



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 279 773**

51 Int. Cl.:
B62M 23/02 (2006.01)
B62M 25/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **00975007 .6**
86 Fecha de presentación : **19.10.2000**
87 Número de publicación de la solicitud: **1324913**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **09.07.2003**

54 Título: **Medición de una fuerza ejercida por un ciclista.**

30 Prioridad: **28.09.2000 NL 1016294**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.09.2007

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

73 Titular/es: **Idbike
Alphenseweg 2d
5133 NE Riel, NL**

72 Inventor/es:
**Roovers, Gijsbertus, Cornelis, Franciscus y
D'Herripon, Bastiaan, Andreas**

74 Agente: **Ponti Sales, Adelaida**

ES 2 279 773 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

Medición de una fuerza ejercida por un ciclista.

La presente invención se refiere en particular a la medición de una fuerza ejercida por un ciclista, pero la presente invención se puede aplicar de una manera más amplia.

En un primer aspecto, la presente invención se refiere en términos generales a la medición de una fuerza o par que es ejercida por un ciclista, como una medida del esfuerzo hecho por ese ciclista. Los datos de medición de esta naturaleza está generalmente lista para su uso cuando los atletas están entrenando, posiblemente en combinación con mediciones del ritmo cardíaco. Además, estos datos de medición se pueden usar para controlar, entre otros, los sistemas de aceleración automáticos. Ya se conocen sistemas que cambian automáticamente la aceleración para bicicletas. En los mismos, se usa siempre la velocidad de rotación del sistema de cigüeñal como la fuente exclusiva de información para determinar el momento del cambio. Sin embargo, no proporciona un cambio óptimo, ya que la velocidad de pedaleo no es siempre una buena indicación del esfuerzo que realiza el ciclista. Una mejor determinación del momento del cambio se puede conseguir usando la velocidad de pedaleo y la fuerza de pedaleo como fuentes de información.

Sin embargo, existe una necesidad en particular para una medición tal como se ha mencionado anteriormente en el campo de los vehículos asistidos eléctricamente, es decir, vehículos que están provistos de un motor de accionamiento eléctrico, siendo la fuerza de accionamiento suministrada por el motor de accionamiento eléctrico proporcional al esfuerzo hecho por el conductor. Por lo tanto, a continuación, la presente invención se explicará específicamente para este campo de aplicación, más particularmente el campo de bicicletas asistidas eléctricamente. Sin embargo, se indica expresamente que la presente invención no está restringida al campo de aplicación de las bicicletas asistidas eléctricamente, sino que se puede usar para otros vehículos que son accionados mediante fuerza humana. También es posible usar la presente invención para, por ejemplo, bicicletas ordinarias o máquinas de ejercicio del tipo de bicicleta.

Además, la presente invención se puede utilizar en conjunción con otros dispositivos auxiliares de los cuales depende el rendimiento ciclista, tal como por ejemplo sistemas de aceleración de cambio automático para ciclistas.

Los vehículos que son accionados por la fuerza humana son generalmente conocidos, y la bicicleta es la aplicación más común de los mismos. Como es conocido, una bicicleta comprende un bastidor y un sistema de cigüeñal montado de manera giratoria en el bastidor, con un cigüeñal orientado de manera substancialmente horizontal y dos brazos de cigüeñal que están montados en los extremos respectivos de dicho cigüeñal, son perpendiculares al cigüeñal y están provistos de pedales en sus respectivos extremos. El corredor de la bicicleta usa sus pies para colocar el sistema de cigüeñal en rotación respecto al bastidor, y esta rotación se transmite, usualmente mediante ruedas dentadas y una cadena, a por lo menos una de las ruedas de la bicicleta, usualmente la rueda trasera. La fuerza de pedaleo ejercida por el corredor se traduce, a través de la acción de palanca de los brazos del cigüeñal, en un momento de accionamiento o par de

accionamiento en el cigüeñal y, a través de dicho sistema de transmisión, a la rueda de accionamiento.

En general, existe una necesidad de medios de fuerza auxiliares que permiten que el corredor de la bicicleta consiga el mismo rendimiento con un esfuerzo reducido, tal como cuando pedalea con viento o en subida. Las bicicletas que están provistas de medios de fuerza auxiliares de esta naturaleza ya son conocidas por sí mismas y, en el contexto de la presente invención, se referirán mediante el término "bicicleta asistida eléctricamente". Con las bicicletas de este tipo, está previsto un motor eléctrico, que está acoplado al sistema de cigüeñal o a las ruedas, que se acciona desde una batería y se acciona mediante un elemento de control, por ejemplo un microprocesador programado de una manera adecuada o similar. El accionamiento del elemento de control depende generalmente de la velocidad de la bicicleta y de la fuerza ejercida por el corredor. Si el corredor no ejerce ninguna fuerza sobre los pedales, el motor eléctrico no emite ninguna potencia. Si el corredor ejerce una fuerza sobre los pedales, el motor eléctrico proporciona una fuerza auxiliar. Las características de la fuerza auxiliar, es decir, la relación entre la fuerza auxiliar y la fuerza humana como una función de la fuerza humana y de la velocidad, se pueden programar, en principio, como se desee; usualmente, dicha relación es constante hasta que se alcanza un cierto límite de velocidad, y a continuación disminuye a cero por encima de este límite de velocidad. En consecuencia, el rendimiento de pedaleo objetivo, tal como la velocidad, será todavía dependiente del nivel de esfuerzo realizado por el ciclista, pero este esfuerzo será considerablemente menor que si la fuente auxiliar de fuerza estuviera ausente.

Para poder accionar el motor eléctrico con una potencia variable dependiendo de la fuerza de pedaleo proporcionada por el corredor, es necesario que el elemento de control esté provisto de un sensor de la fuerza de pedaleo que pueda medir la fuerza de pedaleo proporcionada por el corredor o por lo menos para generar una señal que sea representativa de esta fuerza de pedaleo. Se han realizado varias propuestas para estos sensores de la fuerza de pedaleo en la técnica anterior. La patente americana 5.915.493 describe una estructura mecánica complicada para medir el par de pedaleo en el sistema de cigüeñal. Esta estructura mecánica comprende un sistema planetario con un engranaje planetario al cual está fijado una palanca cargada con un muelle. Cuando se ejerce una fuerza de pedaleo, el engranaje planetario girará un poco, en contra de la fuerza del muelle, y la extensión de rotación de dicho engranaje planetario es una medida de la fuerza proporcionada por el corredor. Sin embargo, este sistema conocido es complicado, grande y pesado. Requiere engranajes y cojinetes, así como una carcasa cerrada y un gran número de componentes móviles, que hacen el sistema pesado y caro. Además, se produce fricción en el sistema, con el resultado de que hay una reducción en la fuerza de pedaleo efectiva y se produce un ruido no deseable. Además, el hecho de que se produzcan efectos de histéresis en el sistema es un inconveniente fundamental para medir el par de reacción de un engranaje planetario. Teniendo en cuenta la depresión necesaria de un muelle para el accionamiento de un potenciómetro, el tiempo de reacción del sistema de medición del par mostrará un retraso comparado con un sistema de cigüeñal sin

este muelle, con el resultado de que la sensación de pedaleo y la señal de control a la unidad de control se deterioran. Además, existe la necesidad de un sistema de medición de la fuerza que se pueda colocar fácilmente en bicicletas “ordinarias”, es decir, bicicletas que no están provistas de una fuente de energía auxiliar; el sistema conocido a partir de dicha publicación no es adecuado para este propósito.

La patente americana 5.027.303 describe un sistema de medición en el que el cigüeñal y/o la rueda dentada está provista de medidores de tensiones. Un inconveniente significativo de este sistema es que el sensor está conectado a los componentes móviles del sistema de cigüeñal, mientras que el elemento de control está fijado al bastidor estacionario, de manera que es relativamente complicado transmitir la señal de medición al elemento de control. El diseño con escobillas de carbono propuesto en la publicación ocupa espacio, aumenta el riesgo de ruido en la señal y provoca contaminación.

Además, se han propuesto sistemas que están basados en la medición de la tensión en la cadena, en la que la fuerza de la tensión en la cadena actúa sobre una palanca precargada con un muelle. En los mismos, la posición de la palanca es una medida de la fuerza en la cadena. Este sistema también es frágil, propenso a dañarse, susceptible de desgaste y contaminación y, además no se puede usar en combinación con un sistema de cambio de velocidades.

Además, todos los sistemas conocidos tienen el inconveniente de que reaccionan solamente al par de accionamiento generado en la línea de accionamiento. Esto tiene dos inconvenientes principales. En primer lugar, estos sistemas son incapaces de medir la dirección en la que se ejerce la fuerza, y tampoco pueden distinguir entre las fuerzas que se ejercen con la pierna izquierda o la pierna derecha. En segundo lugar, estos sistemas no reaccionan a la fuerza real ejercida por el corredor. Después de todo, si la dirección de la fuerza ejercida por el corredor se extiende a través del eje de rotación del sistema de cigüeñal, por ejemplo si un pedal está situado en la proximidad de su posición más alta, la fuerza de accionamiento será baja o incluso cero, mientras que la fuerza ejercida puede ser considerable.

Es una característica común de todos los sistemas de detección conocidos descritos anteriormente que estén basados en realizar una medición sobre uno o más componentes móviles en la línea de accionamiento.

La publicación de patente japonesa 1996-268.372 describe una bicicleta en la que una fuerza de pedaleo se mide mediante la medición de una deformación del bastidor de la bicicleta. Sin embargo, en este sistema conocido en dos posiciones, en concreto los soportes del asiento izquierdo y derecho, se mide la tensión que se produce ahí, y la fuerza de pedaleo se mide restando entre sí los dos cambios de longitud medidos. Sin embargo, los cambios medidos en la longitud no se producen solamente como resultado de la fuerza de pedaleo, sino también, por ejemplo, al trazar una curva. Para poder corregir este problema, este sistema conocido requiere dos sensores de corrección a cada lado del tubo de bastidor superior horizontal del bastidor de la bicicleta. En total, este sistema conocido requiere cuatro sensores. Este gran número de sensores hace este sistema conocido relativamente caro.

Por lo tanto, vale la pena usar un número de sensores menor, y preferiblemente solamente un único sen-

sor, para generar una señal de deformación que, de una manera fiable, sea una medición del esfuerzo proporcionado por el ciclista, ver el documento JP-A-09-175 476, a partir del cual es conocido medir la fuerza del pedal en términos de su fuerza que actúa sobre un cojinete del árbol del cigüeñal del pedal.

Según la presente invención, se mide la deformación del eje trasero como resultado de la fuerza de pedaleo ejercida sobre el mismo, ver la reivindicación 1.

Alternativamente, la presente invención propone medir las fuerzas en uno o más cojinetes del eje trasero, ver la reivindicación 5.

Dependiendo de la posición sobre el bastidor, la deformación que se ha de medir será una flexión, una rotación o una combinación de ambas. Quedará claro para un experto en la materia cómo se han de colocar los detectores de deformación, por ejemplo detectores de tensiones, en la posición de medición de manera que los detectores de deformación responden en la medida deseada a la deformación provocada por la flexión o la rotación.

En un segundo aspecto, la presente invención se refiere a una bicicleta, ver la reivindicación 8.

En un tercer aspecto, la presente invención se refiere a un sistema para medir un par de accionamiento en una cadena de una bicicleta, ver la reivindicación 14.

Un sistema de este tipo se puede usar en particular en un vehículo que sea accionado mediante fuerza humana, donde puede ser deseable tener medios para medir la fuerza de accionamiento predominante en el sistema de transmisión, como una medida del esfuerzo suministrado por el conductor. Este requerimiento también se refiere en particular, pero no exclusivamente, al campo de los vehículos asistidos eléctricamente.

A continuación, este aspecto de la presente invención también se explicará específicamente para el ejemplo de aplicación de una bicicleta asistida eléctricamente. Sin embargo, se indica expresamente que la invención también se puede aplicar a otros campos, por ejemplo en sillas de ruedas, vehículos accionados manualmente, etc. En otra aplicación, puede ser deseable calcular la potencia suministrada por el ciclista, por ejemplo en una situación tal como la de una bicicleta de ejercicio, o para ciclistas de carrera que circular por carretera; en ambos casos, no habrá ningún motor de accionamiento eléctrico. En otra aplicación adicional, puede ser deseable controlar de manera automática un sistema de transmisión de un vehículo, tal como una bicicleta, sobre la base de la fuerza suministrada por el conductor: cuando esta fuerza aumenta, es posible cambiar a una velocidad inferior de manera automática.

En el ejemplo de aplicación de una bicicleta asistida eléctricamente que se describe a continuación, se asume que la bicicleta se acciona mediante una cadena de bicicleta que está instalada alrededor de dos ruedas dentadas, una de las cuales está montada sobre un cigüeñal mientras que la otra está montada sobre la rueda trasera. Sin embargo, la invención también se puede aplicar a vehículos, incluyendo bicicletas, en los que el elemento de transmisión de la fuerza está diseñado como una correa, banda, cuerda, etc.

La presente invención pretende proporcionar un sistema de medición simplificado en el que la fuerza de la cadena se mide con la ayuda de un sensor que

está montado de manera fija sobre el bastidor de la bicicleta o sobre un componente fijo al bastidor de la bicicleta.

Este aspecto de la presente invención, también, está basado en la perspicacia que una tensión que predomina en la cadena provoca fuerzas de reacción en los componentes estacionarios de una bicicleta, y que estas fuerzas de reacción provocan a continuación deformaciones sobre el bastidor o la deformación de uno o más componentes que están fijados de manera segura a dicho bastidor.

No se conoce a partir de la técnica anterior medir la fuerza de torsión de un eje de la rueda conducida de una bicicleta sobre las fuerzas que se producen en un cojinete de una rueda conducida de un vehículo accionado mediante fuerza humana, tal como una bicicleta, para medir la fuerza de pedaleo.

Además, no es conocido a partir de la técnica anterior prever un sensor del cojinete para medir la torsión del eje de una rueda de una bicicleta.

La presente invención se explicará en mayor detalle mediante la siguiente descripción con referencia a los dibujos, en los que idénticas referencias numéricas indican componentes idénticos o similares, y en los que:

La figura 1A muestra esquemáticamente una vista lateral de una bicicleta; la figura 1B muestra esquemáticamente una vista lateral de una bicicleta asistida eléctricamente;

La figura 2 muestra un diagrama de bloques de un circuito eléctrico;

Las figuras 3A-B muestran esquemáticamente secciones verticales a través de una bicicleta;

Las figuras 4A-E son gráficos que muestran resultados de mediciones a partir de una prueba;

Las figuras 5A-C son también gráficos que muestran resultados de mediciones de una prueba;

Las figuras 6A-B muestran una bicicleta con una abrazadera inferior separada;

La figura 7 muestra esquemáticamente unos pocos componentes de un sistema de accionamiento de una bicicleta;

La figura 8 muestra una vista en planta esquemática de un eje trasero de una bicicleta, provisto de un motor de buje y un cojinete giratorio instrumentado, según la presente invención;

La figura 9A muestra esquemáticamente una sección transversal a través de un cojinete giratorio instrumentado según la presente invención; la figura 9B muestra esquemáticamente un ejemplo de una sección de la señal de medición generada por este cojinete giratorio instrumentado;

La figura 10A muestra esquemáticamente una sección transversal, similar a la figura 9A, a través de un cojinete giratorio que se ha modificado según la presente invención; la figura 10B muestra esquemáticamente un ejemplo similar a la figura 9B de una sección de la señal de medición generada por un cojinete giratorio modificado de este tipo;

La figura 11 muestra esquemáticamente una vista en planta, similar a la figura 8, de un eje trasero de una bicicleta, provisto de un motor de buje y un sensor de flexión según la presente invención;

La figura 12 muestra esquemáticamente un ejemplo similar al de la figura 10B de una sección de la señal de medición generada por un sensor de flexión de este tipo.

La figura 1A muestra esquemáticamente una vis-

ta lateral de una bicicleta 1 con un bastidor 10, cuyo bastidor 10 comprende un tubo de bastidor superior 11, un tubo de bastidor inferior 12 y un tubo de asiento 24, que están fijados entre sí en la configuración triangular habitual, con el tubo de bastidor superior 11 orientado de manera substancialmente horizontal. El tubo de bastidor superior 11 y el tubo de bastidor inferior 12 se encuentran entre sí en un tubo de manillar 14 en el que está montado de manera giratoria un pasador de manillar 15. En su extremo superior, el pasador de manillar 15 está provisto de manillares 16, mientras que en su extremo inferior está fijado a una horquilla frontal 17 en la que está montada una rueda delantera 18.

En el tubo de asiento 13 está dispuesto un pasador de asiento 19 que en su extremo superior soporta un asiento 20.

Para soportar una rueda trasera 21, el bastidor 10 comprende una horquilla trasera 22 y un tubo de bastidor trasero 23. La horquilla trasera 22 se extiende desde un extremo superior del tubo de asiento 13 a un buje 24 para la rueda trasera 21, y el tubo de bastidor trasero 23 se extiende entre el buje 24 y un extremo inferior del tubo de asiento 13.

El extremo inferior del tubo de asiento 13 y el extremo inferior del tubo de bastidor inferior 12 se encuentran entre sí en una abrazadera inferior 25 del bastidor 10. La abrazadera inferior 25 es un espacio cilíndrico, cuyo eje central está orientado de manera substancialmente horizontal, en ángulo recto respecto a la dirección longitudinal de la bicicleta 1, y en el que está montado de manera giratoria un cigüeñal (que no se muestra en esta figura por motivos de simplicidad) de un sistema de cigüeñal 26. Los brazos del cigüeñal que están orientados en ángulo recto respecto al cigüeñal y están provistos en sus respectivos extremo con pedales 27, solamente uno de los cuales está representado en la figura 1A, están montados en los dos extremos del cigüeñal. La rotación del cigüeñal se transmite a la rueda trasera 21 mediante una cadena 28, a través de ruedas dentadas que no se han representado por motivos de simplicidad.

La figura 2 es un diagrama de bloques que muestra una unidad de procesamiento de señal 40, con una entrada 41 para conectar a la misma un sensor 50, que puede proporcionar a la unidad de procesamiento de señal 40 una señal que es representativa de la fuerza de pedaleo ejercida por un corredor de la bicicleta 1. Una unidad de procesamiento de señal 40 puede procesar esta señal de varias maneras. Por ejemplo, puede ser de interés para los deportistas para registrar la frecuencia de pedaleo y/o la frecuencia de pedaleo promedio, la potencia suministrada, la eficiencia del movimiento de pedaleo, etc., y para este propósito se pueden derivar los datos relevantes, mediante una operación de procesamiento de la señal adecuada que es conocida por sí misma y se realiza mediante la unidad de procesamiento de señal 40, a partir de la señal cíclica recibida en la entrada 41 y, por ejemplo en una salida 42, que se puede proporcionar a una pantalla 43 o similar.

También se puede concebir, tal como se representa en la figura 1B, que la bicicleta 1 sea una bicicleta eléctrica provista de un motor eléctrico 45 que se acciona desde una batería 46 y se acopla al sistema de cigüeñal 26 para proporcionar una fuerza auxiliar al sistema de cigüeñal 26. El motor eléctrico 45 está bajo el control de la unidad de procesamiento de señal

40, la cual, para este propósito, en su salida de control 44, emite señales de control adecuadas al motor eléctrico 45. La unidad de procesamiento de señal 40 está diseñada para hacer dependiente el nivel de la fuerza auxiliar generada por el motor eléctrico 45 del nivel de la fuerza de pedaleo ejercida sobre los pedales 27 por parte del corredor. Por lo tanto, la señal de control para el motor eléctrico 45 generada por la unidad de procesamiento de señal 40 en su salida de control 44 es dependiente, de una manera predeterminada, de la señal de entrada recibida en su entrada de detección 41. La unidad de procesamiento de señal 40 puede usar una disposición de control inteligente, en la que la característica de control está adaptada a un perfil de corredor sobre la base de la frecuencia de pedaleo, la velocidad de pedaleo, etc. Para este propósito se pueden acoplar sensores adicionales a la unidad de procesamiento de señal 40, si es apropiado.

Como las unidades de procesamiento de señal para procesar esta señal de entrada y accionar un motor eléctrico de una manera predeterminada son conocidas por sí mismas, por ejemplo en forma de un microprocesador programado de una manera adecuada, la manera en la cual funciona la unidad de procesamiento de señal 40 no se explicará aquí en mayor detalle. Es suficiente indicar que en general la característica de control es tal que, donde las condiciones permanecen de otra manera sin cambios, el motor eléctrico proporciona más fuerza al aumentar la fuerza medida.

Según la técnica anterior, un sensor 50 está acoplado de una manera u otra a componentes móviles de la bicicleta 1, tal como el sistema de cigüeñal 26 o la cadena 28. Sin embargo, según la presente invención, el sensor 50 está acoplado al bastidor 10 para el propósito de medir la deformación del bastidor 10 como consecuencia de la fuerza de pedaleo ejercida por el corredor. Las figuras 3A y 3B muestran este principio de medición. La figura 3A es una sección transversal vertical a través del bastidor 10 de la bicicleta 1 en una posición de reposo de la misma. El punto de contacto de la rueda trasera 21 sobre el suelo se indica mediante la letra R. Por motivos de simplicidad, componentes tales como los manillares y el asiento se han omitido en esta figura. La bicicleta es substancialmente simétrica respecto a un plano central M. El bastidor de bicicleta simétrico tiene una línea neutra que generalmente está situada en el plano del bastidor y se extiende desde la abrazadera del buje trasero al tubo de cabezal de dirección. Una fuerza de pedaleo ejercida sobre un pedal 27 se indica mediante la letra F_p . La fuerza de pedaleo F_p del ciclista se sitúa fuera de dicho plano y atraviesa la línea neutra. En consecuencia, se genera un momento de torsión y el bastidor 10 se deformará respecto a las ruedas 18 y 21 que se apoyan sobre el suelo, tal como se muestra de una manera exagerada en la figura 3B. Más particularmente, el bastidor se dobla respecto a la línea neutra y los tubos del bastidor superior e inferior se someten a una rotación. El nivel de la deformación es una medición de la fuerza de pedaleo ejercida por el ciclista.

La extensión de la deformación dependerá, entre otros, del material usado para el bastidor 10, la forma y las dimensiones de los tubos usados en el bastidor 10, etc. El estado de la deformación no será el mismo en todos los tubos. En general, se puede indicar que la deformación del tubo del asiento 13 será substancial-

mente un estado de flexión, mientras que la deformación en el tubo inferior del bastidor 12 será substancialmente un estado de torsión. Esta deformación del bastidor 10 se puede medir de una manera satisfactoria y se ha encontrado que es una buena representación de la fuerza ejercida. Por lo tanto, se propone que la curvatura del bastidor 10 se mida con la ayuda del sensor 50 y que la señal de medición obtenida de esta manera se use como señal de entrada para la unidad de procesamiento de señal 40.

En principio, se producirá una cierta cantidad de deformación en cada componente del bastidor 10, de manera que el sensor 50 puede montarse, en principio, en cualquier posición deseada del bastidor 10. Una posición que se ha probado particularmente adecuada en una disposición de prueba es el lado inferior del tubo inferior del bastidor 12, en la proximidad de su extremo inferior, tal como se muestra en las figuras 3A y 3B, para medir la curvatura que se produce en el tubo inferior del bastidor 12. Además, esta posición se puede combinar de manera satisfactoria con una colocación de una unidad de procesamiento de señal 40 cerca del motor 45. Otra posición que ofrece ventajas prácticas es una posición en la proximidad del extremo superior del tubo inferior del bastidor 12: en este caso, es posible montar un interruptor sobre el tubo del bastidor para el propósito de activar y desactivar el sistema de asistencia eléctrica y para montar el sensor 50 por debajo del interruptor, de manera que el interruptor protege el sensor de daños.

En el extremo inferior del tubo inferior del bastidor 12, se producirá una curvatura de manera predominante. Un sensor que se coloque aquí, por lo tanto, tendrá principalmente que ser sensible a la curvatura del tubo del bastidor. Colocar detectores de tensiones de tal manera que sean predominantemente sensibles a la rotación es una técnica generalmente conocida y se explicará con mayor detalle.

En el extremo inferior de dicho tubo de asiento 13, se producirá de manera predominante una flexión. Un sensor que se coloque aquí tendrá que ser por lo tanto predominantemente sensible a la flexión del tubo del bastidor. La colocación de detectores de tensiones que sean predominantemente sensibles a la flexión es una técnica generalmente conocida y no se explicará en mayor detalle.

Sin embargo, debe indicarse que la formación se producirá también en otras secciones del bastidor 10, y que lo mismo se aplica a componentes que están fijados de manera segura al bastidor 10, tal como, por ejemplo, el pasador del manillar 15 y el pasador del asiento 19. La fuerza de reacción ejercida sobre los manillares 16 por parte del ciclista estará dirigida predominantemente de manera horizontal hacia delante, de manera que se producirá principalmente una flexión en el pasador del manillar 15. La fuerza de reacción ejercida sobre el asiento 20 por parte del ciclista estará dirigido predominantemente horizontalmente hacia abajo, de manera que se producirá igualmente una flexión en el pasador del asiento 19.

En una variante de diseño, es posible que el sensor 50 y la unidad de procesamiento de señal 40 estén integradas en un único chip. Además, es entonces posible que otras funciones, tales como un número de identificación de la bicicleta, estén integradas en este chip.

En otra variante de diseño, el sensor 50 está diseñado como una etiqueta con detectores de tensiones

integrados. Esta etiqueta es particularmente fácil de fijar al bastidor de una bicicleta.

Una importante ventaja es que el sensor 50 crea una señal de medición incluso si la dirección de la fuerza de pedaleo F_p intersecta el eje de rotación del sistema de cigüeñal 25, por ejemplo cuando un pedal 27 está en su posición más alta, de manera que el corredor puede todavía ganar una fuerza auxiliar del motor eléctrico 45. En las bicicletas asistidas eléctricamente conocidos este no es el caso, o es el caso en una extensión mucho menor, ya que la fuerza de accionamiento en la línea de accionamiento depende mucho de la posición de los pedales, y, en consecuencia, puede suceder que el soporte deseado permanezca ausente incluso cuando la fuerza de pedaleo es alta. Por el contrario, según la presente invención, la señal del sensor es en un alto grado proporcional a la fuerza ejercida por el corredor, independientemente de la posición de los pedales, de manera que, por lo tanto, siempre es posible ofrecer más fuerza eléctrica auxiliar cuando el corredor, que por cualquier razón y bajo cualquier condición, ejerce más fuerza.

El sensor 50 puede ser de cualquier tipo adecuado que sea adecuado para medir la deformación de un componente estructural. En una disposición de prueba, se ha probado muy exitoso un sensor basado en detectores de tensiones, pero también satisfarán los requerimientos otros tipos de sensores, tales como elementos piezoeléctricos, sensores capacitivos, etc., tal como quedará claro para un experto en la materia.

Como quedará claro para un experto en la materia cómo se ha colocar un sensor 50 que comprende uno o más detectores de tensiones sobre un componente del bastidor 10 para medir de manera satisfactoria la deformación que se produce en el mismo, esto no se explicará aquí con mayor detalle. Ni tampoco se explicará aquí la manera en la que las señales de los detectores de tensiones individuales en un sensor que comprende una pluralidad de detectores de tensiones se pueden combinar entre sí para obtener una señal de medición óptima, ya que forma parte del conocimiento general.

Las figuras 4A-E muestran que la señal de medición obtenida de esta manera a partir del sensor de medición 50 es muy representativa de la fuerza de pedaleo ejercida por el corredor o el par que se produce en el sistema de cigüeñal 26. Esto significa que es posible calcular los datos deseados a partir de la señal recibida, para cuyo propósito se programará la unidad de procesamiento de datos 40 de una manera adecuada, tal como quedará claro para un experto en la materia. Las figuras 4A-E se obtienen a partir de una carrera de prueba sobre una bicicleta cuyo bastidor 10 está provisto de un sensor de detección de tensiones 50 montado en la posición indicada en las figuras 3A-B. Además, la bicicleta 1 está provista de un sensor de velocidad muy preciso. Las figuras 4A-E se refieren a un periodo de medición de 60 segundos; el tiempo se traza a lo largo del eje horizontal en las cinco figuras.

En la figura 4A, la velocidad medida V , expresada en kilómetros por hora, se traza a lo largo del eje vertical, y en la figura 4B se traza la aceleración A calculada a partir de la velocidad V medida, expresada en m/s^2 . El periodo de medición empieza en el tiempo $t = 0$, en el que la bicicleta está ya a una velocidad de aproximadamente 10 km/h. Esta velocidad se mantiene substancialmente constante durante unos 22 segundos, después del cual el corredor acelera a

una velocidad de aproximadamente 20 km/h, que se alcanza en un tiempo $t = 35$ segundos. Se inicia otra aceleración en el tiempo $t = 50$ segundos.

En el gráfico de la figura 4B, puede apreciarse que durante los primeros 22 segundos la aceleración fluctúa aproximadamente $0 m/s^2$, y que la misma se aplica entre aproximadamente $t = 38$ segundos y $t = 51$ segundos.

El par T ejercido sobre el sistema de cigüeñal se puede calcular a partir de la aceleración que se ha calculado de esta manera, teniendo en cuenta la resistencia del aire y la fricción. Este par calculado T , expresado en Newtons-metro, se muestra en la figura 4E como el gráfico T2.

La figura 4C muestra la señal de medición que emana del sensor 50 y es, por lo tanto, representativa de la tensión S que se produce en el bastidor, expresada en unidades arbitrarias, como el gráfico S1. Aunque debe esperarse que la señal de medición será simétrica alrededor de 0, en la práctica, tal como se muestra, esto no es necesariamente siempre el caso. Sin embargo, es posible corregir esto. En el ejemplo mostrado, primero se calcula un valor promedio $\langle S \rangle$ para la señal de medición, integrada sobre un periodo predeterminado. Esta señal promedio también se muestra en la figura 4C. El periodo usado para formar el promedio fue en este caso de 1 minuto.

Restando el valor promedio $\langle S \rangle$ calculado de esta manera a partir de la señal de medición asimétrica S1, se produce una señal de medición S2 que es simétrica y que se muestra en la figura 4D.

El par que actúa sobre el cigüeñal se puede calcular a partir de esta señal S2 que es simétrica filtrando la señal S2 de una manera adecuada y multiplicándola por un factor de amplificación adecuado. El par calculado de esta manera se muestra en la figura 4E como el gráfico T1. Puede apreciarse que el par T1 tal como se calcula sobre la base de la señal de medición obtenida a partir del sensor 50, por un lado, y el par T2 tal como se calcula a partir de la velocidad medida, por el otro, presentan un nivel muy bueno de correspondencia, a partir de la cual se concluye que la medición de la situación de tensión en el bastidor es una medición fiable para determinar el par que se produce en el sistema de cigüeñal 26.

Respecto a la figura 4E, también se indica que los gráficos T1 y T2 corresponden menos bien a los primeros 20 segundos, lo cual es provocado por la calibración automática realizada.

Las figuras 5A-C muestran señales de medición y muestran una bicicleta de prueba provista de un sensor 50 tal como se ha descrito anteriormente y provista de un sistema conocido que se incorpora en el sistema de cigüeñal y que está basado en un sistema planetario. Durante una prueba, se realizaron mediciones usando ambos sensores de manera simultánea. La figura 5A muestra una señal de medición S3 que se obtiene a partir del sensor 50, expresada en unidades arbitrarias, durante un periodo de tiempo de 8 segundos. La figura 5B muestra una señal de medición S4, obtenida a lo largo del mismo periodo de tiempo, a partir del sistema planetario. La figura 5C muestra la señal de medición S3 a partir de la figura 5A después de rectificación (S5).

Se puede concluir a partir de las figuras 5A-C que el sensor 50 según la presente invención proporciona una señal de medición S3 que contiene por lo menos tanta información como la señal de medición S4 pro-

porcionada por el sensor según la técnica anterior. Sin embargo, una diferencia significativa es que la señal S3 que se obtiene a partir del sensor 50 tiene valores de señal positivos y negativos respecto al nivel cero, correspondientes a una carga alterna sobre el bastidor por parte de los pedales derecho e izquierdo.

Además, puede apreciarse claramente en las figuras 5A-C que el sensor 50 proporciona una señal de medición S3 que, incluso después de la rectificación (S5), está relacionada con la fuerza de pedaleo ejercida sobre los pedales 27 por parte del corredor, mientras que el sensor según la técnica anterior solamente puede medir la fuerza generada en la línea de accionamiento. Con la señal de medición S3, los picos de fuerza son relativamente amplios y planos, de manera que la asistencia eléctrica a la fuerza se ofrece sobre un rango angular amplio. Por el contrario, con la señal de medición según la técnica anterior, los picos de fuerza son relativamente afilados, de manera que la mayoría de la asistencia eléctrica se ofrece en una posición horizontal (90°) de los brazos del cigüeñal y disminuye rápidamente fuera de esta posición. Particularmente en los picos de aproximadamente $t = 8,3$ segundos, $t = 13$ segundos y $t = 15,8$ segundos, se puede apreciar claramente en las señales S3 y S5 que los picos de fuerza son aplanados o incluso tienen un mínimo local en su centro, provocado por el hecho de que en una posición virtualmente horizontal del brazo del cigüeñal (90°; 270°), un pedal se mueve hacia abajo y el corredor está efectivamente realizando menos fuerza sobre el mismo. Cuando los pedales están en una posición más vertical (aproximadamente 30° y aproximadamente 120°), la fuerza de pedaleo es más alta (S3, S5), pero relativamente poca de la fuerza así considerable se convierte en una propulsión hacia delante (S4). Según la presente invención, es en estos muchos puntos que se ofrece más ayuda, mientras que la técnica anterior ofrece menos ayuda en estos puntos.

Aunque a menudo es suficiente realizar una puesta a cero y una calibración durante la producción de la bicicleta, puede ser deseable, por varias razones, que sea posible determinar de manera correcta el nivel cero de la señal de medición, por ejemplo para corregirla si el punto cero cambia como resultado de las influencias externas. Según la presente invención, un punto cero cambiante se puede corregir de varias maneras. A modo de ejemplo, es posible que la unidad de procesamiento de señal 40 se diseñe para detectar cuando no se ejerce ninguna carga sobre los pedales 27, por ejemplo comprobando si la frecuencia de pedaleo es cero, si está suplementada de manera apropiada mediante una medición de velocidad con la ayuda de un velocímetro adicional. En esta situación, la fuerza de pedaleo tendría que ser cero; por lo tanto, la señal de medición que se recibe entonces se interpreta por parte de la unidad de procesamiento de señal 40 como el nivel cero. Una señal de medición efectiva se calcula a continuación restando el nivel cero calculado de la señal de medición real. Cuando se ha realizado una calibración de esta naturaleza, la señal de medición obtenida desde el sensor 50 será intrínsecamente simétrica, mientras que una señal de medición asimétrica indica entonces una carga asimétrica, es decir, el corredor ejerce más fuerza con una de sus piernas que con la otra de sus piernas. Esta puede ser en sí misma una información valiosa, por ejemplo cuando un deportista está entrenando.

También es posible modificar la señal de medi-

ción, por ejemplo, tal como se ha descrito anteriormente, deduciendo un valor promedio $\langle S \rangle$ a partir de la señal de medición. Como una variante, es posible filtrar la señal de medición usando un filtro de paso alto con una frecuencia de cruce baja de, por ejemplo, aproximadamente 0,01 Hz. Después de esta modificación, la amplitud de la señal de medición derivada a partir de la pierna izquierda será igual a la amplitud de la señal de medición derivada a partir de la pierna derecha, de manera que ambas piernas proporcionan igual ayuda. Esto también se aplica en los casos en los que un ciclista tiene una pierna que es significativamente más débil que la otra pierna, de manera que a la pierna débil se proporciona más ayuda en términos relativos que a la pierna fuerte gracias a la presente invención. Por el contrario, con la asistencia eléctrica según la técnica anterior, un ciclista de este tipo experimentaría una cantidad de ayuda relativamente grande en su pierna fuerte y una ayuda relativamente pequeña en su pierna débil.

El nivel de una fuerza o par ejercido sobre los pedales de una bicicleta por parte de un corredor se calcula mediante un dispositivo de procesamiento de señal sobre la base de una señal de medición que se obtiene a partir de un sensor que está fijado al bastidor de la bicicleta para medir la deformación que se produce en el bastidor. El sensor puede comprender uno o más detectores de tensiones.

La señal de medición se puede procesar de varias maneras para obtener varios tipos de datos. Por ejemplo, es posible derivar la frecuencia de pedaleo a partir de la señal de medición. La posición instantánea del brazo del cigüeñal se puede determinar a partir de la fase de la señal de medición, y a partir de esta, en conjunción con la fuerza de pedaleo calculada, es posible derivar el par generado en el sistema de cigüeñal. La potencia basada en el sistema de cigüeñal se puede derivar mediante una combinación del par y la velocidad de rotación. El consumo de calorías del ciclista se puede estimar a partir de esta información.

También es posible obtener información a partir del perfil de la fuerza de pedaleo como una función de la posición del brazo del cigüeñal (señal de medición como una función de la fase). Por un lado, esta se puede usar para derivar la "frecuencia de pedaleo" del ciclista, y posiblemente incluso, mediante un entrenamiento adecuado, se podría mejorar una característica de pedaleo no favorable. Además, la característica de pedaleo se puede considerar una característica física individual, comparable con una firma, de manera que es posible reconocer un ciclista individual mediante su diseño de pedaleo y adaptar la característica a la asistencia eléctrica en consecuencia.

Una característica de pedaleo se puede definir sobre la base de una pluralidad de parámetros, tales como: velocidad de pedaleo promedio; fuerza de pedaleo promedio; fuerza cuando se pone en marcha; relación entre la fuerza de pedaleo en las posiciones centrales neutras y en la posición horizontal de los brazos del cigüeñal; duración de la pausa entre los movimientos de pedaleo; etc. Todos los parámetros citados anteriormente se pueden derivar de una manera simple a partir de la señal de medición, tal como quedará claro para un experto en la materia. Es posible definir las categorías de ciclista de antemano y situar un ciclista individual en una de estas categorías de ciclista en función de las características de pedaleo medidas; ejemplos de categorías de ciclistas de este ti-

po incluyen: deportivo; constante; largas pausas entre los movimientos de pedaleo; fuerte/débil; pedaleador lento/pedaleador rápido; etc.

En una realización preferida según la presente invención la unidad de procesamiento de señal 40 está adaptada en el sentido de que una característica de control está adaptada a la categoría de ciclista. En el caso de una bicicleta con un sistema de cambio de marchas automático, la unidad de procesamiento de señal 30 puede estar diseñada, por ejemplo, si el ciclista es un pedaleador lento, para poner una marcha más alta incluso a velocidades de pedaleo relativamente bajas (por ejemplo incluso a 50 revoluciones de pedal por minuto) y, si el ciclista está clasificado como un ciclista deportivo, para poner una marcha más alta solamente a velocidades de pedaleo relativamente altas (por ejemplo solamente a 85 revoluciones de pedal por minuto). En este contexto, el valor absoluto de la fuerza de pedaleo juega un papel menos importante. En el caso de una bicicleta con asistencia eléctrica a la fuerza de pedaleo, la unidad de procesamiento de señal 40 puede, por ejemplo, estar diseñada, si el ciclista pedalea de manera irregular y se toma largas pausas entre el pedaleo, para accionar el motor durante más tiempo después de que el movimiento de pedaleo se haya detenido y, si el ciclista está clasificado como un ciclista deportivo, para ajustar la potencia del motor a un nivel más alto cuando se pone en marcha que para un perfil de carrera uniforme.

Es posible que se usen una pluralidad de sensores, de manera que es posible determinar la dirección de la fuerza de pedaleo ejercida en tres dimensiones.

Además, la deformación del bastidor se puede medir usando procedimientos de medición alternativos. Como es conocido, los detectores de tensiones no eminentemente adecuados para medir deformaciones locales, pero no es necesario medir de una manera precisa las deformaciones locales. La realización citada anteriormente en la que los detectores de tensiones están alojados en una etiqueta ya mide la deformación promedio en una sección mayor del bastidor. Sin embargo, también es posible formar un promedio de la deformación sobre una parte mayor del bastidor, por ejemplo una longitud mayor del tubo del bastidor. Para este propósito, es posible, por ejemplo, medir la flexión de un tubo del bastidor sobre una gran parte de su longitud mediante sensores ópticos o mecánicos. Estos sensores se pueden colocar en el interior del tubo del bastidor.

Anteriormente se ha explicado una bicicleta estándar, en la que el cigüeñal está montado en una abrazadera inferior tubular horizontal 25 que forma parte del bastidor 10. Sin embargo, también es posible que el cigüeñal esté montado en una abrazadera inferior separada que no forme parte del bastidor y que esté fijada de manera segura al bastidor, por ejemplo mediante tornillos. La figura 6A muestra una vista lateral, similar a la figura 1, de una bicicleta 101 que está provista de este bastidor 110, mientras que la figura 6B es una vista esquemática en perspectiva a una escala mayor de la abrazadera inferior a modo de caja 125. El cigüeñal montado en la abrazadera inferior 125 está indicado mediante la referencia numérica 129. La abrazadera inferior 125 está provista de una pluralidad de sensores S1 a S4, colocados para medir la deformación que se produce en la abrazadera inferior 125 como resultado de la fuerza de pedaleo. En el caso representado, los sensores están dispuestos

en las paredes laterales de la abrazadera inferior 125, alineados en la dirección vertical y horizontal, respectivamente, con el cigüeñal 129. El motor eléctrico 45 también está alojado en la abrazadera inferior 125, pero éste no se muestra por motivos de simplicidad. Además, el dispositivo de procesamiento de señal 40 también está preferiblemente alojado en la abrazadera inferior 125, el cual tampoco está representado.

Una ventaja de esta abrazadera inferior a modo de caja 125 es que entonces se puede adaptar fácilmente una bicicleta que no está provista de asistencia eléctrica al pedaleo, reemplazando la "vieja" abrazadera inferior con una abrazadera inferior de la figura 6B, con el motor de accionamiento 45, el dispositivo de procesamiento de señal 40 y los sensores S1/S4 integrados.

La figura 7 muestra esquemáticamente algunos componentes del sistema de accionamiento de una bicicleta. Una bicicleta tiene un bastidor 10, en el cual está montada una rueda trasera 21 y se acciona mediante pedales 27 mediante una cadena 8. Por un lado, la cadena 28 está acoplada con una rueda dentada que está montada sobre un buje tubular 24 de la rueda trasera 21, que está montada sobre un eje trasero 6. La cadena 28 está también acoplada con un piñón 2, que está montado sobre un cigüeñal 60 y es girada mediante los pedales 27. La fuerza de pedaleo ejercida sobre un pedal 27 por parte de un ciclista se indica en la figura 7 como Fp y está orientada de una manera predominantemente vertical; la tensión que predomina en la cadena 28 está indicada como Fk y está orientada de manera predominantemente horizontal. Esta fuerza de la cadena Fk tiene la tendencia a estirar el eje trasero 6 y el cigüeñal 60 entre sí, lo cual se evita mediante el bastidor 10, de manera que el bastidor 10 ejerce una fuerza Flr sobre el eje trasero 6 mientras el bastidor 10 ejerce una fuerza Flta sobre el cigüeñal 60. La fuerza de fricción entre la ruedas trasera 21 y la carretera se indica mediante Fw en la figura 7.

En el caso de una bicicleta asistida eléctricamente, hay varias posiciones donde el motor de accionamiento eléctrico puede estar dispuesto y puede actuar sobre los componentes de accionamiento de la bicicleta. En este contexto, las variantes más significativas son:

- acoplarse sobre el eje trasero;
- acoplarse sobre el cigüeñal;
- acoplarse sobre la cadena;
- acoplarse sobre la rueda delantera;
- acoplarse sobre la rueda trasera.

A continuación, la presente invención se explicará en mayor detalle sobre la base de un ejemplo con un motor que se acopla sobre el eje trasero. Puede quedar claro que esta descripción no se ha de entender como una limitación de la invención a bicicletas asistidas eléctricamente con un motor que actúa sobre el eje trasero; por el contrario, los principios descritos a continuación son igualmente aplicables, mutatis mutandis, a bicicletas asistidas eléctricamente con un motor que se acopla sobre el cigüeñal, o la cadena, o la rueda delantera, o la rueda trasera, etc.

La figura 8 muestra una vista en planta esquemática del eje trasero 6 de una bicicleta, para la situación en que un motor eléctrico 45 está asociado con el eje trasero; a continuación, este motor se indicará como motor del buje. Los extremos del eje trasero 6 están

fijados al bastidor 10 de la bicicleta mediante tuercas 9. El buje tubular 24 está montado de manera giratoria sobre el eje trasero 6 mediante dos cojinetes giratorios 7R y 7L. La rueda dentada 5, que es accionada mediante dicha cadena 28, está montada en un extremo del buje 24, generalmente en el extremo de la derecha. Los radios están indicados esquemáticamente en la figura 8 mediante la referencia numérica 8.

Además, el motor del buje 45, que está indicado solamente de manera esquemática, está dispuesto en el interior del tubo 24. Los motores eléctricos del buje son conocidos por sí mismos, y en consecuencia su diseño no se ha de mostrar ni explicar aquí en detalle. Es suficiente indicar que el motor del buje 45 tiene una primera salida 45A fijada al eje trasero 6, y una segunda salida 45B fijada al buje 24, cuyas salidas 45A y 45B se pueden accionar para girar una respecto a la otra. Para este propósito, el motor del buje 45 necesita una fuente de energía eléctrica, tal como una batería, que se montará en una posición adecuada sobre el bastidor 10 de la bicicleta y que se conectará, mediante conductores eléctricos que están fijados respecto al bastidor 10 y respecto al eje trasero 6, al motor del buje 45, todo esto como es conocido por sí mismo y no se muestra en la figura por motivos de simplicidad.

Cuando se activa el motor del buje 45, suministra una fuerza de propulsión al buje 24, para el propósito de propulsar la rueda 21 respecto al bastidor 10 y propulsar así la bicicleta respecto a la carretera sobre la que se desplaza. En principio, la fuerza de propulsión (o momento de propulsión) suministrada por el motor del buje 45 podría suministrar el 100% de la fuerza de propulsión de la bicicleta, y podría ser seleccionada y accionada por el conductor, de manera que el motor del buje 45 actúa como un motor de accionamiento ordinario y la bicicleta actúa como un ciclomotor eléctrico. Sin embargo, la presente invención se refiere específicamente a una bicicleta asistida eléctricamente, lo que significa que la fuerza de propulsión (o momento de propulsión) suministrado por el motor del buje 45 sirve solamente para ayudar al ciclista cuando corre en bicicleta proporcionando parcialmente la fuerza de pedaleo requerida para correr en bicicleta. Esto significa que el propio ciclista también ha de pedalear y proporcionar fuerza de pedaleo; entonces el motor del buje 45 suministra una fuerza de propulsión que es proporcional a la fuerza suministrada por el ciclista. Si el ciclista no mueve los pedales o gira los pedales sin aplicar fuerza, el motor del buje 45 no suministra ninguna fuerza de propulsión. La extensión de la ayuda ofrecida por el motor del buje 45 puede ser ajustable; el motor del buje 45 se ajusta generalmente de tal manera que proporciona aproximadamente la misma cantidad de fuerza de propulsión que la fuerza de pedaleo del ciclista, por lo menos a velocidades relativamente bajas. A velocidades relativamente altas, la contribución disminuye de manera progresiva. Bicicletas asistidas eléctricamente de esta naturaleza son conocidas por sí mismas.

Por lo tanto, el motor del buje 45 de una bicicleta asistida eléctricamente se activa bajo el control de un elemento de control 40, por ejemplo un microprocesador programado de una manera adecuada o similar, que está montado en un componente fijo de la bicicleta, cuyo componente fijo está ventajosamente en el propio eje trasero 6, tal como se indica en la figura 8. Quedará claro que para las realizaciones con un mo-

tor de cigüeñal, el elemento de control estará montado preferiblemente en una abrazadera inferior.

Este elemento de control 40 está diseñado para activar el motor eléctrico sobre la base de la fuerza de la cadena Fk y una característica de asistencia deseada preprogramada.

Esta característica de asistencia puede contener un componente que depende de la velocidad. Un ejemplo de una característica de asistencia con un componente que depende de la velocidad es:

a) a velocidades menores de 22 km/h, el par de propulsión suministrado por el motor eléctrico es el 50% del par de propulsión suministrado por el ciclista;

b) a velocidades mayores de 25 km/h, el par de propulsión suministrado por el motor eléctrico es cero;

c) a velocidades de entre 22 km/h y 25 km/h, el par de propulsión suministrado por el motor eléctrico disminuye de manera lineal del 50% a cero.

Todo esto se puede adaptar para cumplir con las previsiones reglamentarias aplicables.

Para poder accionar el motor del buje 45 de la manera deseada dependiendo de la fuerza suministrada por el ciclista y, preferiblemente, dependiendo también de la velocidad de la bicicleta, el elemento de control 40 ha de recibir señales que sean representativas de dichos parámetros. Se conocen varios sensores en la técnica anterior para suministrar estas señales de medición, la acción de cuyos sensores conocidos se basa en la medición sobre por lo menos un componente que se mueve respecto al bastidor. La presente invención propone una mejora usando un sensor cuya acción está basada en la medición sobre un componente que está fijo respecto al bastidor. Más particularmente, la presente invención propone usar un sensor que pueda medir una deformación provocada por la fuerza de accionamiento (fuerza de la cadena) en este componente fijo.

Dos realizaciones de ejemplo se describirán con mayor detalle a continuación. Un primer ejemplo se refiere a la deformación en un componente de cojinete estacionario. Un segundo ejemplo se refiere a la flexión de un eje estacionario.

Cuando el ciclista ejerce una fuerza de pedaleo Fp y una fuerza de cadena Fk prevalece en la cadena 28, como resultado se ejerce una fuerza Fk sobre la circunferencia de la rueda dentada 5. La dirección de esta fuerza de la cadena Fk coincide con la dirección de la parte superior de la cadena 28 en la posición de la rueda dentada 5, que generalmente es substancialmente horizontal. Esta fuerza de la cadena Fk es soportada por el bastidor 10 a través del buje 24, los cojinetes 7R y 7L y el eje 6, respectivamente. En consecuencia, una fuerza que está orientada de manera substancialmente horizontal y respecto al eje trasero 6 está orientada de manera substancialmente radial y cuyo nivel es proporcional a la fuerza de la cadena Fk, prevalece en los cojinetes 7R y 7L. Debe quedar claro que el nivel de la fuerza en los cojinetes depende de su distancia desde la rueda dentada 5; en el ejemplo representado, la fuerza en el cojinete de la derecha 7R será mayor que en el cojinete de la izquierda 7L.

Además, la fuerza de la cadena FK ejerce una fuerza Fk orientada de manera substancialmente horizontal sobre la circunferencia del piñón 2, cuya fuerza está soportada, a través del cigüeñal 60 y los cojinetes del cigüeñal indicados esquemáticamente median-

te la referencia numérica 62, respectivamente, sobre una abrazadera inferior 61 que está fijada al bastidor 10, de manera que entonces prevalece en los cojinetes del cigüeñal 62 una fuerza que está orientada de manera substancialmente horizontal y está orientada de manera substancialmente radial respecto al cigüeñal 60, y cuyo nivel es proporcional a la fuerza de la cadena Fk.

En una primera realización de ejemplo propuesta por la presente invención, se miden las fuerzas que se producen en por lo menos uno de dichos cojinetes. Si una bicicleta tiene un eje trasero que está provisto de un motor del buje, es más expediente usar uno de los cojinetes del eje trasero 7 para este propósito, en cuyo caso el cojinete de la derecha 7R puede proporcionar generalmente una señal más fuerte. En la variante de diseño representada en la figura B, el cojinete de la derecha 7R está provisto de un sensor de deformación integrado, tal como se explicará de una manera más extensiva a continuación, cuyo sensor proporciona una señal de medición S1 al elemento de control 40. Como alternativa, el cojinete de la izquierda 7L puede estar provisto de un sensor de deformación integrado, o el cojinete de la derecha 7R y el cojinete de la izquierda 7L puede estar provistos de un sensor de deformación integrado. Ya se conocen en la técnica anterior cojinetes giratorios provistos de sensores internos integrados, también indicados a continuación como cojinetes giratorios instrumentados, y están disponibles comercialmente como un producto estándar. A modo de ejemplo, se hace referencia en este contexto a la patente americana 4.203.319.

La figura 9A muestra esquemáticamente una sección transversal a través de un cojinete giratorio instrumentado 70, y la figura 9B muestra esquemáticamente un ejemplo de una sección de la señal de medición S1 generada por este cojinete giratorio instrumentado 70. Este cojinete giratorio 70 tiene una pista interna 71, una pista externa 72 y bolas o rodillos 73 dispuestos entre las mismas. Además, el cojinete 70 está provisto de sensores de deformación 74, por ejemplo basados en detectores de tensiones, que detecta una deformación en una pista del cojinete como resultado de las bolas/rodillos que pasan. Este sensor puede estar dispuesto en o sobre la pista interna 71, tal como se indica en la figura 9A como 74A, o en o sobre la pista externa 74, tal como se indica en la figura 9A como 74B. A continuación, ambas variantes se indicarán sin distinción como sensor de deformación 74.

Durante el uso, la pista interna 71 y la pista externa 72 rotarán entre sí, durante cuyo proceso las bolas/rodillos 73 rotarán a lo largo de la superficie externa de la pista interna 71 y a lo largo de la superficie interna de la pista externa 72. En el proceso, las bolas/rodillos 73 que transmiten la fuerza pasarán por el sensor de deformación 74 de manera fluctuará una deformación provocada por las bolas/rodillos 73 en la posición del sensor de deformación 74 y el sensor de deformación 74 generará una señal de CA S1 (figura 9B), cuyos picos S1T corresponden al paso de una bola/rodillo 73 y cuyos valles S1B corresponden al paso de un espacio entre dos bolas/rodillos 73. La amplitud de esta señal de CA S1 dependerá, y generalmente será proporcional, al nivel de una fuerza que se ejerce por la pista externa 72 y la pista interna 71 entre sí en una dirección radial que coincide con el centro de sensibilidad del sensor 74. Esta dirección se indicará a

continuación como la dirección de sensibilidad 75 del cojinete 70. Con la orientación mostrada en la figura 9A, en la cual el sensor 74 está situado en un plano vertical a través del centro del cojinete 70, el sensor es predominantemente sensible a las fuerzas verticales y es virtualmente insensible a las fuerzas horizontales; la dirección de sensibilidad 75 del cojinete 70 está entonces orientada verticalmente. Cuando se usa como cojinete del eje trasero 7 o cojinete del cigüeñal 62, diseñado para poder medir la fuerza de la cadena Fk, el cojinete 70 se ha de montar de tal manera que la dirección de sensibilidad 75 del cojinete 70 coincida de la manera más próxima posible, con la dirección de la fuerza de la cadena Fk, se será generalmente substancialmente horizontal.

La explicación proporcionada anteriormente se aplica en una situación en la que el nivel de la fuerza ejercida por la pista externa 72 y la pista interna 71 entre sí en la dirección de sensibilidad 75 del cojinete 70 es constante, por lo menos sobre una escala de tiempo que es considerablemente más larga que el tiempo entre dos pasos sucesivos de una bola. Más particularmente, debe indicarse que los niveles mínimos S1B de la señal de CA son virtualmente independientes del nivel de la fuerza, y que los niveles máximos S1T de dicha señal son siempre dependientes del nivel de la fuerza que se ha de medir en ese momento específico. De hecho, los niveles máximos S1T forman valores de muestra, es decir, registros instantáneos de la fuerza en el cojinete 70. En la práctica, para usarse como sensor para medir una fuerza de la cadena en una bicicleta, esto puede provocar problemas, por dos razones. En primer lugar, la frecuencia de la muestra, que se define por los pasos de la bola, en un sistema de accionamiento de bicicleta es relativamente bajo: para un cojinete del eje trasero, bajo condiciones normales, es típicamente de 0-15 Hz, y para un cojinete de cigüeñal es típicamente de 0-6 Hz. En segundo lugar, la fuerza de pedaleo Fk que se ha de medir no es constante, sino que más bien fluctúa con una frecuencia que es el doble que la frecuencia de pedaleo, típicamente de 0-4 Hz. Más particularmente, dichas frecuencias están relacionadas entre sí de maneras fijas: la frecuencia de la muestra determinada por los pasos de la bola para un cojinete de cigüeñal es típicamente tres veces mayor que la frecuencia de pedaleo, mientras que para un cojinete del eje trasero esta frecuencia de muestra es típicamente cinco veces mayor que la fuerza de pedaleo. Como la frecuencia de muestra está tan próxima a la frecuencia de fluctuación en la variable que se ha de medir (en este caso la fuerza de la cadena Fk), es particularmente difícil derivar de una manera fiable una señal de control para el motor eléctrico a partir de esta señal, de tal manera que el motor eléctrico suministra una fuerza que siempre sigue suavemente la fuerza de la cadena.

La presente invención también ofrece una solución a este problema, modificando un cojinete instrumentado estándar de tal manera que la señal de salida que se genera es substancialmente independiente de la posición de giro de las pistas del cojinete entre sí y es, por lo tanto, independiente de las posiciones tangenciales exactas de las bolas/rodillos. Este cojinete modificado 170 se representa esquemáticamente en la figura 10A; aquí, los componentes que se corresponden con los componentes del cojinete estándar representado en la figura 9A están indicados mediante referencias numéricas que se han aumentado en 100.

En el cojinete 170 representado en la figura 10A, se genera una señal de medición S3 (figura 10B) que no depende de la deformación provocada por una única bola/rodillo 173 en una única posición, sino que es más bien dependiente de una combinación de deformaciones provocadas por una pluralidad de bolas/rodillos 173 en una pluralidad de posiciones. Para este propósito, el cojinete 170 podría tener una pluralidad de sensores dispuestos uno al lado del otro; en la realización representada en la figura 10A, un sensor de deformación 174 es de forma alargada o es en forma de un segmento de un círculo, de manera que el sensor 174 es sensible a la deformación en una zona del cojinete 170 con una dimensión angular relativamente larga, especialmente de tal manera que esta zona siempre corresponde a por lo menos dos bolas/rodillos 173. La dimensión angular de esta zona corresponde preferiblemente a un entero múltiple de la distancia angular entre sucesivas bolas/rodillos 173, de manera que el número de bolas/rodillos 173 que corresponde al sensor de deformación 174 es siempre constante. En el ejemplo representado, este número es igual a dos, pero también puede ser mayor o menor.

Si dicho número es igual a uno, esto ya ofrece la ventaja de que se reducen las considerables oscilaciones en el valor de la señal. Si dicho número es mayor que uno, la señal de medición S3 se puede considerar ahora en cualquier momento con un promedio de las contribuciones a la deformación de dos o más bolas/rodillos 173, en cuyo caso la señal de medición S3 puede tener un valor virtualmente constante que es solamente todavía dependiente de la fuerza en el cojinete 170, y ya no de la orientación accidental de las bolas/rodillos 173 respecto al sensor 174. Si la fuerza en el cojinete 170 varía, por ejemplo como resultado de las variaciones en la fuerza de pedaleo durante una revolución del pedal, el valor de la señal de medición S3 en cualquier momento dado es por lo menos aproximadamente proporcional a la fuerza de pedaleo instantánea.

Como el sensor 174 ahora tiene una dimensión angular relativamente grande, el sensor 174 es ahora también sensible a las fuerzas cuya dirección puede presentar una distribución relativamente grande. La dirección de sensibilidad principal 175 del cojinete 170 corresponde a un plano radial a través del centro del sensor 174; para los componentes de la fuerza que son perpendiculares a la dirección de sensibilidad principal 175, la sensibilidad del cojinete 170 es mucho menor o incluso cero. En este contexto, se recomienda que la dimensión angular del sensor 174 sea no mayor de 90°.

En la situación en la que el cojinete giratorio 70; 170 se usa para soportar el eje trasero 6, por ejemplo porque el motor de accionamiento está situado en el buje de la rueda 24 de la rueda trasera 21, la pista interna 71 está estacionaria respecto al bastidor de la bicicleta 10; en este caso, es práctico usar un cojinete giratorio instrumentado 70; 170, cuya pista interna 71 está provista de un sensor de deformación 74A. En la situación en la que el cojinete giratorio 70; 170 se usa para soportar el cigüeñal 60, por ejemplo porque el motor de accionamiento actúa sobre el cigüeñal, la pista externa 72 está estacionaria respecto al bastidor de la bicicleta 10, en este caso, es práctico usar un cojinete instrumentado 70; 170 cuya pista externa 72 está provista de un sensor 74B.

En una realización de ejemplo en la que la bicicle-

ta está provista de este cojinete giratorio instrumentado 70; 170 para el eje trasero o para el cigüeñal y en el que dicho elemento de control 40 recibe dicha señal de medición S1; S3, el elemento de control 40 está diseñado para calcular la fuerza de la cadena Fk sobre la base del valor pico S1T de la señal de CA S1 y/o sobre la base de la amplitud |S1T-S1B| de la señal de CA S1 (de muestra), o sobre la base del nivel de señal instantáneo de la señal de medición S3, respectivamente, teniendo en cuenta los factores de conversión específicos de la bicicleta, tal como quedará claro para un experto en la materia. Además, el elemento de control 40 está diseñado para activar el motor eléctrico sobre la base de la fuerza de la cadena Fk calculada de esta manera.

Para implementar una característica que depende de la velocidad, el elemento de control 40 ha de tener información relacionada con la velocidad de la bicicleta, la cual, aparte de un factor de conversión conocido, es equivalente a la velocidad de rotación de la rueda trasera 21 y, por lo tanto, del buje 24 respecto al eje trasero 6. Si dicho primer cojinete giratorio 70 se usa para soportar el eje trasero 6, esta información de la velocidad se puede derivar a partir de la señal de CA S1 generada de esta manera, específicamente en forma de la frecuencia de esta señal de CA S1. Esta ventaja también se puede ofrecer para dicho segundo cojinete giratorio 170 si está provisto de un sensor de deformación 176 que sea sensible a una única bola/rodillo 173, tal como también se muestra en la figura 10A. Este sensor de deformación 176 aplica una señal de medición S4 que puede ser igual a la señal S1 que ya se ha descrito y que, por lo tanto, contiene la información de la velocidad.

Por lo tanto, en esta primera realización de ejemplo, el elemento de control 40 puede estar diseñado para calcular la velocidad de la bicicleta sobre la base de la frecuencia de la señal de CA S1, S4, teniendo en cuenta los factores de conversión específicos de la bicicleta, tal como, entre otros, el número de bolas/rodillos 73 por cojinete y la circunferencia de la rueda trasera 21, tal como quedará claro para un experto en la materia.

En una variante, se puede conseguir el mismo resultado de una manera más directa sin calcular realmente la fuerza de la cadena Fk y la velocidad de la bicicleta como un resultado provisional, tal como quedará claro para un experto en la materia.

Cuando el ciclista ejerce una fuerza de pedaleo Fp y una fuerza de la cadena Fk prevalece en la cadena 27, como resultado, tal como ya se ha descrito, se ejerce una fuerza orientada de una manera substancialmente horizontal sobre la circunferencia de la rueda dentada 5, cuya fuerza es soportada sobre el bastidor 10 a través del buje 24, los cojinetes 7R y 7L y el eje 6, respectivamente. Por lo tanto, entonces prevalece un momento de flexión, que provocará la flexión del eje trasero 6, en el eje trasero 6, en cuyo caso la línea neutra del eje trasero 6 estará dispuesta en un plano que está orientado de manera substancialmente horizontal. El nivel de este momento de flexión, y por lo tanto el nivel de la flexión que se produce en el eje trasero 6, se substancialmente directamente proporcional a la fuerza de la cadena Fk instantánea.

En una segunda realización de ejemplo propuesta por la presente invención, esta flexión se mide. En la realización de ejemplo mostrada en la figura 11, el eje trasero 6 está provisto de un sensor de flexión

50 que proporciona una señal de medición S2 (figura 12) al elemento de control 40, cuya señal de medición S2 es representativa de la flexión que se produce en el eje 6 y presenta preferiblemente una dependencia lineal sobre dicha flexión. Este sensor de flexión 50 está dispuesto, en este caso, de tal manera que es substancialmente sensible solamente a la flexión en la dirección horizontal. El diseño de este sensor de flexión 50 puede ser un diseño que es conocido por sí mismo, basado en uno o más detectores de tensiones, tal como quedará claro para un experto en la materia. El sensor de flexión 50 se puede montar en el lado del eje trasero 6 que sea más largo como resultado de la flexión o en el lado del eje trasero 6 que sea más corto como resultado de la flexión.

En esta segunda realización de ejemplo, en la que el eje trasero 6 está provisto de este sensor de flexión 50 y en el que dicho elemento de control 40 recibe dicha señal de medición S2, el elemento de control 40 está diseñado para calcular la fuerza instantánea de la cadena Fk sobre la base del valor instantáneo de dicha señal de medición S2, teniendo en cuenta los factores de conversión específicos de la bicicleta, tal como quedará claro para un experto en la materia. Además, el elemento de control 40 está diseñado para activar el motor del buje 45 sobre la base de la fuerza de la cadena Fk que se ha calculado de esta manera y una característica de asistencia preprogramada deseada, de una manera similar a la descrita anteriormente en conexión con la primera realización de ejemplo.

Preferiblemente, el sensor de flexión 50 comprende un componente de sensor que está montado en la parte frontal del eje trasero 6 y un componente de sensor que está montado en la parte trasera del eje trasero 6, combinándose las señales de los dos componentes. Por un lado, esto tiene la ventaja de que la señal de medición se vuelve más fuerte. Por otro lado, esto tiene la ventaja de que las influencias de discontinuidad que no están relacionadas con la flexión horizontal se eliminan substancialmente. En este contexto, por ejemplo, se pueden mencionar tensiones que están orientadas en la dirección longitudinal del eje trasero como resultado del apriete de las tuercas 9 que están enroscadas sobre los extremos del eje trasero 6 para su fijación al bastidor 10.

Debe indicarse que la señal de medición S1; S3; S4 de los cojinetes instrumentados de las ruedas 7 y la señal de medición S2 del sensor de flexión 50 contienen un componente de señal que refleja la frecuencia de pedaleo, por lo menos si el ciclista está girando realmente los pedales. La frecuencia de pedaleo se expresa mediante una fluctuación periódica, con la frecuencia de pedaleo, en el nivel de la fuerza de la cadena Fk. En el caso de, por ejemplo, un sensor de flexión montado sobre el eje trasero 6, la señal de medición S2 generada de esta manera en principio tiene un valor de CC correspondiente a la fuerza de la cadena Fk, mientras que el valor de esta tensión de CC fluctúa con las fluctuaciones en la fuerza de pedaleo y, por lo tanto, con una frecuencia que es el doble de grande que la frecuencia de pedaleo.

El elemento de control 40 puede estar diseñado para calcular la velocidad de la bicicleta sobre la base de la frecuencia de pedaleo, teniendo en cuenta los factores de conversión específicos de la bicicleta, tal como la relación de transmisión y la circunferencia de la rueda trasera, tal como quedará claro para un experto en la materia.

Además, el elemento de control 40 puede estar diseñado para activar el motor eléctrico sobre la base del valor instantáneo de la fuerza de la cadena, de manera que la fuerza del motor fluctúa en fase con la fuerza de pedaleo. Sin embargo, el elemento de control 40 también puede estar diseñado para activar el motor eléctrico sobre la base de un valor procesado de la fuerza de la cadena, para proporcionar al usuario una sensación de confort mejorada. A modo de ejemplo, la activación del motor eléctrico se puede ejecutar sobre la base de un valor promedio de la fuerza de la cadena, de manera que la fuerza del motor es substancialmente constante. Sin embargo, también es posible, con la fluctuación de la fuerza de la cadena, añadir un valor constante, de manera que aunque la activación fluctúa en fase con la fuerza de la cadena, adquiere un perfil más uniforme; más particularmente, por lo tanto, el accionamiento estará todavía previsto en las "posiciones centrales muertas" en el movimiento del pedal.

Normalmente, un eje trasero está diseñado de tal manera que es lo más rígido posible. Por el contrario, otro desarrollo de la idea de la invención se basa en el diseño del eje trasero 6 de tal manera que para una carga específica presenta una flexión que es relativamente grande, por lo menos en la posición del sensor 50. Para este propósito, un eje trasero 6 según la presente invención tiene preferiblemente una parte portadora del sensor 51, cuya deformación, bajo una carga específica, es mayor que la deformación de las secciones adyacentes del eje, y el sensor 50 está montado sobre dicha parte portadora del sensor 51 que es más sensible a la deformación. La mayor sensibilidad a la deformación se puede introducir con una parte portadora del sensor 51 provista de una sección transversal adaptada o haciendo la parte portadora del sensor 51 a partir de un material adaptado, o de cualquier otra manera adecuada. Materiales adaptados adecuados podrían ser materiales con un módulo de elasticidad menor.

La parte portadora del sensor 51 tiene preferiblemente una mayor sensibilidad a la deformación en la dirección horizontal con una sensibilidad a la deformación en la dirección vertical que permanece igual o incluso es reducida. Esto puede provocarse, por ejemplo, proporcionando la parte portadora del sensor 51 de una sección transversal rectangular, en cuyo caso la dimensión en la dirección horizontal es menor que la dimensión en la dirección vertical. La dimensión en la dirección horizontal puede ser menor que el diámetro de las secciones adyacentes del eje, y la dimensión en la dirección vertical puede ser mayor que el diámetro de las secciones adyacentes del eje.

En las dos realizaciones de ejemplo descritas anteriormente, el sensor 74; 174; 50 es substancialmente solamente sensible a fuerzas orientadas de manera horizontal, de manera que el sensor es virtualmente solamente sensible a las fuerzas de accionamiento. Más particularmente, el sensor es virtualmente insensible a las fuerzas que actúan en la dirección vertical, tal como las fuerzas provocadas por el peso del corredor, la fuerza de pedaleo Fp ejercida por el ciclista, o las fuerzas verticales que están provocadas por el propio corredor, tal como cuando pasa sobre una superficie de carretera irregular o cuando toma una curva.

El accionamiento mediante el motor provoca una fuerza de reacción sobre la carretera, que en última instancia propulsa la bicicleta. Esta fuerza de reacción

de la carretera tiene una dirección horizontal y provoca una flexión en el eje trasero en la misma dirección que la flexión que está provocada directamente por la fuerza de la cadena F_k . La influencia de este efecto de refuerzo se puede compensar en la característica preprogramada del elemento de control 40.

Anteriormente la invención se ha descrito para condiciones normales, en las que se asume de manera tácita que el vehículo (la bicicleta) se mueve a una velocidad constante sobre una carretera horizontal. Con una conducción más avanzada, el elemento de control 40 está diseñado para incluir factores tales como un cambio en la velocidad y/o un ángulo de inclinación de la carretera en el accionamiento del motor eléctrico.

Puede ser deseable una reducción en la velocidad, por ejemplo si el ciclista frena. En ese caso, mantendrá generalmente los pedales quietos, de manera que no ninguna asistencia eléctrica. Además, durante la frenada, el motor puede ser accionado por la bicicleta, para cargar de esta manera la batería. Para este fin, el elemento de control 40 puede estar diseñado para calcular la velocidad instantánea de la bicicleta V en momentos sucesivos, para calcular el cambio de velocidad dV/dt a partir de este, si dV/dt es negativo, para accionar el motor como una carga de frenada.

Una reducción en la velocidad puede ser no deseable, por ejemplo si el ciclista está corriendo en subida. En ese caso, si dV/dt es negativo, de hecho se desea una asistencia más intensiva. Por otro lado, si el ciclista corre en bajada, la asistencia se puede reducir, y en estas circunstancias es incluso posible que el motor se accione como una carga de frenada a una velocidad constante.

Para este propósito, es deseable que el elemento de control 40 tenga una señal que sea indicativa del ángulo de inclinación. Según una ventaja significativa de la presente invención, las señales S1 a S4 descritas anteriormente incluyen un componente que es indicativo del ángulo de inclinación. En otra variante preferida de la presente invención, el elemento de control 40 está diseñado para usar este componente de la señal para una característica de asistencia, tal como se ha descrito anteriormente.

Si la bicicleta está en una inclinación, la dirección de sensibilidad 75 (la "horizontal" de la bicicleta) forma un ángulo con la horizontal real. La fuerza de gra-

vedad entonces tiene un componente en la dirección de esta dirección de sensibilidad 75, que el propio se manifiesta en un cambio en las señales de medición. Este cambio se puede detectar, por ejemplo, mediante la detección del cambio en el promedio de la señal de la fuerza de la cadena que fluctúa.

En las dos realizaciones de ejemplo descritas anteriormente, se ofrece una manera fiable para medir el par de accionamiento y/o la fuerza de la cadena (F_k) suministradas por un ciclista y para el accionamiento de un motor del buje 45 sobre la base de la fuerza de pedaleo suministrada por el ciclista. Las realizaciones ofrecen de una manera consistente la ventaja significativa de que un único sensor (74; 174; 50) es suficiente y que este sensor puede montarse sobre el mismo componente de la bicicleta que al que está fijado el elemento de control 40, concretamente el propio eje trasero 6 o sobre la pista interna 71 fijada al eje trasero 6, del cojinete de la rueda 7. Un sensor de flexión 50 montado sobre el eje trasero mide la torsión que se produce en el propio eje trasero como resultado de la fuerza de pedaleo. Un sensor de presión 74 montado en el cojinete de la rueda 7 mide las fuerzas provocadas en el cojinete de la rueda mediante la fuerza de la cadena.

Quedará claro para un experto en la materia que el ámbito de la presente invención no está restringido a los ejemplos descritos anteriormente, sino que son posible varias rectificaciones y modificaciones a los mismos sin apartarse del ámbito de la invención tal como se define en las reivindicaciones adjuntas. Por ejemplo, como variante, es posible que la rueda conducida sea la rueda delantera de la bicicleta.

Anteriormente, la invención se ha descrito para un vehículo (una bicicleta) provista de asistencia eléctrica. Sin embargo, la presente invención también prevé la realización de un sistema modular para medir una fuerza de accionamiento en una cadena de una bicicleta, cuyo sistema está diseñado para suministrar una señal eléctrica representativa de dicha fuerza de accionamiento, cuyo sistema comprende un eje de la rueda motriz que está provisto de un sensor de flexión que genera una señal de medición que es representativa de una flexión del eje, cuya señal se puede usar para cualquier propósito deseado mediante un procesador o similar. Un posible propósito puede ser controlar un sistema de engranajes.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para proporcionar una señal de medición que es representativa del nivel de una fuerza de pedal (Fp) ejercida por el corredor de una bicicleta (1), **caracterizado** por el hecho de que se mide la flexión provocada por esta fuerza en el eje (6) sobre el que está montada una rueda motriz (21).

2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la flexión se mide en un plano que es substancialmente paralelo a la fuerza de accionamiento (Fk) ejercida sobre dicha rueda motriz (21) mediante una cadena (28).

3. Procedimiento según la reivindicación 2, en el que un piñón accionado por dicha cadena (28) está montado sobre dicho eje (6); en el que un sensor de flexión (50) está montado sobre dicho eje (5); y en el que la fuerza de accionamiento (Fk) que prevalece en dicha cadena (28) se deriva a partir del valor instantáneo de la señal de medición (S2) generada por dicho sensor.

4. Procedimiento según la reivindicación 3, en el que una unidad de procesamiento de señal (40) calcula una velocidad del pedal a partir de la naturaleza cíclica de la señal de medición.

5. Procedimiento para medir una fuerza (Fk) en un elemento de transmisión substancialmente lineal (28) instalado alrededor de dos elementos de transmisión giratorios (2, 5) de un vehículo accionado mediante fuerza humana, tal como una bicicleta, **caracterizado** por el hecho de que comprende la medición de las fuerzas que se producen en un cojinete de una rueda motriz (21) en un plano que es substancialmente paralelo a dicha fuerza (Fk).

6. Procedimiento según la reivindicación 5, en el que por lo menos uno de dichos elementos de transmisión está montado de manera giratoria mediante cojinetes (70) respecto a un bastidor (10), en el que por lo menos uno de dichos cojinetes está provisto de un sensor integrado (74), y en el que la fuerza (Fk) que prevalece en el elemento de transmisión (28) se deriva a partir de la señal de medición (S1; S4) generada por dicho sensor.

7. Procedimiento para proporcionar una señal de control para un motor auxiliar de una bicicleta, en el que dicha señal de control se determina según una característica predeterminada, sobre la base de una señal de medición que es representativa del nivel de una fuerza del pedal (Fp) ejercida por un corredor de la bicicleta, y en el que dicha señal de medición se proporciona mediante el procedimiento según las reivindicaciones 3 ó 6.

8. Bicicleta (1), que comprende:

un bastidor (10);

una rueda motriz (21) que comprende un buje de la rueda (24) el cual, a través de los cojinetes de la rueda, está montada sobre un eje (6) que está fijado al bastidor (10);

un piñón giratorio (5) fijado a dicho buje de la rueda (24);

una cadena (28) instalada, por lo menos parcialmente, alrededor de dicho piñón (5);

caracterizada por el hecho de que dicho eje (6) está provisto de un sensor de flexión (50) que genera una señal de medición (S2) que es representativa de una flexión del eje (6).

9. Bicicleta según la reivindicación 8, en la que el eje (6) con el sensor (50) montado sobre el mismo es-

tá montado de tal manera respecto al bastidor (10) que dicho sensor (50) es sensible a las fuerzas que están dirigidas paralelas a la fuerza de accionamiento (Fk) en la cadena (28) y es substancialmente insensible a los componentes de la fuerza que están dirigidos perpendicularmente a la misma.

10. Bicicleta según la reivindicación 9, en la que el eje (6) está provista de una parte portadora del sensor (51), cuya resistencia a la flexión es menor que la resistencia a la flexión de las secciones adyacentes del eje, y en la que el sensor (50) está montado sobre dicha parte portadora del sensor (51).

11. Bicicleta según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, en la que la rueda motriz está provista de un motor del buje (45), cuya activación es controlada por un elemento de control (40) que está montado preferiblemente sobre el eje (6) y cuya entrada de señal está conectada a dicho sensor de flexión (50) para recibir la señal de medición (S2) generada de esta manera; y en la que el elemento de control (40) está diseñado para controlar la activación del motor del buje (45) sobre la base de la señal de medición (S2) recibida desde dicho sensor (50).

12. Bicicleta según la reivindicación 11, en la que dicho sensor de flexión (50) y dicho elemento de control (40) están integrados en un único chip.

13. Bicicleta según cualquiera de las reivindicaciones 11 ó 12, que también está provista de un sistema de aceleración de conmutación automática que está diseñado para proporcionar una relación de transmisión predeterminada en la línea de transmisión entre el sistema de cigüeñal y una rueda motriz bajo el control del elemento de control; y en la que el elemento de control está diseñado para generar una señal de control para el sistema de aceleración de conmutación automática sobre la base de la señal de medición recibida del sensor de flexión.

14. Sistema modular para medir una fuerza de accionamiento en una cadena de una bicicleta, cuyo sistema está diseñado para suministrar una señal eléctrica representativa de dicha fuerza de accionamiento, comprendiendo dicho sistema:

un eje de la rueda motriz (6) que está provisto de un sensor de flexión (50) que genera una señal de medición (S2) que es representativa de una flexión del eje (6).

15. Sistema modular según la reivindicación 14, que también comprende:

un buje (24) montado de manera giratoria sobre dicho eje (6);

un motor del buje (45) montado sobre dicho eje (6);

un elemento de control (40) montado sobre dicho eje (6) y que tiene una entrada de señal conectada a dicho sensor (50) para recibir la señal de medición (S2) generada de esta manera, estando diseñado dicho elemento de control (40) para controlar la activación del motor del buje (45) sobre la base de la señal de medición (S2) recibida desde dicho sensor (50); estando provisto el eje (6) de una parte portadora del sensor (51), y estando montado el sensor (50) sobre dicha parte portadora del sensor (51).

16. Sistema modular según la reivindicación 14, que también comprende:

- un buje (24) montado de manera giratoria sobre dicho eje (6);

- un motor del buje (45) asociado con dicho eje (6);

- un elemento de control (40) montado sobre dicho eje (6) y que tiene una entrada de señal conectada a dicho sensor (50) para recibir la señal de medición (S2) generada de esta manera, estando diseñado dicho elemento de control (40) para controlar la activación

5

del motor del buje (45) sobre la base de la señal de medición (S2) recibida desde dicho sensor (50); estando provisto el eje (6) de una parte portadora del sensor (51), y estando montado el sensor (50) sobre dicha parte portadora del sensor (51).

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

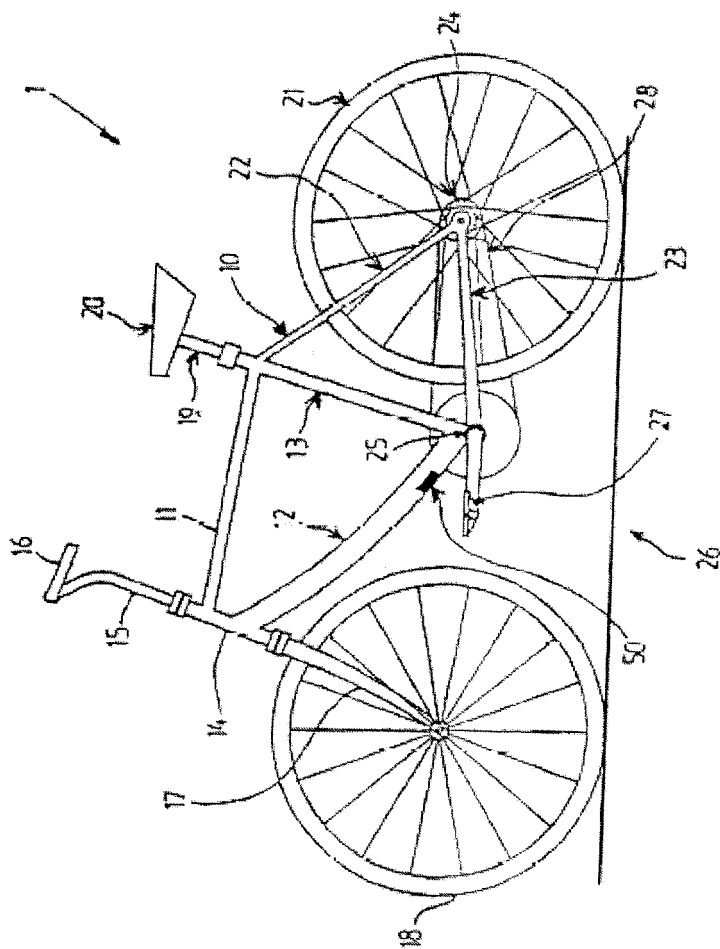


FIG. 1A

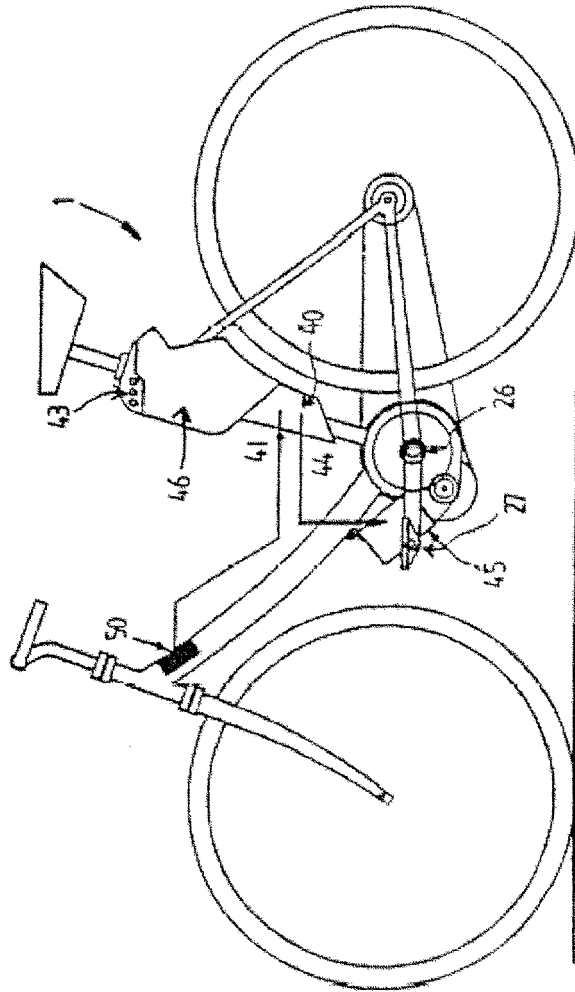


FIG. 1B

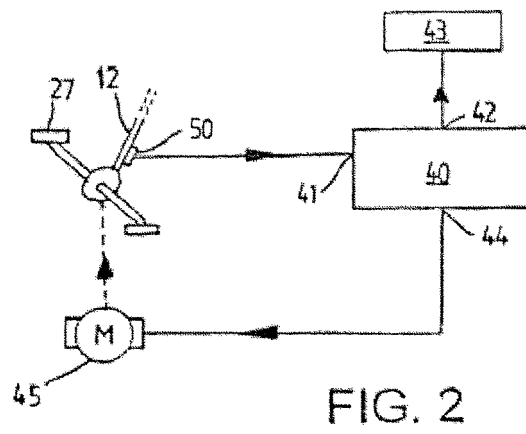


FIG. 2

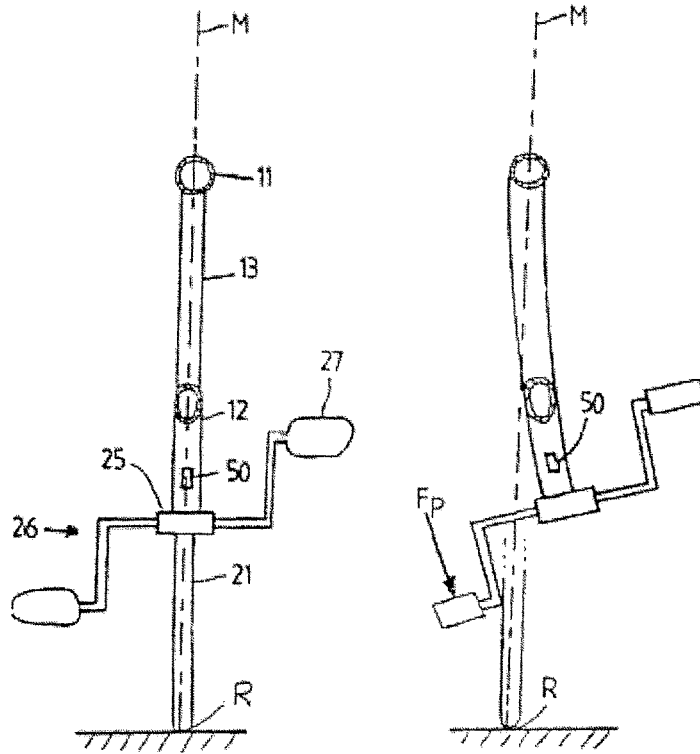


FIG. 3A

FIG. 3B

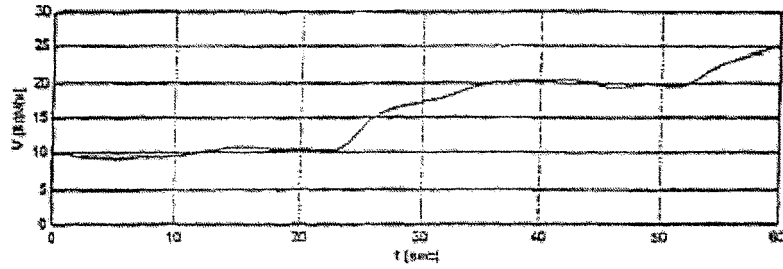


FIG. 4A

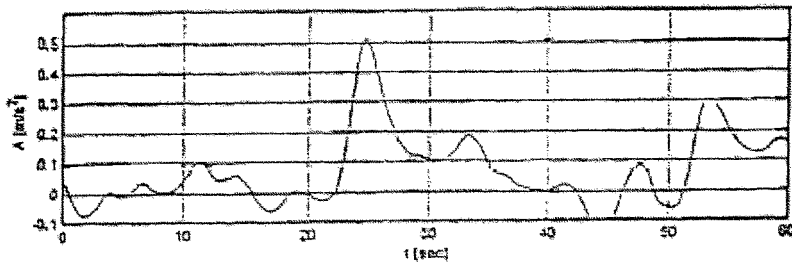


FIG. 4B

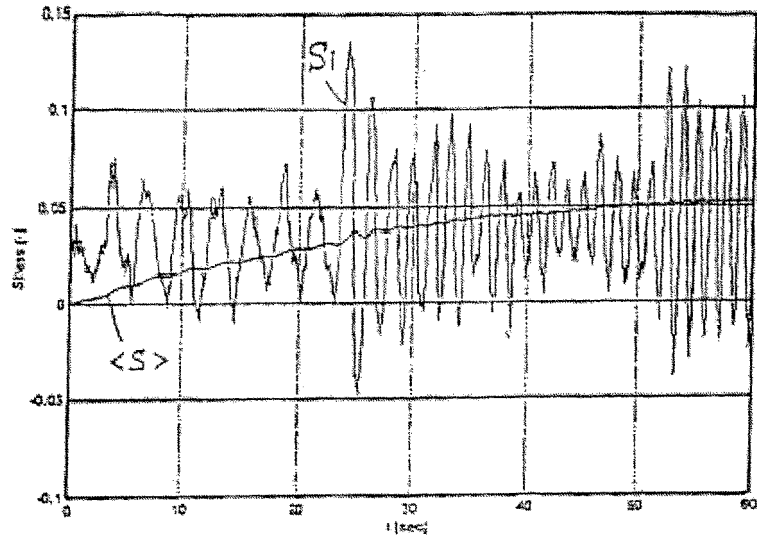


FIG. 4C

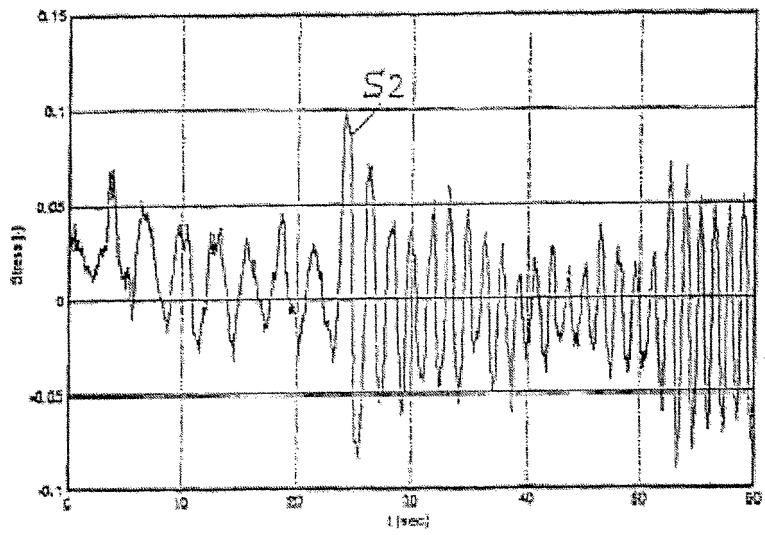


FIG. 4D

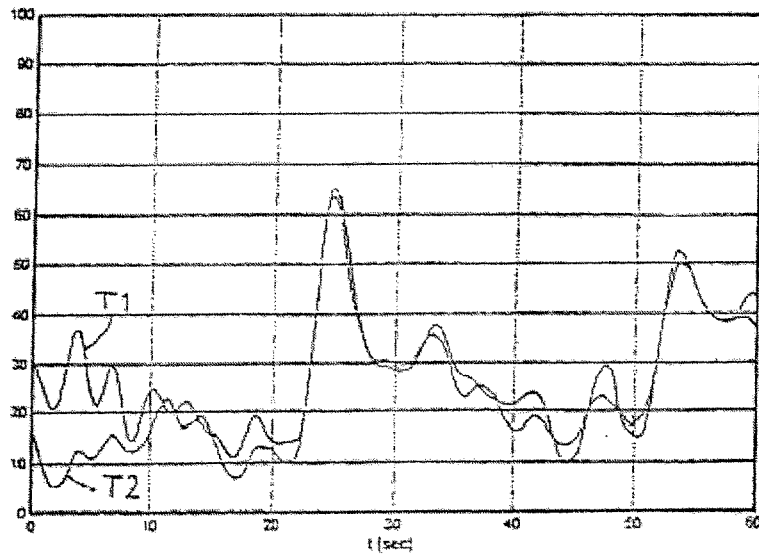


FIG. 4E

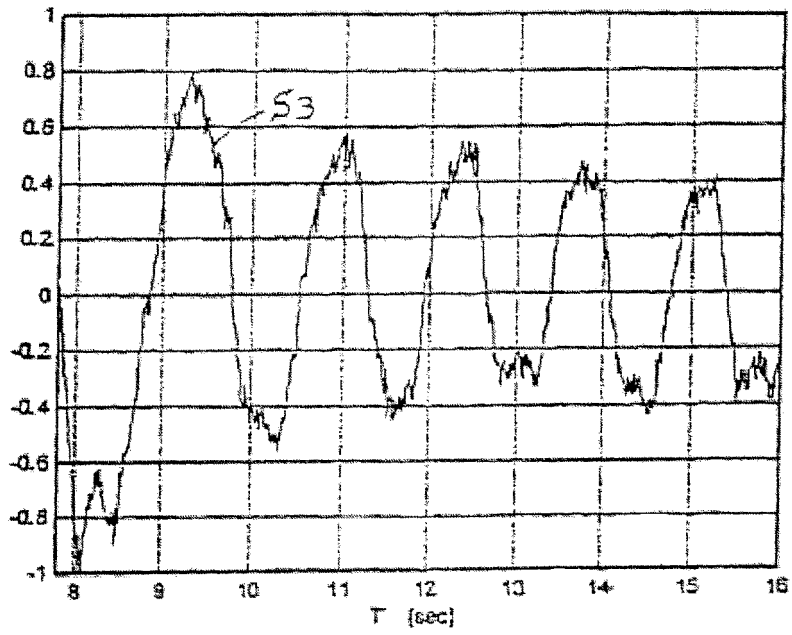


FIG. 5A

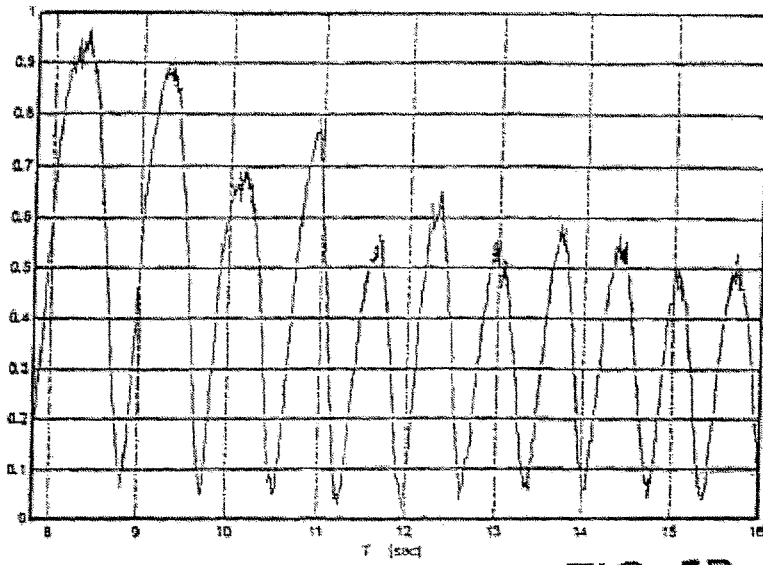


FIG. 5B

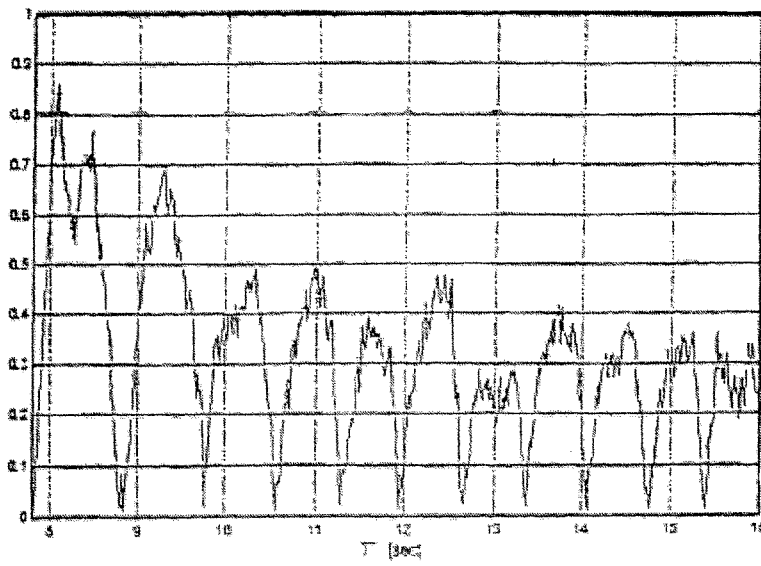


FIG. 5C

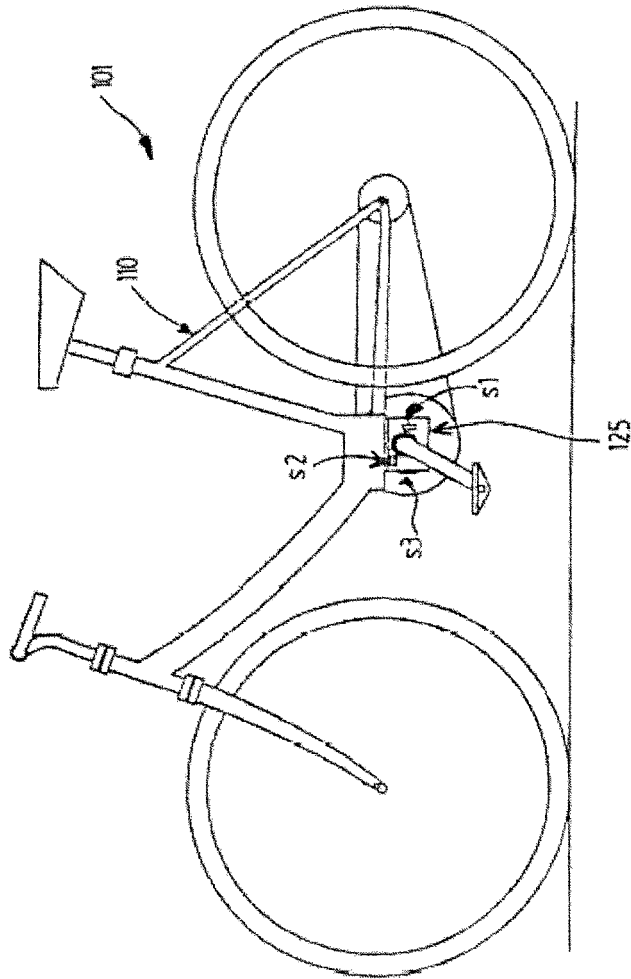


FIG. 6A

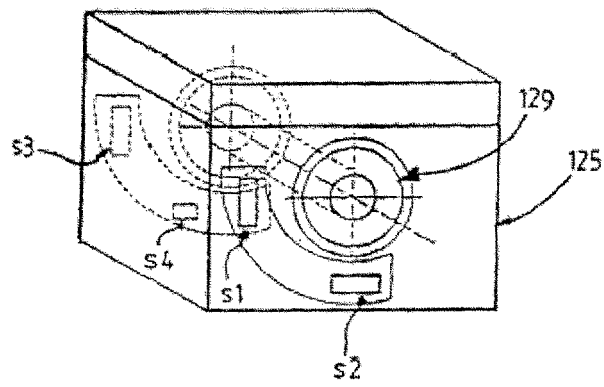


FIG. 6B

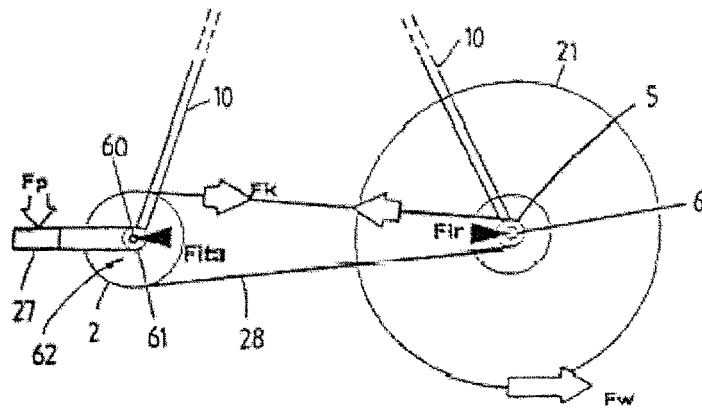


FIG. 7

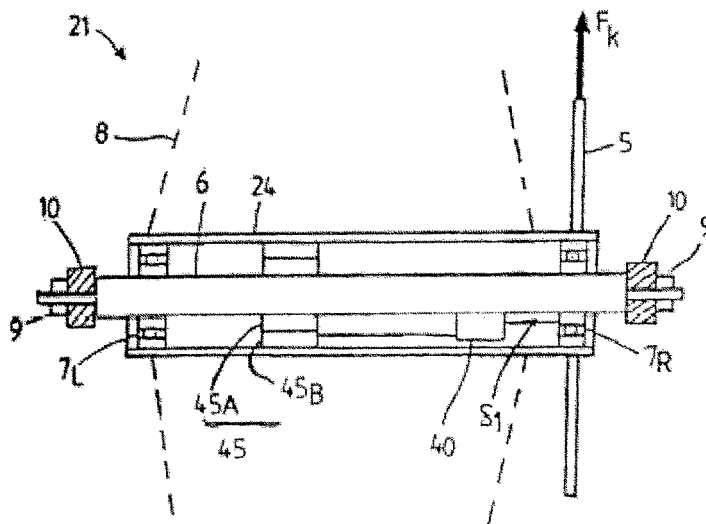


FIG. 8

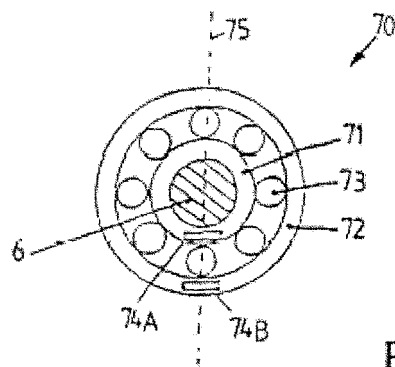


FIG. 9A

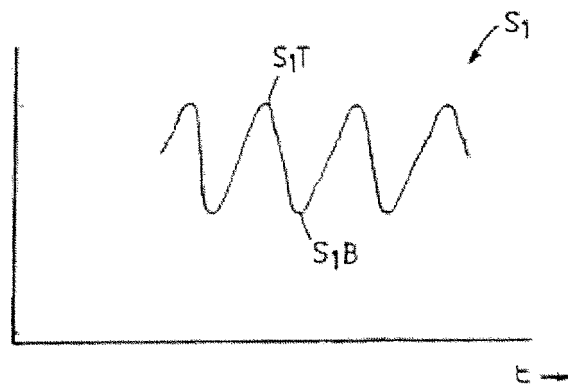


FIG. 9B

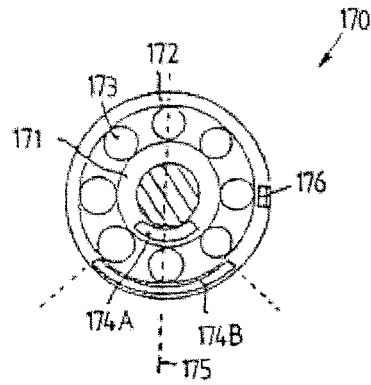


FIG. 10A

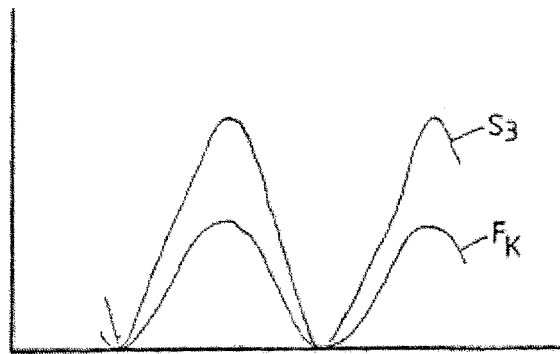


FIG. 10B

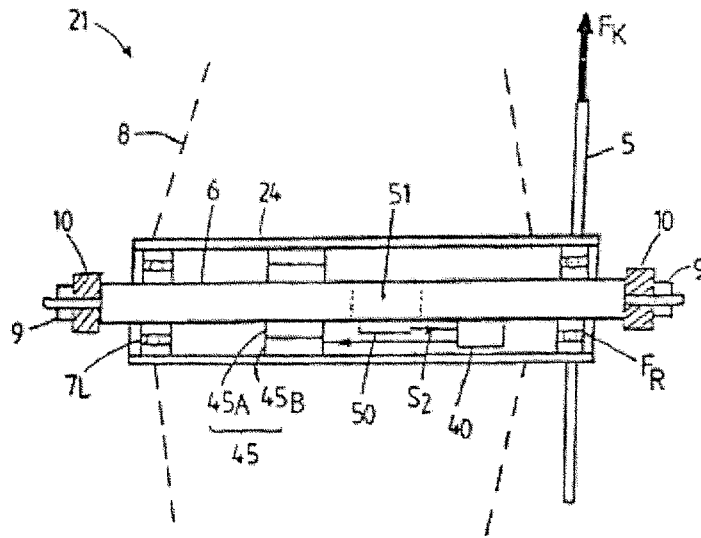


FIG. 11

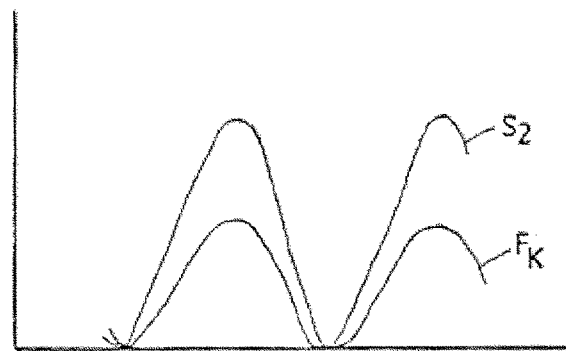


FIG. 12