiente medición, vuelve a detectarse la temperatura y a emplearse para ajustar los valores calculados, mejorando la exactitud del medidor de potencia 101. En una realización, el medidor de potencia 101 puede determinar los efectos de la temperatura en las mediciones, y a partir de ahí compensar los errores de temperatura dentro de los materiales y sensores.

[0043] En ciertas aplicaciones, el material empelado para la placa 195 se selecciona de forma que sea menos rígido que el material al que se está acoplado (esto es, el brazo mecánico 100) de forma que el medidor de potencia 101 no afecta en gran manera a la rigidez del brazo mecánico 100. Así, puede considerarse la respuesta del medidor de potencia 101 como si fuera solo la respuesta del brazo mecánico 100.

[0044] El medidor de potencia 101 puede emplear sensores de inercia 150 (p. ej., un acelerómetro) para determinar una velocidad de rotación del brazo mecánico que puede empelarse dentro del controlador 103, en combinación con el par detectado, para calcular una potencia de entrada en el brazo mecánico 100 (p. ej., de un ciclista). El medidor de potencia 101 también puede empelar un imán y un interruptor de lengüeta, y/u otros sensores similares para medir la velocidad de rotación.

[0045] Puede emplearse más de un medidor de potencia 101 a la vez, pudiendo dichos medidores de potencia cooperar y comunicarse para determinar la potencia dentro de un sistema más complejo. Por ejemplo, si dos medidores de potencia 101 están acoplados respectivamente al brazo del cigüeñal izquierdo y derecho de una bicicleta, la comunicación desde cada uno de estos medidores de potencia 101 izquierdo y derecho puede emplearse en conjunto e individualmente para determinar la potencia suministrada por el ciclista a cada brazo del cigüeñal, el izquierdo y el derecho, individualmente y colectivamente. En un ejemplo de funcionamiento, la potencia calculada de los medidores de potencia izquierdo y derecho se suma para determinar la potencia total recibida del ciclista.

[0046] En una realización alternativa, el medidor de potencia 101 va acoplado mecánicamente al brazo mecánico 100, como mediante sujeción rígida, sujeción flexible y otros medios similares conocidos en la técnica.

[0047] En otra realización alternativa, el medidor de potencia 101 emplea un único extensómetro 102 para determinar una o más de las siguientes variables: fuerza, par y potencia.

[0048] La Fig. 4 muestra el medidor de potencia acoplado con adhesivo 101 de la Fig. 1 acoplado a un brazo del cigüeñal 400 impulsando un anillo de cadena circular 406. La carcasa 302 se fija con adhesivo al brazo del cigüeñal 400 según se muestra y funciona para medir la potencia aplicada al brazo del cigüeñal 400. La carcasa 302 se muestra con una cubierta de batería extraíble 402.

[0049] La Fig. 5 muestra el medidor de potencia acoplado con adhesivo 101 de la Fig. 1 acoplado a un brazo de cigüeñal 500 impulsando un anillo de cadena no circular 506 (p. ej., un anillo de cadena en Q u ovalado). La carcasa 302 se fija con adhesivo al brazo del cigüeñal 500 según se muestra y funciona para medir la potencia aplicada al brazo del cigüeñal 400. La carcasa 302 se muestra con una cubierta de batería extraíble 402.

[0050] La Fig. 6 muestra la electrónica 160 en mayor detalle ejemplar, ilustrando los algoritmos ejemplares empleados dentro del medidor de potencia 101. Se muestra la electrónica 160 con interfaz 104 y controlador 103. El controlador 103 se muestra con un procesador 602 y una memoria 604. La interfaz 104 es una interfaz inalámbrica, que implementa uno o más protocolos seleccionados del grupo que incluye Bluetooth™, Ant+, Zig- Bee, etc. La memoria 604 incluye un

búfer de datos 605 que recibe periódicamente los datos del extensómetro 630 que llegan de los extensómetros 102 y los datos del sensor de inercia 632 que llegan periódicamente de los sensores de inercia 150. El búfer de datos 605 se implementa, por ejemplo, como búfer cíclico para almacenar temporalmente las mediciones de los extensómetros 102 y los sensores de inercia 150.

5 **[0051]** La memoria 604 se muestra también almacenando un algoritmo de cadencia 610, un algoritmo de potencia 612, un algoritmo oscilante 614, un algoritmo de transmisión 616, y un algoritmo de seguimiento 618, cada uno de los cuales posee instrucciones legibles por máquina ejecutables mediante procesador 602 para proporcionar la funcionalidad aquí descrita.

10 **[0052]** El algoritmo de cadencia 610 analiza los datos de uno o ambos extensómetros 630 y los datos del sensor de inercia 632 para determinar un perfil de cadencia 634 (p. ej., la frecuencia de rotación y las desviaciones de la misma a lo largo del tiempo) del brazo del cigüeñal 100, 400, 500. El algoritmo de cadencia 610 también puede realizar análisis de datos de intrarrevoluciones 630, 632 para monitorizar los cambios en la velocidad y la eficiencia sobre la bicicleta. Por ejemplo, el algoritmo de cadencia 610 puede analizar los datos del sensor de inercia 632 recibidos de diversos sensores de inercia 150 configurados con un medidor de potencia acoplado con adhesivo 101. Alternativamente o
15 además de esto, más sensores directos, incluidos, sin límite, los potenciómetros, podrían emplearse sensores ópticos y magnéticos en el medidor de potencia acoplado con adhesivo 101 que podrían ser empleados por el algoritmo de cadencia 610. El perfil de cadencia 634 se transmite, por ejemplo, mediante la interfaz 104 a uno o más de los siguientes dispositivos: smartphones 106, ordenador de bicicleta 105, y ordenador 107 para mostrar los datos a un usuario en forma numérica y/o gráfica.

20 **[0053]** El algoritmo de potencia 612 analiza los datos del extensómetro 630 y del sensor óptico de inercia 632 y genera un perfil de potencia 636. La Fig. 7 muestra un perfil de potencia ejemplar 636 generado por un algoritmo de potencia 612. En el ejemplo de la Fig. 7, el perfil de potencia 636 muestra una línea 702 que representa la fuerza aplicada a un brazo de cigüeñal 500, y de ahí a un anillo de cadena no circular 506, para una revolución completa. El algoritmo de potencia 612 puede generar un perfil de potencia 636 empleando técnicas estadísticas calculadas a partir de múltiples rotaciones consecutivas del brazo del cigüeñal 500. El perfil de potencia 636 se transmite, por ejemplo, mediante la
25 interfaz 104 a uno o más de los siguientes dispositivos: smartphones 106, ordenador de bicicleta 105, y ordenador 107 para mostrar los datos a un usuario en forma numérica y/o gráfica. Cuando el ordenador 107 recibe datos de dos medidores de potencia acoplados con adhesivo 101, cada uno de ellos acoplado a un brazo de cigüeñal distinto dentro de la misma bicicleta, el algoritmo de potencia 612 puede generar un perfil de potencia 636 con dos gráficos, o dos
30 líneas, donde cada línea representa la potencia aplicada a un brazo de cigüeñal distinto, permitiendo al ciclista comparar la potencia de cada pierna.

[0054] El algoritmo oscilante 614 analiza los datos del extensómetro 630 y del sensor de inercia 632 para generar un perfil oscilante 638 y mostrar el movimiento lateral (de lado a lado). La Fig. 8 es una vista posterior de una porción 800 de una bicicleta con, al menos, un medidor de potencia acoplado con adhesivo 101 de la Fig. 1, que ilustra el
35 movimiento lateral de la bicicleta al pedalear. El algoritmo oscilante 614 aísla el movimiento lateral de los datos del extensómetro 630 y del sensor de inercia 632 y genera un perfil oscilante 638 para mostrar el movimiento lateral determinado. El perfil de oscilación 638 se transmite, por ejemplo, mediante la interfaz 104 a uno o más de los siguientes dispositivos: smartphones 106, ordenador de bicicleta 105, y ordenador 107 para mostrar los datos a un usuario en forma numérica y/o gráfica.

40 **[0055]** El algoritmo de transmisión 616 analiza los datos del sensor de inercia 632, y opcionalmente los datos del extensómetro 630 a lo largo del tiempo para determinar uno o más de los siguientes efectos: vibración, pérdidas de

ES 2 746 100 T3

alineación de la transmisión, desgaste, etc., y genera un estado de la transmisión 640. El estado de la transmisión 640 se transmite, por ejemplo, mediante la interfaz 104 a uno o más de los siguientes dispositivos: smartphones 106, ordenador de bicicleta 105, y ordenador 107 para mostrar los datos a un usuario en forma numérica y/o gráfica.

5 **[0056]** El algoritmo de seguimiento 618 analiza los datos del sensor de inercia 632 y los datos del extensómetro 630 a lo largo del tiempo y genera un modelo energético 642 en base a una potencia determinada proporcionada por el ciclista, y una potencia de gasto estimada en base a los datos de uno o más de los siguientes dispositivos: un anemómetro o dispositivo similar para estimar la resistencia eólica, un inclinómetro para medir la pendiente del terreno atravesado, y un sensor de presión incorporado en el tubo/neumático para calcular la resistencia al rodamiento de la bicicleta.

10 **[0057]** El algoritmo de seguimiento 618 puede también comparar otros componentes estáticos y dinámicos (p. ej., cargas sobre los brazos del cigüeñal y/o el cuadro de la bicicleta y/o la tija del sillín del a bicicleta empelando sensores adicionales si fuera necesario) para determinar si el ciclista está sentado o fuera del sillín.

15 **[0058]** En un ejemplo de uso, donde cada bicicleta en una sesión de entrenamiento de grupo tiene al menos un medidor de potencia acoplado con adhesivo 101, pueden emplearse los perfiles de potencia 636 determinados a partir de cada uno de los medidores de potencia acoplados con adhesivo 101 para calcular la eficiencia de rebufo. Pueden compararse, para cada ciclista, los niveles de potencia indicados cuando el ciclista va al frente del grupo con los niveles de potencia indicados cuando el ciclista va quedándose rezagado tras varios miembros de su grupo.

[0059] Cuando el medidor de potencia acoplado con adhesivo 101 va acoplado a una bicicleta eléctrica, puede compararse el perfil de potencia 636 introducido por el ciclista con la potencia proporcionada por la batería/el motor de la bicicleta.

20 **[0060]** En una realización, el medidor de potencia acoplado con adhesivo 101 transmite señales parcialmente procesadas de uno o más extensómetros 102 y sensores de inercia 150 a uno o más de los siguientes dispositivos: ordenadores de bicicleta 105, smartphone 106, y ordenador 107. Cada uno de los siguientes dispositivos: ordenador de bicicleta 105, smartphone 106, y ordenador 107 pueden implementar uno o más de los algoritmos 610, 612, 614, 616, 618, y el modelo energético 642 para generar perfiles y estados similares a los perfiles 634, 636, 638 y al estado 640.

25 **Otros usos**

[0061] El medidor de potencia 101 puede emplearse para otras aplicaciones, incluidas:

- Los esquís (nórdicos/clásicos o de skating, empleado para medir la flexibilidad y la participación para obtener información sobre entrenamientos o entrenamientos virtuales)
- Remos de embarcación para competición de remo
- 30 • Triatlón paralímpico, para bicicleta y silla de ruedas
- Equipos de patines sobre hielo
- Halterofilia, para determinar de forma exacta el peso de la pesa/mancuerna
- Máquinas de entrenamiento de fuerza, para determinar el número de repeticiones y la cantidad de fuerza aplicada
- Deportes de motor

ES 2 746 100 T3

- Puede emplearse para cualquier tipo de aplicación, desde las cargas en el eje motor y el semieje, hasta la instrumentación de radios de gran sección en una rueda para determinar los caballos de potencia de la rueda
 - Determinación de las fuerzas de suspensión
 - Determinación de las tensiones en el casco para las regatas (carreras de hidroplano, F1 Powerboat, etc.)
- 5
- Determinación de la carga aerodinámica para telemetría de alas
 - Determinación de la carga aerodinámica y de la fuerza de arrastre sobre las alas ajustables para su uso en controladores
- Entrenamiento equino - puede usarse en línea en un dispositivo de rienda para que los estudiantes que estén aprendiendo a montar ajusten las fuerzas
- 10
- Calzado, para determinar la fuerza de patada o de impacto.
 - Medición de fuerza, par, momento, frecuencia de resonancia en:
 - deportes de raqueta/palo: hockey, golf, lacrosse, béisbol, tenis, esgrima, raquetball, squash, ping pong, etc.
 - palas/remos: kayak, surf de remo, remo
- Máquinas de entrenamiento de fuerza y máquinas de entrenamiento aeróbico - para la medición de fuerza, del número de repeticiones, de la velocidad y de la potencia en tiempo real.
- 15
- Instrumentación de pesos libres: mancuernas y pesas, para determinar el número de repeticiones, la velocidad y la potencia en tiempo real.
 - Medición de la fuerza impacto: calzado (impacto/golpe de talón), cascos, almohadillas protectoras.
- Si se emplea una combinación de extensómetros (u otros dispositivos de extensimetría) y dispositivos de detección del movimiento (p. ej., sensores de inercia como acelerómetros y giroscopios) puede construirse un modelo de la dinámica del sistema. De esta forma, sería posible ajustar el sistema (la interfaz hombre-máquina). Por ejemplo, podrían elegirse/diseñarse un club o una raqueta óptimos para una persona en concreto. Podría utilizarse el mismo conjunto de herramientas para ajustar la frecuencia de resonancia del objeto.
- 20
- Si se está usando una unidad incorporada para medir la fuerza en un miembro en traslación (y no en rotación), puede calcularse la velocidad del miembro por diversos medios, incluidos, sin límite, un GPS, un anemómetro, un tubo Pitot, sensores de inercia, recuento de las revoluciones de la rueda, etc. A partir del cálculo de la fuerza y la velocidad, podría determinarse la potencia.
- 25
- La aplicación de múltiples células de carga sobre un miembro permitiría detectar fuerzas, momentos de torsión, fuerzas de cizallamiento y par en cualquier eje del miembro.
- 30
- Aplicaciones en el sector del transporte: medición de las fuerzas dinámicas sobre el eje motor (para la determinación de la potencia o el análisis de la tensión), los miembros de suspensión, los elementos del chasis y las fuerzas externas (p. ej., la carga aerodinámica en el spoiler de un automóvil).

- En aplicaciones para fabricación, esta unidad incorporada de medición de fuerza podría emplearse para medir fuerzas de corte o punzonado (por ejemplo, estampación robótica, troquelado). De esta forma, el operario sabría cuándo afilar/sustituir la herramienta o ajustar el sistema.

5 • En aplicaciones para la monitorización de estados, podrían determinarse la salubridad de y las cargas aplicadas a una estructura a partir de mediciones de aceleración/vibración y esfuerzos asociados medidos en la estructura.

- En vez de llevar a cabo todo el procesado de la potencia en la unidad incorporada, los datos brutos sobre el esfuerzo o los datos parcialmente procesados podrían exportarse a otro dispositivo externo para su procesado en tiempo real o fuera de línea.

[0062] La invención también puede emplearse en aplicaciones industriales, incluidos:

10 • Acoplamiento entre vagones o camiones de transporte, fuerza x velocidad lineal = potencia en vatios transferida, podría usarse para determinar la resistencia aerodinámica en trenes u otras unidades de transporte que lleven acoplamiento, y también podría utilizarse para determinar las fuerzas solamente

- Medición de la tensión y los momentos de flexión en miembros mecánicos arbitrarios

Combinación de características

15 **[0063]** Las características arriba descritas y las incluidas en las reivindicaciones siguientes pueden combinarse en distinto modo sin que ello se aleje del alcance del presente documento. Los siguientes ejemplos ilustran posibles combinaciones no limitativas de la presente invención según lo descrito más arriba, debe quedar claro que pueden realizarse muchos cambios y modificaciones sobre el proceso y al producto sin que ello se aleje del alcance de la presente invención según se define en las reivindicaciones adjuntas.

20 (A) Un medidor de potencia acoplado con adhesivo para medir una o más de las siguientes variables: fuerza, par y velocidad de un brazo mecánico, que incluye una placa con una primera superficie preparada para el acoplamiento con adhesivo al brazo mecánico, al menos un extensómetro físicamente acoplado a una segunda superficie de la placa opuesta a la primera y con una orientación correspondiente a una orientación del medidor de potencia acoplado con adhesivo, donde las fuerzas mecánicas se transfieren del brazo mecánico a, al menos, un extensómetro cuando la placa
25 está acoplada con adhesivo al brazo mecánico, la electrónica para recibir una señal de, al menos, un extensómetro y para determinar una o más de las siguientes variables: fuerza, par y potencia de la señal, y un transmisor inalámbrico para transmitir, a un dispositivo receptor, una o más de las siguientes variables: fuerza, par y potencia.

(B) En el sistema denominado (A), que incluye también, al menos, un sensor de inercia para detectar el movimiento del brazo mecánico, donde la electrónica determina la potencia en base a la fuerza y al movimiento detectados.

30 (C) En cualquiera de los sistemas denominados (A) y (B), la electrónica que determina, al menos, la velocidad angular del brazo mecánico sobre el movimiento detectado.

(D) En cualquiera de los sistemas denominados (A) a (C), al menos un sensor de inercia seleccionado del grupo formado por un interruptor magnético de lengüeta, un acelerómetro, un giroscopio y un magnetómetro.

35 (E) En cualquiera de los sistemas denominados (A) a (D), al menos un extensómetro orientado para reducir la sensibilidad a las fuerzas, los momentos y los pares de torsión en el brazo mecánico que no son de interés.

ES 2 746 100 T3

- (F) En cualquiera de los sistemas denominados (A) a (E), al menos un extensómetro orientado en un ángulo relativo a, al menos, otro extensómetro.
- (G) En cualquiera de los sistemas denominados (A) a (F), la placa formada para ser más sensible a los esfuerzos en una cierta dirección.
- 5 (H) En cualquiera de los sistemas denominados (A) a (G), la placa con fibras compuestas alineadas que proporciona rigidez direccional.
- (I) En cualquiera de los sistemas denominados (A) a (H), la placa formada de plástico sinterizado para proporcionar rigidez direccional.
- 10 (J) En cualquiera de los sistemas denominados (A) a (I), la placa está formada por estructuras verticales en forma de panal que mejoran la transferencia de las fuerzas de cizallamiento y reducir la transferencia de las fuerzas de compresión vertical, mitigando el efecto de las imperfecciones de la superficie sobre el brazo mecánico.
- (K) En cualquiera de los sistemas denominados (A) a (J), la placa con grosor de borde ahusado para reducir las tensiones de cizallamiento que actúan sobre el adhesivo en el borde de la placa.
- (L) En cualquiera de los sistemas denominados (A) a (K), la placa que presenta una transición con creciente rigidez empleando distintos materiales para reducir la tensión de cizallamiento máxima en el adhesivo.
- 15 (M) En cualquiera de los sistemas denominados (A) a (L), la placa con bordes en zigzag para reducir las fuerzas de cizallamiento que actúan sobre el adhesivo.
- (N) En cualquiera de los sistemas denominados (A) a (M), la placa que forma un sustrato de, al menos, un extensómetro.
- 20 (O) En cualquiera de los sistemas denominados (A) a (N), la placa que es una capa de poliamida que forma un sustrato de, al menos, un extensómetro y proporciona estructura para el acoplamiento directo con el brazo mecánico.
- (P) En cualquiera de los sistemas denominados (A) a (O), la placa formada de un material que posee esencialmente el mismo coeficiente de expansión térmico que el brazo mecánico.
- (Q) En cualquiera de los sistemas denominados (A) a (P), orientación de uno o más extensómetros que se selecciona para eliminar los efectos/el acoplamiento de esfuerzos/fuerzas que no contribuyen a la flexión del brazo mecánico.
- 25 (R) Un método para medir el esfuerzo de un brazo mecánico empleando un medidor de potencia acoplado con adhesivo al brazo mecánico que incluye la recepción, dentro de la electrónica del medidor de potencia, las señales de, al menos, un extensómetro acoplado mecánicamente al brazo mecánico mediante una placa del medidor de potencia, que determina el esfuerzo dentro del brazo mecánico en base a las señales, y que envía los datos de dicho esfuerzo a un dispositivo receptor.
- 30 (S) En el método denominado (R), que incluye además la recepción de una segunda señal de, al menos, un sensor de inercia acoplado mecánicamente al brazo mecánico, que determina una o más de las siguientes variables: fuerza y par, en base al esfuerzo, que determina la velocidad del brazo mecánico en base a la segunda señal, y calculando la potencia aplicada al brazo mecánico en base a una o más de las siguientes variables: fuerza determinada, par determinado y velocidad determinada.
- 35

ES 2 746 100 T3

(T) En cualquiera de los métodos denominados (R) y (S), que incluye, además, el autocalibrado de la medición de la fuerza en base a una fuerza conocida aplicada al brazo mecánico.

REIVINDICACIONES

1. Un medidor de potencia acoplado con adhesivo para la medición de una o más de las siguientes variables: fuerza, par y velocidad de un brazo mecánico, que comprende: una placa con una primera superficie preparada para el acoplamiento con adhesivo al brazo mecánico; al menos un extensómetro acoplado físicamente a una segunda superficie de la placa opuesta a la primera y con una orientación correspondiente a una orientación del medidor de potencia acoplado con adhesivo, donde las fuerzas mecánicas se transfieren desde el brazo mecánico a, al menos, un extensómetro cuando la placa está acoplada con adhesivo al brazo mecánico; la electrónica para recibir una señal de, al menos, un extensómetro y para determinar una o más de las siguientes variables: fuerza, par y potencia de la señal; y un transmisor inalámbrico para transmitir a un dispositivo de recepción una o más de las siguientes variables: fuerza, par y potencia, **caracterizado por que** la placa está formada por estructuras verticales en forma de panal que mejoran la transferencia de las fuerzas de cizallamiento y reducen la transferencia de las fuerzas de compresión verticales, mitigando, así, el efecto de las imperfecciones de la superficie sobre el brazo mecánico.
2. El medidor de potencia acoplado con adhesivo de la reivindicación 1, que comprende, además, al menos un sensor de inercia para detectar el movimiento del brazo mecánico, donde la electrónica determina la potencia en base a la fuerza detectada y al movimiento detectado, y, más específicamente, donde la electrónica determina, al menos, la velocidad angular del brazo mecánico en base al movimiento detectado.
3. El medidor de potencia acoplado con adhesivo de la reivindicación 2, al menos un sensor de inercia seleccionado de entre el grupo formado por un interruptor magnético de lengüeta, un acelerómetro, un giroscopio y un magnetómetro.
4. El medidor de potencia acoplado con adhesivo de la reivindicación 1, donde al menos un extensómetro está orientado para reducir la sensibilidad a fuerzas, momentos y pares en el brazo mecánico que no son de interés.
5. El medidor de potencia acoplado con adhesivo de la reivindicación 1, donde al menos un extensómetro está orientado en un ángulo relativo a, al menos, otro extensómetro.
6. El medidor de potencia acoplado con adhesivo de la reivindicación 1, donde la placa está formada para ser más sensible a los esfuerzos en una cierta dirección.
7. El medidor de potencia acoplado con adhesivo de la reivindicación 1, donde la placa tiene fibras compuestas alineadas que proporcionan rigidez direccional, o donde la placa está formada por plástico sinterizado para proporcionar rigidez direccional.
8. El medidor de potencia acoplado con adhesivo de la reivindicación 1, donde la placa tiene un grosor de borde ahusado para reducir las tensiones de cizallamiento que actúan sobre el adhesivo en el borde de la placa.
9. El medidor de potencia de la reivindicación 1, donde la placa presenta una transición con creciente rigidez empleando distintos materiales para reducir al máximo la tensión de cizallamiento en el adhesivo, o donde la placa tiene bordes en zigzag para reducir las fuerzas de cizallamiento que actúan sobre el adhesivo.
10. El medidor de potencia acoplado con adhesivo de la reivindicación 1, donde la placa forma un sustrato de, al menos, un extensómetro, y, más específicamente, donde la placa es una capa de poliamida que forma un sustrato de, al menos, un extensómetro y proporciona estructura para el acoplamiento directo con el brazo mecánico.
11. El medidor de potencia acoplado con adhesivo de la reivindicación 1, donde la placa está formada de un material que posee esencialmente el mismo coeficiente de expansión térmico que el brazo mecánico.

ES 2 746 100 T3

12. El medidor de potencia acoplado con adhesivo del a reivindicación 1, donde la orientación de uno o más extensómetros se selecciona para eliminar los efectos/el acoplamiento de esfuerzos/fuerzas que no contribuyen a la flexión del brazo mecánico.

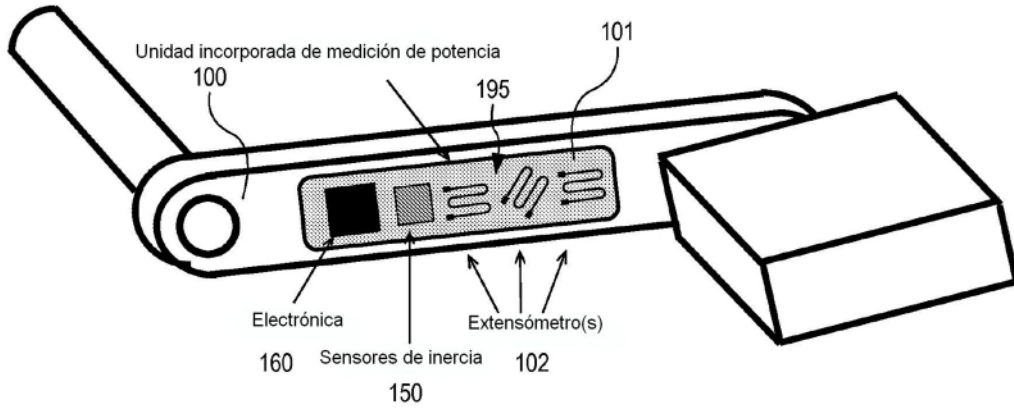


FIG. 1

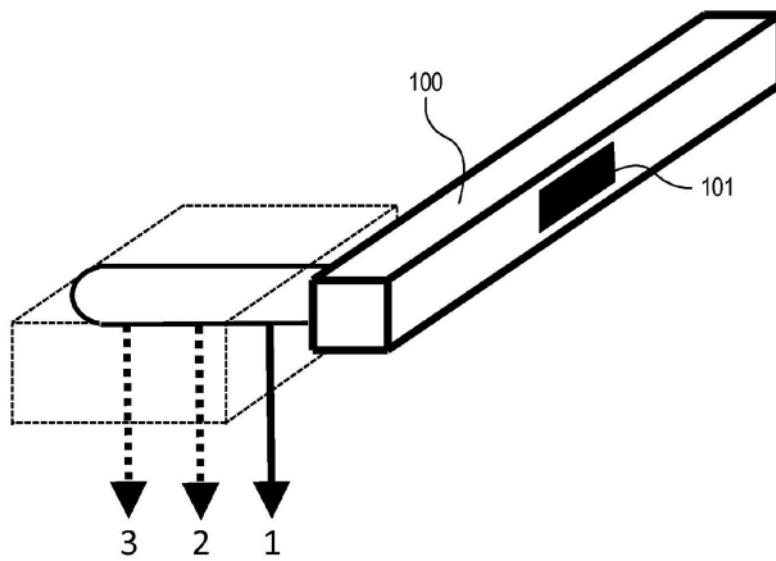


FIG. 2

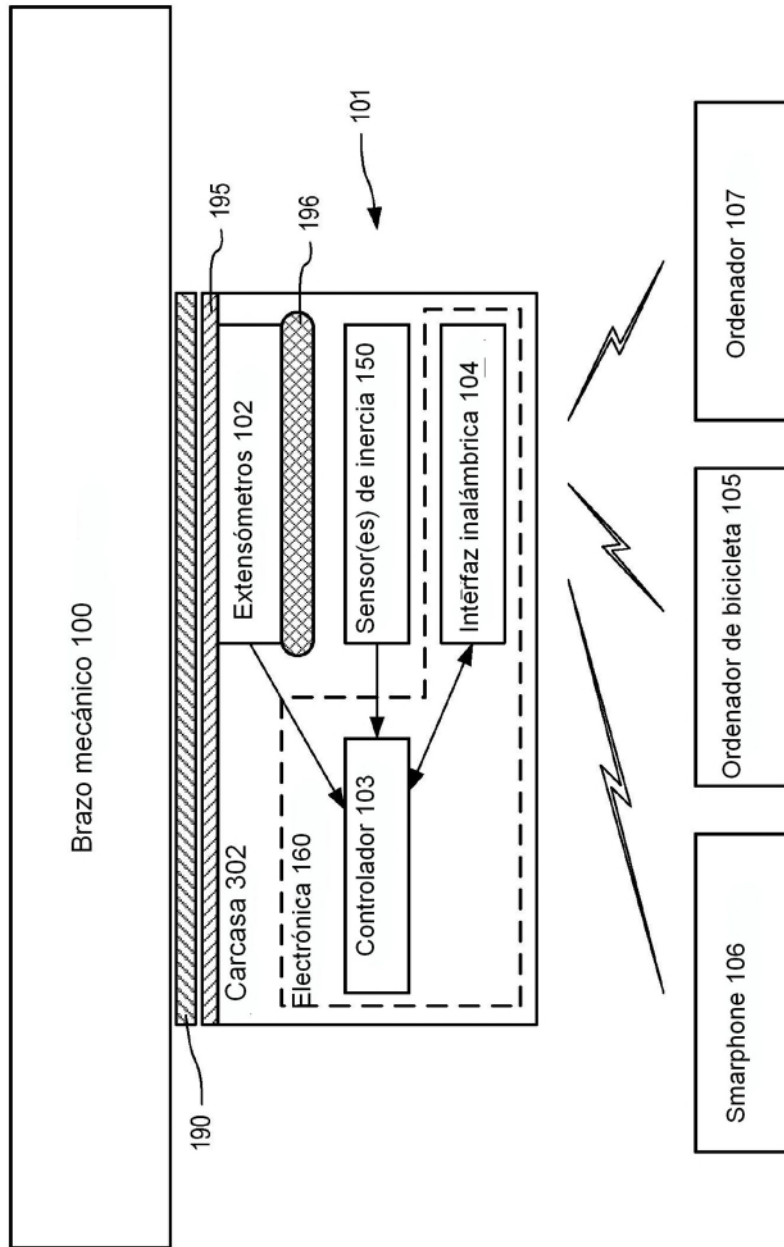


FIG. 3

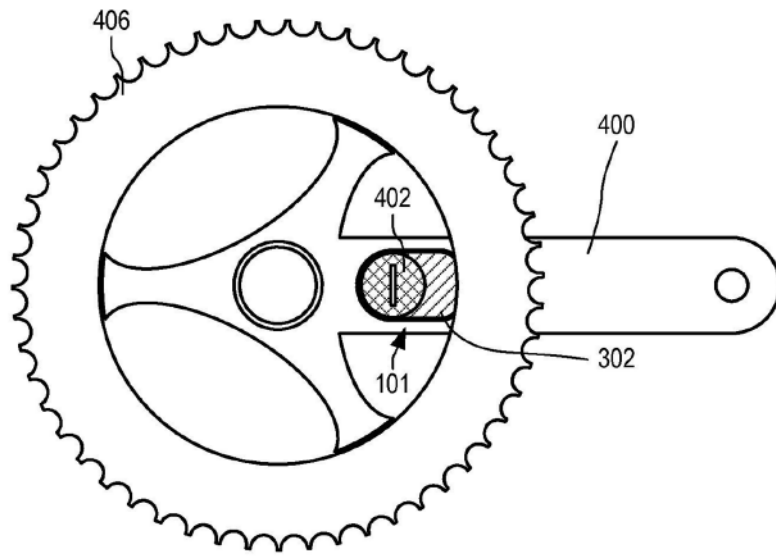


FIG. 4

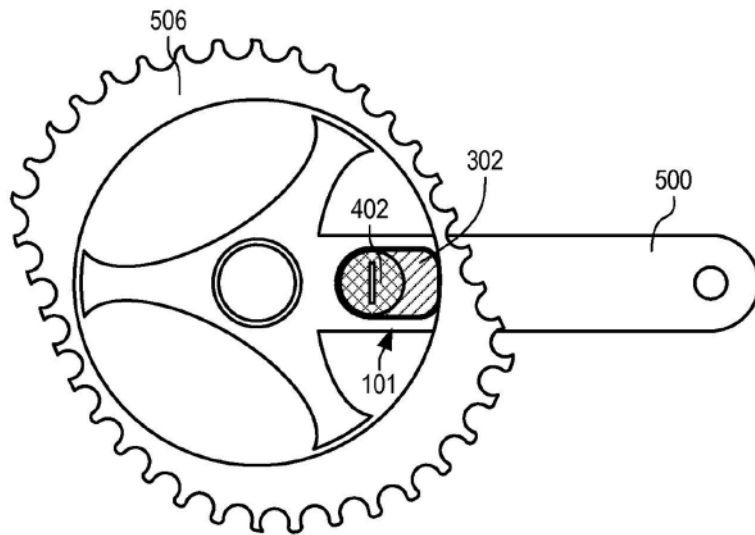


FIG. 5

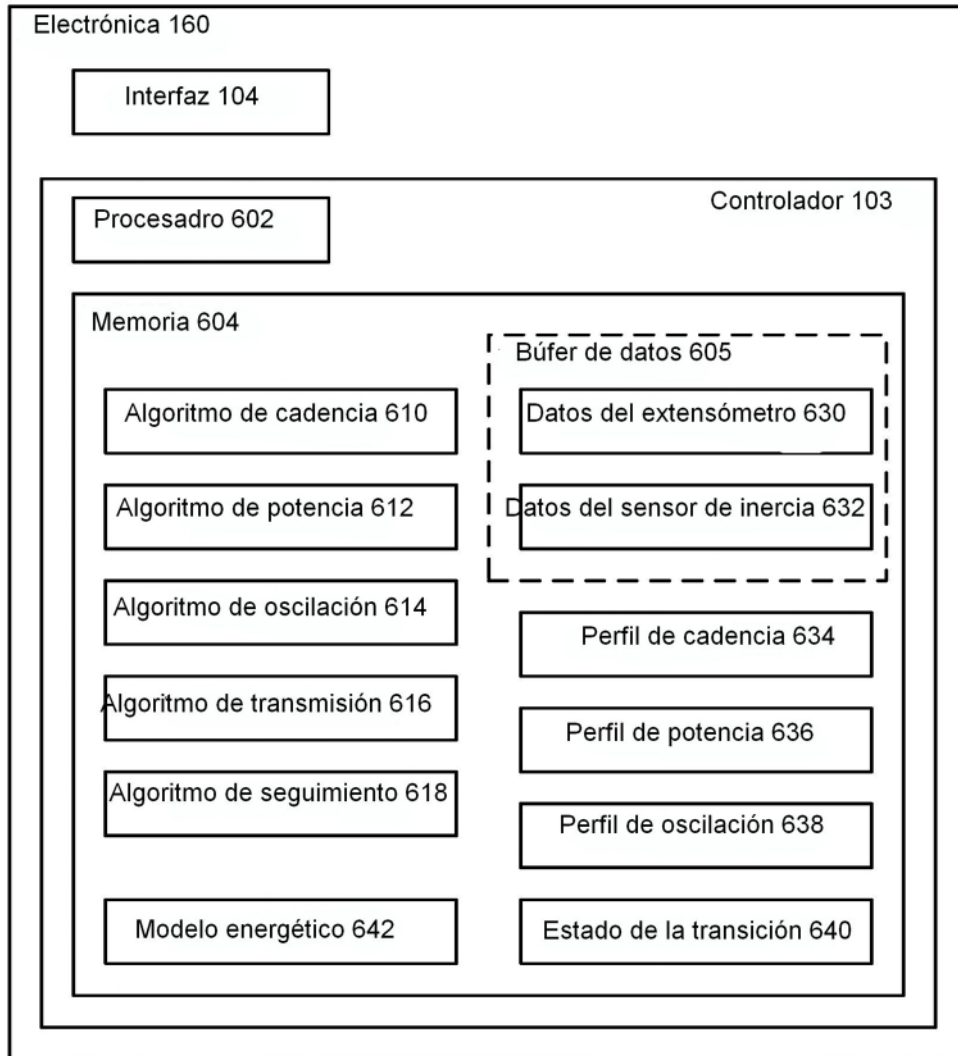


FIG. 6

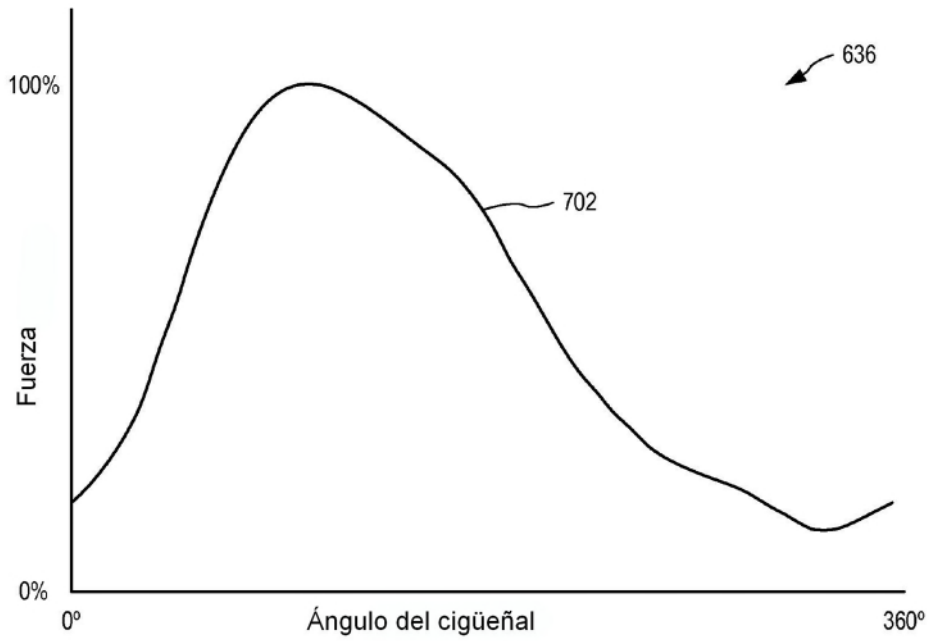


FIG. 7

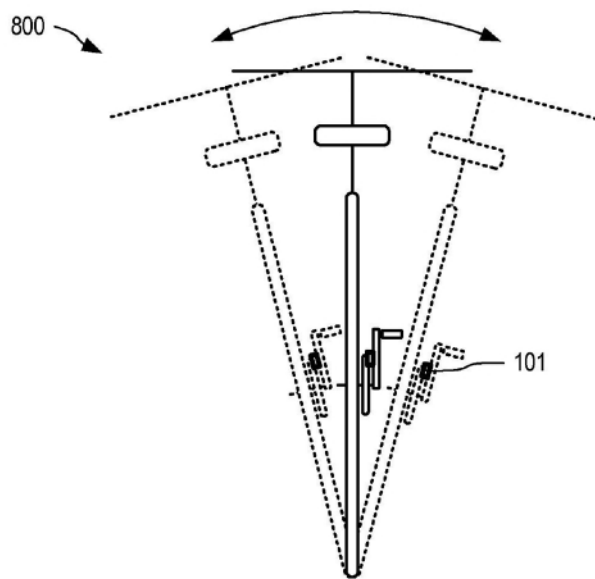


FIG. 8

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

Esta lista de referencias citadas por el solicitante quiere únicamente ayudar al lector y no forma parte del documento de patente europea. Aunque se ha puesto un gran cuidado en su concepción, no se pueden excluir errores u omisiones y la OEB declina toda responsabilidad a este respecto.

5 Documentos de-patente citados en la descripción

- US 62042208 A [0001]
- US 2012214646 A1 [0002]
- DE 4227586 A1 [0002]