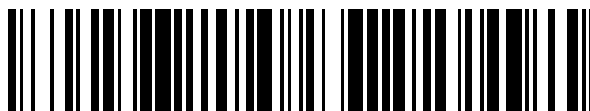


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 687 695**

51 Int. Cl.:

B62M 6/60 (2010.01)

B62M 6/45 (2010.01)

B60L 11/00 (2006.01)

B62M 6/40 (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.02.2013 PCT/IB2013/051154**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.08.2013 WO13124764**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.02.2013 E 13713533 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.08.2018 EP 2817207**

54 Título: **Bicicleta de pedaleo asistido y método para controlar la bicicleta de pedaleo asistido**

30 Prioridad:

22.02.2012 IT MI20120260

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
26.10.2018

73 Titular/es:

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BERGAMO (50.0%)
Via Salvecchio 19
24129 Bergamo, IT y
POLITECNICO DI MILANO (50.0%)

72 Inventor/es:

PREVIDI, FABIO;
SAVARESI, SERGIO MATTEO;
CORNO, MATTEO;
TANELLI, MARA;
ALLI, GIOVANNI;
LISANTI, PAOLO;
SPAGNOL, PIERFRANCESCO;
BONIOLO, IVO y
SPELTA, CRISTIANO

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 687 695 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

Bicicleta de pedaleo asistido y método para controlar la bicicleta de pedaleo asistido

Campo técnico de la invención

5 El objeto de la invención presente es una bicicleta de pedaleo asistido sin cadena entre los pedales y la rueda motriz. El objeto de la invención presente es también un método para controlar la bicicleta por sí misma.

Técnica anterior

Se conocen diferentes tipos de bicicletas de pedaleo asistido.

10 Según un primer tipo, una bicicleta normal con una cadena está equipada con un motor eléctrico para asistir en el pedaleo. Según este tipo de bicicleta, la energía requerida para mover la bicicleta es suministrada a la rueda motriz al mismo tiempo por el usuario por medio de la cadena y del motor.

15 Un segundo tipo de bicicleta conocido proporciona el desacoplamiento mecánico total entre los pedales y la rueda motriz, que por tanto no están conectados entre sí por una cadena. El pedaleo activa un generador eléctrico, que a su vez proporciona a un motor eléctrico la energía eléctrica requerida para mover la bicicleta. Una batería proporciona también un excedente de energía al motor en circunstancias predeterminadas. Dicha batería puede, por ejemplo, ser activada mediante la activación de un mando por parte del usuario.

El primer tipo de bicicleta es estructuralmente complicado debido a que su movimiento se obtiene combinando fuentes de energía de naturaleza diferente que actúan en paralelo, es decir, el usuario mismo y el motor.

20 El segundo tipo de bicicleta es estructuralmente más simple porque la rueda motriz es movida exclusivamente por el motor eléctrico, pero es compleja desde el punto de vista del control. De hecho, los algoritmos de control hasta ahora propuestos para ajustar el excedente de energía suministrada por la batería así como la energía requerida para el generador son aún bastante rudimentarios. En particular, dichos algoritmos no pueden gestionar los flujos de energía de tal manera que alivien el esfuerzo del usuario de una forma controlada, por ejemplo, después de un largo viaje. La técnica anterior más próxima es el documento DE 197 32 468 que describe una bicicleta de pedaleo asistido según el preámbulo de la reivindicación 1.

25 Compendio de la invención

El objeto de la invención presente es por tanto hacer que esté disponible una bicicleta de pedaleo asistido estructuralmente simple y que puede mantener controlado el esfuerzo del usuario.

Éste y otros objetivos son conseguidos mediante una bicicleta de pedaleo asistido según la reivindicación 1 y un método para controlar una bicicleta de pedaleo asistido según la reivindicación 12.

30 Descripción breve de las Figuras

Para comprender mejor la invención y apreciar sus ventajas, se describen a continuación algunas realizaciones ejemplares no limitadoras haciendo referencia a las Figuras adjuntas en las que:

La Figura 1 es una vista lateral esquemática de una bicicleta según la invención;

35 La Figura 2 es una vista esquemática de los flujos de la energía involucrados en el funcionamiento de la bicicleta según la invención;

La Figura 3 es un diagrama de bloques representativo de un método de control de la bicicleta según una realización posible;

La Figura 4 es un diagrama ilustrativo de un método para controlar la bicicleta según una realización posible;

La Figura 5 es un diagrama ilustrativo de un método para controlar la bicicleta según una realización posible futura;

40 La Figura 6 es un diagrama ilustrativo de un método para controlar la bicicleta según una realización posible adicional;

La Figura 7 es un diagrama de bloques representativo de un método para controlar la bicicleta según otra realización posible.

Descripción detallada del invento

45 Con referencia a las Figuras adjuntas, en la Figura 1 se muestra esquemáticamente una bicicleta de pedaleo asistido, indicada por la referencia 1. La bicicleta 1 comprende algunos componentes normalmente presentes en la bicicleta estándar, es decir con transmisión mecánica. En particular, la bicicleta 1 comprende, por ejemplo, un

bastidor 2, un asiento 3, un manillar 4. La bicicleta 1 comprende además una primera rueda 5' y una segunda rueda 5'' conectadas al bastidor 2. Por ejemplo, la primera rueda 5' es la rueda trasera y la segunda rueda 5'' es la rueda delantera, respecto a la dirección de avance normal de la bicicleta.

5 La bicicleta 1 comprende un conjunto de pedaleo 6, provisto de pedales 7 por medio de los que el usuario puede mover el propio conjunto de pedaleo 6 produciendo una energía de pedaleo.

A diferencia de lo que sucede en una bicicleta estándar, el conjunto de pedaleo 7 está desacoplado mecánicamente de las ruedas 5' y 5''. En otras palabras, entre el grupo de pedaleo 6 y las ruedas 5' y 5'' no hay transmisión mecánica como, por ejemplo, una cadena o un cardán de movimiento.

10 La bicicleta 1 comprende un motor eléctrico 8 acoplado mecánicamente a una de las dos ruedas 5' y 5''. Preferentemente, el motor eléctrico 8 está asociado a la rueda trasera 5'. La conexión entre el eje de accionamiento del motor (no mostrado en las Figuras) y la rueda motriz de la bicicleta es preferentemente directa, de tal manera que un giro integrado de la rueda 5' se corresponde con un giro del motor eléctrico 8. El motor eléctrico 8 debe ser alimentado eléctricamente para su funcionamiento, de una manera que se explica a continuación. Cuando el motor 8 está encendido, absorbe la energía motriz W_{mot} .

15 La bicicleta 1 comprende también un dispositivo generador de energía 9 dispuesto en una conexión de intercambio de energía con el conjunto de pedaleo 6 y con el motor eléctrico 8. En particular, ventajosamente, el dispositivo generador 9 está conectado mecánicamente al conjunto de pedaleo 6 para convertir la energía mecánica de pedaleo en energía eléctrica. Dicha energía eléctrica es suministrada, al menos en parte, al motor eléctrico 8. Preferentemente, el dispositivo generador 9 comprende un generador eléctrico tal como, por ejemplo, un generador de inducción. Según esta realización ejemplar, un giro del rotor del generador se corresponde con el giro del conjunto de pedaleo 6. El dispositivo generador 9 puede proporcionar un dispositivo generador de energía eléctrica W_{gen} , que, como se verá a continuación, es el objetivo del control de la bicicleta según la invención.

20 Dado que el dispositivo generador 9 está dispuesto en conexión con el conjunto de pedaleo 6 y convierte la energía mecánica proporcionada por el usuario en energía eléctrica, determina el par de resistencia que encuentra el usuario durante el pedaleo. La modificación de los parámetros de funcionamiento del dispositivo generador, la corriente, por ejemplo, puede cambiar la energía del dispositivo generador y también el par de resistencia que encuentra el usuario.

25 La bicicleta 1 comprende también un dispositivo de almacenamiento de energía 10, por ejemplo, una o más baterías. El dispositivo de almacenamiento de energía 10 está dispuesto en una conexión de intercambio de energía con el motor eléctrico 8 y con el dispositivo generador 9, para que pueda intercambiar energía con ellos.

Con referencia a la Figura 2, se describen a continuación los flujos de energía proporcionados en la bicicleta 1.

Cuando el usuario pedalea, introduce una energía mecánica de pedaleo W_{ped} por medio del conjunto de pedaleo.

Esta energía es convertida en energía eléctrica por el dispositivo generador 9.

35 Para determinar la energía requerida al dispositivo generador, del que, según se ha dicho, depende el par de resistencia que se opone al pedaleo del usuario, la bicicleta comprende un sistema de control (mostrado esquemáticamente en las Figuras con el número de referencia 11), que comprende un módulo para controlar la energía eléctrica requerida al generador W_{gen} . Esta última se establece mediante un algoritmo de control, que se describe a continuación.

40 El sistema de control comprende además, ventajosamente, un módulo para controlar el módulo eléctrico de manera que la bicicleta 1 se mueva según una ley predeterminada, preferentemente ajustable por el usuario. Por ejemplo, es posible imponer una ley de velocidad predeterminada. En este caso, es posible controlar en bucle cerrado el motor de una forma conocida. Alternativamente, es posible establecer la energía o la corriente de suministro del motor.

45 La energía proporcionada por el dispositivo generador W_{gen} es dirigida en parte al motor 8 y, en determinadas circunstancias, puede ir al menos en parte al dispositivo de almacenamiento 10. Esta situación ocurre, por ejemplo, en el caso en que la energía requerida para el motor W_{mot} es menor que la energía requerida al dispositivo generador W_{gen} . En este caso, el excedente de energía suministrada por el dispositivo generador 9 es enviado al dispositivo de almacenamiento 10, que por tanto se recarga.

50 En el caso en que la energía requerida para el motor W_{mot} es igual a la energía requerida al dispositivo generador W_{gen} , el dispositivo de almacenamiento 10 preferentemente no intercambia energía ni con el dispositivo generador 9, ni con el motor 8.

En cambio, en el caso, en el que la energía requerida para el motor W_{mot} es mayor que la energía requerida al dispositivo generador W_{gen} , el excedente de energía que falta está disponible para el motor 8 en el dispositivo de almacenamiento 10.

Es posible también el caso en que el motor 8 recarga el dispositivo de almacenamiento 10 (flecha a trazos de la

Figura 10), es decir, el caso en donde la energía del motor es negativa, es decir, entrante y, por tanto, no impulsa. Esta situación ocurre, por ejemplo, en el caso en que la bicicleta va cuesta abajo.

Ventajosamente, la bicicleta 1 comprende un sensor de latidos del corazón 26, que puede detectar los latidos del corazón del usuario durante el uso de la bicicleta 1. Dicho sensor de latidos del corazón 26 puede ser de diferentes tipos. Por ejemplo, puede tener la forma del tipo de sonda médica conocida que es aplicada al cuerpo del usuario. Alternativamente, puede estar incorporada a un brazaletes de pulsera, a un reloj, a un anillo o a un teléfono móvil. Según una opción adicional, el sensor de latidos está incluido dentro de una banda sobre el corazón. El sensor de latidos puede generar una señal que representa los latidos detectados.

El módulo para controlar la energía requerida al dispositivo generador Wgen está conectado operativamente al sensor de latidos del corazón 26. Esta conexión es preferentemente un modo inalámbrico. El módulo para controlar la energía requerida al dispositivo generador Wgen está configurado de tal manera que determina la energía eléctrica requerida al dispositivo generador dependiendo de la señal que representa los latidos del corazón.

El sistema de control configurado de esta manera controla el esfuerzo del usuario y, al actuar con la energía requerida al dispositivo generador, actúa también sobre el par de resistencia, que se opone al pedaleo de este último. Por tanto, es posible influir en el esfuerzo del usuario durante el uso de la bicicleta. En el caso ejemplar en el que el sistema de control determina un esfuerzo excesivo del usuario, la energía requerida al dispositivo generador Wgen, es reducida y el posible déficit de energía puede ser suministrado por el dispositivo de almacenamiento, si es necesario. Si, por el contrario, el usuario se esfuerza demasiado poco, el sistema de control se asegura de que la energía requerida al dispositivo generador aumente y, por tanto, que aumente el par de resistencia. Si la energía requerida al dispositivo generador Wgen es excesiva en comparación con la energía requerida para el motor Wmot, el exceso de energía se usa para recargar el dispositivo de almacenamiento 10.

Las modalidades con las que la energía requerida al dispositivo generador 9 es medida sobre la base de los latidos del corazón pueden ser variadas. Preferentemente, el usuario puede establecer su modo favorito para un uso particular de la bicicleta 1.

Según una realización posible, en el sistema de control, se establece una referencia de pautas de latidos predeterminada y, dependiendo de los latidos auditivos reales medidos por el sensor 26 de latidos del corazón, se realiza un control de bucle cerrado del error entre los latidos del corazón de referencia y los latidos del corazón reales. Al modificar la energía requerida al generador (y, por tanto, el par de resistencia) se controla el error del latido. Este modo de control se muestra esquemáticamente en la Figura 3.

Por ejemplo, para controlar el error de latidos, es posible usar controladores convencionales tales como P, PD, PI o PID, o diferentes controladores de naturaleza, por ejemplo controladores de lógica difusa.

Según un posible ejemplo, el perfil de la referencia de los latidos es un perfil constante, es decir, un número de latidos constantes por unidad de tiempo. Este número constante de latidos por unidad de tiempo puede ser elegido por el usuario, según si quiere hacer un esfuerzo mínimo (por ejemplo, no sudar) o un gran esfuerzo (por ejemplo, realizar una actividad física intensa). Si se detectan unos latidos del corazón reales superiores a unos latidos del corazón predeterminados, el sistema de control opera sobre la energía requerida al dispositivo generador Wgen, reduciéndola, a fin de reducir también el esfuerzo del usuario y ralentizar los latidos del corazón.

Si, por el contrario, se detecta que los latidos son demasiado lentos en comparación con los del perfil de referencia, el sistema de control aumenta la energía requerida al dispositivo generador.

Por supuesto, es posible usar perfiles de latidos diferentes de los indicados anteriormente, eso se hace constantemente. Por ejemplo, se puede proporcionar un perfil decreciente de latidos del corazón, a fin de concentrar el esfuerzo en la parte inicial del recorrido, o en aumento, para concentrar el esfuerzo en la parte final del recorrido. Es posible también modificar el perfil de latidos del corazón de referencia durante el movimiento, por ejemplo, en el caso en que el usuario está excesivamente cansado y ya no puede seguir pedaleando según las modalidades establecidas originalmente.

Según una realización posible, el módulo para controlar la energía eléctrica requerida al dispositivo generador Wgen comprende un filtro adecuado para limitar esta última, manteniéndola por debajo de un valor máximo predeterminado. El efecto debido a la presencia de este filtro se muestra en la Figura 4, en la que se muestra cómo son recortados los picos de energía requerida al dispositivo generador Wgen, superiores al valor máximo establecido Wgen max. De esta forma, los picos de esfuerzo a los que está sometido el usuario son eliminados también, el usuario puede, por tanto, mantener un perfil de esfuerzo, es decir, de los latidos del corazón, suficientemente uniforme.

Según una realización posible, el módulo para controlar la energía requerida al dispositivo generador está configurado de tal manera que corrige la energía requerida al dispositivo generador Wgen dependiendo de la cantidad real de energía disponible en el dispositivo de almacenamiento 10. En particular, la energía requerida al dispositivo generador Wgen se determina en función de la carga de las baterías, así como de un intervalo de conducción preestablecido de la bicicleta, por ejemplo, establecido por el usuario.

La situación se muestra esquemáticamente en el diagrama de la Figura 5.

La abscisa muestra la distancia recorrida por el vehículo (d) y la ordenada muestra el valor de carga del dispositivo de almacenamiento (SOC), que puede alcanzar un máximo del 100%. La referencia 12 indica un perfil teórico de la carga deseada, suponiendo que el dispositivo de almacenamiento está completamente exhausto una vez que la bicicleta ha recorrido una distancia máxima deseada d^* . En la Figura 5, este perfil de carga tiene un curso lineal, pero son posibles también los perfiles de carga con tendencias diferentes.

Para que la bicicleta consiga alcanzar la distancia establecida d^* , el sistema de control se asegura de que la carga efectiva del dispositivo de almacenamiento (que se muestra en la Figura 5 con la curva 13) varía alrededor del valor de la carga teórica restante entre dos valores límite superior e inferior (indicados respectivamente con las líneas a trazos 12' y 12''). Para ello, el sistema de control actúa sobre la energía requerida al dispositivo generador Wgen, modificando el valor determinado según el control de los latidos del corazón descrito previamente.

La sección indicada con 14 del perfil de carga real 13 es una sección de alto rendimiento, por ejemplo una sección en la que se requiere una gran energía para el motor. En esta sección, si la energía requerida al dispositivo generador Wgen no es suficiente para garantizar el nivel de energía requerido para el motor, ocurre que el dispositivo de almacenamiento proporciona la energía que falta. El dispositivo de almacenamiento, por tanto, se descarga y su carga SOC disminuye.

La sección indicada con 16 del perfil de carga real 13 es en cambio una sección de baja energía, por ejemplo, una sección en la que se requiere una baja energía para el motor, o en cualquier caso una energía motriz inferior a la energía requerida al dispositivo generador. En estas circunstancias, la energía en exceso requerida al dispositivo generador sirve para recargar el dispositivo de almacenamiento, cuya carga, por tanto, aumenta.

Con el propósito de operar las modalidades de control antes descritas, la bicicleta está ventajosamente provista de un sensor 25 adecuado para medir la distancia recorrida por la bicicleta (por ejemplo, es posible proporcionar un sensor que puede medir el número de vueltas de una de las ruedas de la bicicleta desde el inicio del recorrido de la bicicleta, con lo que resulta inmediato obtener la distancia recorrida por la bicicleta). La señal del sensor para detectar la distancia 25 es enviada al módulo para controlar la energía requerida para el generador. Además, el sistema de control comprende, ventajosamente, un módulo para controlar la cantidad de energía del dispositivo de almacenamiento, en particular de la carga del dispositivo de almacenamiento. El sensor para detectar la distancia 25 y el módulo para controlar la cantidad de energía del dispositivo de almacenamiento están conectados operativamente al módulo para controlar la energía requerida al dispositivo generador.

Ventajosamente, la bicicleta 1 comprende un sensor 17 para detectar la velocidad de la bicicleta misma, adecuado para generar una señal que representa dicha velocidad. Dicho sensor 17 puede ser de diferentes tipos. Por ejemplo, la velocidad puede ser deducida de un sensor de desplazamiento, como, por ejemplo, el sensor de desplazamiento 25 del tipo identificado previamente.

El sensor 17 de detección de la velocidad de la bicicleta puede encontrar varias aplicaciones para la bicicleta según la invención, en particular en relación con la determinación de la energía requerida al dispositivo generador Wgen.

Según una realización posible, el sensor 17 de detección de la velocidad de la bicicleta puede ser usado para simular la resistencia aerodinámica de la bicicleta, que como es conocido, aumenta con el cuadrado de la velocidad. Con este propósito, la energía requerida al dispositivo generador, determinada de la manera que se ha dicho hasta ahora, puede ser corregida agregando un término proporcional a la velocidad del vehículo para que cuadre. A este respecto, véase la Figura 6 que muestra una posible corrección de la energía requerida al dispositivo generador Wgen dependiendo de la velocidad v_{veh} del vehículo. La contribución de este término corrector de la energía requerida al dispositivo generador puede ser acentuada o limitada actuando sobre un parámetro β de ajuste, seleccionable por el usuario.

Para realizar este tipo de corrección de la energía requerida al dispositivo generador, el módulo para controlar la energía requerida al dispositivo generador está ventajosamente conectado operativamente al sensor de detección de velocidad de la bicicleta 17 y configurado para determinar la energía eléctrica requerida al dispositivo generador dependiendo también de la velocidad de representación de la velocidad de la bicicleta, originada por dicho sensor 17 de velocidad.

Según otra realización posible, el sensor de detección de la velocidad de bicicleta es usado para determinar un término corrector de la energía requerida al dispositivo generador que simula la inercia del vehículo, que, como es conocido, se muestra como fuerza de resistencia en el caso de aceleración del vehículo, o, por el contrario, como fuerza motriz en el caso de deceleración. La energía requerida al dispositivo generador puede por tanto ser corregida con un término de función de la variación de velocidad por unidad de tiempo, tal como sigue: $(v_2 - v_1)(t_2 - t_1)$, donde v y t indican respectivamente la velocidad del vehículo y el instante de tiempo, medida en dos instantes diferentes.

Preferentemente, el término de corrección mencionado anteriormente relacionado con la inercia del vehículo puede ser corregido adicionalmente con un término que es una parte de la energía absorbida por el motor Wmot, tal como

un término αW_{mot} , donde α es un coeficiente menor que 1 que puede ser modificado por el usuario y posiblemente ser igualado a 0.

Según otra realización posible, la bicicleta 1 comprende un sensor 18 para detectar la pendiente del recorrido a lo largo del que se desplaza la bicicleta. Dicho sensor de detección de pendiente del recorrido 18 es adecuado para generar una señal que representa la pendiente del recorrido y está conectado operativamente al módulo para controlar la energía requerida al dispositivo generador W_{gen} . De esta manera, el último puede corregir la energía requerida al dispositivo generador, determinada de la forma en que se ha dicho hasta ahora, con un término añadido que considera el esfuerzo adicional requerido para el uso debido a la pendiente del recorrido. Además, el sensor 18 de detección de pendiente del recorrido puede ser usado para detectar la condición de la pendiente negativa, es decir, de un recorrido cuesta abajo, por la bicicleta, condición con la que es posible recuperar energía cinética. De hecho, en esta circunstancia, el motor no suministra energía sino que actúa como freno. En otras palabras, la energía entra en el sistema. Dicha energía puede ser almacenada, por ejemplo, en el dispositivo de almacenamiento 10. Dicha situación es mostrada en la Figura 2, donde la flecha de trazos muestra exactamente los flujos de energía desde el motor 8 al dispositivo de almacenamiento en dicha circunstancia.

Por ejemplo, en el caso en que la bicicleta se encuentra en un recorrido ascendente, es posible aumentar la energía requerida para el generador, mientras que en un recorrido descendente esta energía puede ser reducida hasta posiblemente ser cancelada.

El usuario realiza la modalidad de recuperación de energía durante un recorrido cuesta abajo descrito anteriormente, preferentemente en presencia de una acción de frenado.

A este respecto, la bicicleta 1 comprende preferentemente al menos un freno mecánico 19, de un tipo conocido de por sí, aplicado sobre una o sobre ambas rueda trasera 5' y rueda delantera 5". Por ejemplo, el freno mecánico 19 puede ser del tipo de palanca, del tipo de disco o del tipo de descarga. El usuario acciona el freno 19 por medio de un mando de frenado como, por ejemplo, un mando 20.

Ventajosamente, la bicicleta 1 comprende un sensor 21 para detectar la intención de frenado del usuario. Por ejemplo, dicho sensor 21 puede estar conectado al mando 20, para detectar el intento de frenado del usuario. Dicho sensor, en esta circunstancia, genera una señal que representa el intento de frenado del usuario que es enviado al sistema de control al cual el sensor 20 está operativamente conectado. De esta forma, el sistema de control dependiendo de la ausencia o presencia de una acción de frenado por parte del usuario, puede actuar adecuadamente sobre la energía del motor W_{mot} (por medio del módulo para controlar la energía del motor) y la energía requerida al dispositivo generador W_{gen} , según se describe a continuación.

Una ventaja adicional de la bicicleta 1 es que comprende un sensor 22 para detectar la velocidad del conjunto de pedaleo 6 adecuado para generar una señal que representa la velocidad de pedaleo a ser enviada al sistema de control, en particular al módulo para controlar el motor eléctrico y el módulo para controlar la energía requerida al dispositivo generador. Por ejemplo, el sensor 22 puede comprender un sensor de posición/velocidad angular tal como, por ejemplo, un sensor de velocidad del tipo inductivo, o un sensor digital tal como un codificador de taquímetro.

En la Figura 7 se muestra esquemáticamente una lógica de control posible basada en la intención de frenado del usuario y en la velocidad de pedaleo.

Entrando en detalles de lo que se muestra en la Figura 7, en ausencia de un comando de frenado por parte del usuario (Frenos = no) pueden ocurrir dos situaciones diferentes:

1) El usuario pedalea con una velocidad positiva ($v_{ped} > 0$), es decir, pedalea en una dirección en la que en una bicicleta convencional la transmisión mecánica causa el avance de la bicicleta;

2) El usuario no pedalea (la velocidad de pedaleo es igual a 0, $v_{ped} = 0$), o pedalea hacia atrás (velocidad de pedaleo negativa, $v_{ped} = 0$).

La situación 1) corresponde a la condición de movimiento de avance de la bicicleta. Por tanto, el sistema de control determina la energía del motor W_{mot} y la energía requerida al dispositivo generador W_{gen} en las formas ya descritas.

En el caso 2), en cambio, dado que el usuario no pedalea, o pedalea hacia atrás, la energía de tracción de la bicicleta cesa, y así tanto la energía requerida al dispositivo generador W_{gen} como la energía del motor W_{mot} son mantenidas a cero. Alternativamente, la energía del motor W_{mot} puede ser mantenida negativa, es decir, puede asegurar que el motor actúa como freno.

En el caso en que se activa el comando de frenado (Frenos = sí), el motor eléctrico es utilizado como freno. En otras palabras, el flujo de energía es entrante y puede ser usado, por ejemplo, para recargar el dispositivo de almacenamiento. Dependiendo del tipo del motor eléctrico utilizado, el motor en sí puede funcionar como generador para proporcionar energía al dispositivo de almacenamiento o alternativamente puede ser usado como un generador

eléctrico adicional. La energía requerida al dispositivo generador Wgen se mantiene preferentemente en este caso a un nivel predeterminado mínimo Wgen*, de manera que el usuario nota todavía una resistencia mínima al pedal.

La recuperación de energía mencionada anteriormente puede ser realizada incluso en ausencia del frenado cuando el sensor 18 para detectar la pendiente detecta que la bicicleta se mueve cuesta abajo.

- 5 Ventajosamente, la bicicleta 1 comprende un sensor 24 para detectar la intención del usuario de operar la bicicleta. Dicho sensor 24 está conectado operativamente al sistema de control, en particular al módulo para controlar el motor eléctrico y al módulo para controlar la energía requerida al dispositivo generador, y es adecuado para enviarles una señal que representa la intención del usuario de operar la bicicleta. La señal es interpretada por el sistema de control como la intención del usuario de poner en movimiento la bicicleta y, por tanto, como una señal de inicio del control del motor y de la energía del dispositivo generador. En ausencia de esta señal de inicio, la bicicleta no comienza a moverse.

- 15 El sensor 24 para detectar la intención del usuario de operar la bicicleta puede tener diversas formas y disposiciones. Por ejemplo, puede coincidir con el sensor 22 para detectar la velocidad de pedaleo. Alternativamente, puede comprender un sensor 22 para detectar la fuerza de pedaleo aplicada al conjunto de pedaleo 6 por el usuario, como un sensor de par, o un sensor de fuerza, o sensores de presión dispuestos en los pedales 7, o indicadores de deformación para medir la flexión de los pedales 7. Alternativamente, la fuerza de pedaleo puede ser obtenida de la medición eléctrica realizada en el motor eléctrico 8, del que se conocen sus características. Alternativamente, el sensor 24 para detectar la intención del usuario de operar la bicicleta puede ser un sensor independiente de los otros, como, por ejemplo, un sensor de movimiento (tal como un acelerómetro) o un sensor de fuerza o un sensor de presión, dispuesto por ejemplo en el manillar 4. Alternativamente, el sensor 23 puede ser un botón de inicio, por ejemplo.

Con referencia a las Figuras adjuntas, se describe a continuación un método para controlar la bicicleta de pedaleo asistido según la invención.

- 25 En la descripción siguiente se supone que el dispositivo de almacenamiento 10 está completamente cargado o que, sin embargo, tiene una carga suficiente para que la bicicleta pueda recorrer una cierta distancia. Si la carga no es suficiente, es posible recargar el dispositivo de almacenamiento, que preferentemente puede ser conectado a fuentes de energía exteriores, como tomas de corriente, baterías externas o similares.

- 30 Preferentemente, el método requiere que antes de empezar a desplazarse con la bicicleta, el usuario configure los modos según los que quiere que la bicicleta se mueva. Con este propósito, el método puede comprender los pasos preliminares de:

Establecer la distancia para viajar d*; y/o

Establecer la ley de movimiento deseada: por ejemplo, el usuario puede elegir que la bicicleta mantenga una velocidad constante; alternativamente, es posible configurar una energía del motor deseada o posiblemente la corriente a ser enviada al propio motor.

- 35 Con el fin de hacer posible las operaciones preliminares mencionadas anteriormente al iniciar el movimiento, la bicicleta 1 puede comprender un panel de control (no mostrado en las Figuras) preferentemente provisto de una pantalla. Por ejemplo, es posible proporcionar una pantalla del tipo táctil, por lo que también es posible proporcionar comandos al sistema de control.

- 40 Preferentemente, la bicicleta 1 no empieza a moverse si el sistema de control no detecta la señal que representa la intención del usuario de operar la bicicleta, previamente definida y originada por el sensor 24. Con este propósito, el método comprende un paso para detectar la presencia o ausencia de tal señal que representa la intención del usuario de operar la bicicleta al comienzo de la operación con la bicicleta. Dependiendo de si esta señal es detectada o no, se tiene que:

- 45 Si la señal es detectada se inicia el método de control, en particular el control de la energía requerida al dispositivo generador (Wgen) y de la energía requerida para el motor (Wmot);

Por el contrario, si la señal no es detectada, la energía requerida al dispositivo generador Wgen y la energía requerida al dispositivo generador son mantenidas a cero y, por tanto, la bicicleta no puede ser puesta en marcha. Alternativamente, la energía requerida al dispositivo generador puede ser mantenida igual a un valor mínimo predeterminado Wgen*, para garantizar una resistencia mínima al pedal.

- 50 Una vez que el sistema de control recibe la señal que representa la intención de operar la bicicleta, se inicia el método de control.

Considerando inicialmente la situación en la que el usuario pedalea hacia adelante, es decir, imparte una velocidad de pedaleo positiva y no usa los frenos, el método implica los pasos siguientes de:

Detectar la señal que representa los latidos del corazón originada por el sensor de latidos del corazón;

Determinar la energía requerida al dispositivo generador Wgen dependiendo de la señal que representa los latidos del corazón;

5 Enviar al dispositivo generador una señal de control que representa la energía requerida al dispositivo generador (Wgen).

Las modalidades con las que se puede determinar la energía requerida al dispositivo generador han sido expuestas previamente y se basan en la detección de los latidos del corazón del usuario.

En particular, según una realización posible, la determinación de la energía requerida al dispositivo generador comprende los pasos siguientes de:

10 Comparar el perfil de latidos del corazón predeterminado con el perfil de latidos detectado por el sensor de latidos;

Hacer un control de bucle cerrado del error entre el perfil de latidos del corazón predeterminado y el perfil de latidos detectado por el sensor de latidos;

Enviar al dispositivo generador 9 una señal de control que representa la energía requerida al dispositivo generador Wgen.

15 El control de bucle cerrado descrito previamente según se ha mencionado anteriormente, puede ser realizado por los controladores P, PD, PI, PID u otros controladores, como, por ejemplo, los controladores de lógica difusa.

Preferentemente, la determinación de la energía requerida al dispositivo generador comprende un paso de mantener la energía eléctrica requerida al dispositivo generador (Wgen) por debajo de un valor de energía máximo predeterminado. El filtro mencionado anteriormente del módulo para controlar la energía requerida al dispositivo generador puede realizar este paso. De esta manera, es posible evitar los picos de la energía requerida al dispositivo generador y, por tanto, también los picos de esfuerzo del usuario.

La energía requerida al dispositivo generador determinada en las modalidades mencionadas anteriormente, basada en la monitorización de latidos del corazón, puede ser corregida de varias maneras.

25 Según una realización posible, el paso de determinar la energía requerida al dispositivo generador comprende los pasos siguientes de:

Detectar una señal que representa la cantidad de energía disponible en el dispositivo de almacenamiento, por ejemplo, de la carga de las baterías;

30 Determinar la distancia recorrida por la bicicleta en comparación con una distancia máxima preestablecida a ser recorrida por la bicicleta. Dicha determinación puede ser realizada, por ejemplo, por medio del sensor 25 mencionado anteriormente para detectar el desplazamiento de la bicicleta;

Comparar la cantidad de energía disponible en el dispositivo de almacenamiento con un perfil predeterminado de la cantidad de energía disponible dependiendo de la distancia recorrida por la bicicleta y de la distancia máxima preestablecida. Estos pasos han sido descritos haciendo referencia a la Figura 5;

35 Corregir la energía requerida al dispositivo generador Wgen de tal manera que la cantidad de energía acumulada en el dispositivo de almacenamiento se corresponda sustancialmente con la cantidad de energía disponible predeterminada manteniéndose dentro de un límite superior e inferior respectivamente por encima y por debajo del perfil predeterminado de la cantidad de energía disponible.

Según otra realización posible, la determinación de la energía requerida al dispositivo generador comprende también los pasos siguientes de:

40 Detectar una señal que representa la velocidad de la bicicleta;

Corregir la energía eléctrica requerida al dispositivo generador basándose en una señal que representa la velocidad de la bicicleta.

45 Esta situación se describió anteriormente con referencia a la Figura 6. Estos pasos del método tienen la función de simular la resistencia aerodinámica de la bicicleta, para lo que es posible, como ya se ha dicho, corregir la energía requerida al dispositivo generador con un término proporcional a la velocidad detectada de la bicicleta para que cuadre.

La velocidad de la bicicleta puede ser usada también para conectar además la energía requerida al dispositivo generador en función de la inercia de la bicicleta. En particular, es posible, como ya se ha dicho, corregir la energía requerida al dispositivo generador con un término proporcional a las variaciones de velocidad entre dos instantes sucesivos.

Según una realización posible, la energía requerida al dispositivo generador puede ser corregida también con un término que es una fracción de la energía del motor. Con este propósito, el paso de determinar la energía requerida al dispositivo generador puede comprender los pasos siguientes de:

Detectar la energía necesaria para el motor W_{mot} ;

- 5 Corregir la energía requerida al dispositivo generador con un término αW_{mot} , que es una fracción de la energía detectada requerida para el motor.

Según otra realización posible, la determinación de la energía requerida al dispositivo generador comprende también un paso de detección de una señal que representa la pendiente del recorrido a lo largo del que se mueve la bicicleta (en particular por medio del sensor para detectar la pendiente del recorrido 18, y un paso de corregir la energía requerida al dispositivo generador (W_{gen}) basándose en dicha señal que representa la pendiente del recorrido. Por ejemplo, en presencia de una colina, la energía requerida al dispositivo generador puede ser aumentada, mientras que en el caso de una cuesta abajo, la energía requerida al dispositivo generador puede ser disminuida hasta que sea posiblemente cancelada.

- 10

Lo que se ha dicho hasta ahora se refiere al control de la energía requerida al dispositivo generador. La energía requerida para el motor es controlada, en cambio, en función de la ley del movimiento establecida por el usuario.

- 15

El método según la invención proporciona la posibilidad de gestionar los flujos de energía entre el dispositivo generador, el motor eléctrico y el dispositivo de almacenamiento dependiendo de las circunstancias.

En particular, ventajosamente, el método de control comprende los pasos siguientes de:

- 20 Detectar una energía requerida para el motor eléctrico W_{mot} de tal manera que la bicicleta se mueve según la ley de movimiento predeterminada, por ejemplo, establecida por el usuario, en términos de velocidad, energía o corriente del motor;

Comparar la energía así determinada requerida para el motor eléctrico W_{mot} y la energía requerida al dispositivo generador W_{gen} calculado de la manera previamente dicha.

- 25 Dependiendo del resultado de la comparación entre estas dos energías, el método proporciona un paso para controlar el dispositivo generador y el dispositivo de almacenamiento de las siguientes maneras:

Si la energía requerida para el motor W_{mot} es igual a la energía requerida al dispositivo generador W_{gen} , la energía requerida al dispositivo generador es suministrada en su totalidad al motor eléctrico;

Si la energía requerida para el motor W_{mot} es mayor que la energía requerida al dispositivo generador W_{gen} , la energía requerida al dispositivo generador es suministrada en su totalidad al motor eléctrico y la porción de la energía que falta es suministrada al motor eléctrico por el dispositivo de almacenamiento;

- 30

Si la energía requerida para el motor W_{mot} es menor que la energía requerida al dispositivo generador (W_{gen}), la porción de la energía requerida al dispositivo generador igual a la energía requerida para el motor, es suministrada al motor eléctrico y la porción de la energía requerida al dispositivo generador en exceso es suministrada al dispositivo de almacenamiento.

- 35 De esta manera se garantiza que si la energía introducida es mayor que la necesaria para la operación de la bicicleta, el exceso de energía es almacenado en el dispositivo de almacenamiento. Se garantiza también que si la energía introducida por el usuario es por el contrario insuficiente, la energía que falta es suministrada al motor por el dispositivo de almacenamiento. Por supuesto, esto es sólo posible siempre que el dispositivo de almacenamiento tenga una vida remanente de la batería.

Lo que se ha dicho hasta ahora, es válido cuando el usuario pedalea con una velocidad de pedaleo positiva y en ausencia de frenado. Para distinguir las modalidades de pedaleo elegidas por el usuario, el método comprende un paso de detección de la señal que representa la velocidad del conjunto de pedaleo, en particular por el sensor de velocidad de pedaleo 22. Si la velocidad detectada es positiva, la energía requerida al dispositivo generador W_{gen} y la energía requerida para el motor W_{mot} se determinan según lo que se ha dicho hasta ahora. Si, en cambio, la velocidad del conjunto de pedaleo detectada es negativa o nula, la energía requerida al dispositivo generador W_{gen} y la energía requerida para el motor W_{mot} se mantienen nulas. En otras palabras, si el usuario deja de pedalear, el impulso del motor se agota y, por tanto, la bicicleta se detiene (si no va cuesta abajo). Alternativamente, la energía requerida para el motor W_{mot} se mantiene negativa.

- 40
- 45

Finalmente, para distinguir entre las condiciones de frenado y de ausencia de frenado, el método según la invención comprende un paso de detección de la presencia o ausencia de la señal que representa el intento de frenado de la bicicleta, en particular por medio de la señal proporcionada por el sensor de detención del usuario 21.

- 50

En ausencia de dicha señal, la energía requerida al dispositivo generador W_{gen} y la energía requerida para el motor W_{mot} son determinadas según las formas indicadas hasta ahora.

Si en cambio se detecta la señal que representa el intento de frenado del usuario, el motor eléctrico actúa como un generador y su energía eléctrica, que en este caso es una energía de resistencia, es suministrada al dispositivo de almacenamiento, que por tanto se recarga. La energía requerida al dispositivo generador Wgen en este caso se mantiene preferentemente igual a un valor predeterminado de la energía requerida al dispositivo generador Wgen*, para asegurar en cualquier caso una resistencia al pedaleo, aunque sea mínima.

5 El método de control según se ha descrito continúa hasta que se recorre la distancia deseada d^* o hasta que el dispositivo de almacenamiento no está completamente descargado. Alternativamente, el método de control, como resultará evidente, se detiene cuando el usuario deja de pedalear, cuya condición es detectada por el sensor para detectar la velocidad de pedaleo 22.

10 Debe observarse que, en la presente descripción y en las reivindicaciones adjuntas, el sistema de control, así como los elementos indicados con la expresión "módulo", pueden ser realizados mediante dispositivos de hardware (por ejemplo, unidades de control), mediante software o mediante una combinación de hardware y software.

A partir de la descripción proporcionada anteriormente, los expertos en la materia apreciarán cómo la bicicleta de pedaleo asistido, así como su método de control según la invención, hacen posible mantener controlado el esfuerzo del usuario durante el pedaleo. De hecho, basándose en la detección de los latidos del corazón del usuario, el esfuerzo que el usuario debe realizar al actuar sobre la energía requerida al dispositivo generador, disminuye o aumenta. El método de control permite también simular la condición de resistencia que debería encontrarse en una bicicleta normal, pero manteniendo controlados los latidos del corazón del usuario.

15 La bicicleta así configurada es estructuralmente simple porque no tiene los elementos mecánicos que están normalmente presentes en las bicicletas estándar.

Además, el sistema y el método de control descritos permiten realizar flujos de energía optimizados con el propósito de ahorrar energía, gracias a lo cual el tamaño del dispositivo de almacenamiento, en particular de las baterías, puede ser moderado.

20 Además, los flujos de energía optimizados permiten reducir la frecuencia con la que se debe recargar el dispositivo de almacenamiento en lugar de lo que sucede en la bicicleta de pedaleo asistido según la nota técnica.

A la descripción dada anteriormente de la bicicleta de pedaleo asistido y de su método de control, las personas expertas en la materia, que deseen satisfacer un requisito específico contingente, pueden hacer numerosas adiciones, modificaciones o sustituciones de elementos con otros elementos funcionalmente equivalentes, sin apartarse, sin embargo, del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

30

REIVINDICACIONES

1. Bicicleta de pedaleo asistido (1) comprendiendo:
una primera rueda (5') y una segunda rueda (5''),
al menos un freno mecánico (19) aplicado a una de la primera rueda (5') y la segunda rueda (5'') y un mando de frenado (20) para accionar dicho freno mecánico;
un conjunto de pedaleo (6) desacoplado mecánicamente de dichas primera rueda (5') y segunda rueda (5''), mediante el que un usuario puede suministrar una energía de pedaleo (Wped),
un motor eléctrico (8) acoplado mecánicamente al menos a una de dichas primera rueda (5') y segunda rueda (5'') que puede absorber una energía del motor (Wmot),
10 un dispositivo generador (9) adaptado para generar una energía eléctrica de un dispositivo generador (Wgen) a partir de dicha energía de pedaleo (Wped), dispuesto en una relación de intercambio de energía con el conjunto de pedaleo (6) y el motor eléctrico (8);
un dispositivo de almacenamiento de energía (10) dispuesto en una relación de intercambio de energía con dicho motor eléctrico (8) y con el dispositivo generador (9),
15 un sistema de control (11) comprendiendo un módulo para controlar la energía requerida al dispositivo generador (Wgen) a ser suministrada al motor eléctrico (8) y/o al dispositivo de almacenamiento (10), caracterizado por que comprende un sensor de latidos del corazón (26) adaptado para generar una señal que representa los latidos del corazón y un sensor (21) para detectar el intento de frenado del usuario, asociado al mando de frenado (20), adaptado para generar una señal que representa un intento de frenado del usuario, y estando dicho sistema de control conectado operativamente al sensor de detección de intención de frenado (21) y estando configurado para
20 determinar la energía requerida al dispositivo generador (Wgen) en función también de dicha señal de representación de intención de frenado, y por que dicho módulo para controlar la energía eléctrica requerida al dispositivo generador (Wgen) está conectado operativamente al sensor de latidos (26) y está configurado para:
determinar la energía eléctrica requerida al dispositivo generador (Wgen) en función de dicha señal que representa los latidos del corazón en ausencia de dicha señal que representa el intento de frenado de la bicicleta;
25 mantener la energía eléctrica requerida al dispositivo generador (Wgen) igual a un valor mínimo predeterminado (Wgen*) en presencia de dicha señal que representa el intento de frenado de la bicicleta, de manera que el usuario note una resistencia mínima al pedal.
2. Bicicleta de pedaleo asistido (1) según la reivindicación precedente, en donde dicho sistema de control comprende un módulo para controlar el motor eléctrico (8) para que la bicicleta (1) se mueva según las leyes de movimiento predeterminadas, estando dicho sistema de control configurado además para comparar la energía requerida por el motor eléctrico (Wmot) y la energía requerida al dispositivo generador (Wgen) y para accionar el dispositivo generador (9) y el dispositivo de almacenamiento (10) para que:
30 si la energía requerida por el motor (Wmot) es igual a la energía requerida al dispositivo generador (Wgen), la energía requerida al dispositivo generador (Wgen) es suministrada en su totalidad al motor eléctrico (8);
35 si la energía requerida por el motor (Wmot) es mayor que la energía requerida al dispositivo generador (Wgen), la energía requerida al dispositivo generador (Wgen) es suministrada en su totalidad al motor eléctrico (8) y la porción de la energía que falta es suministrada al motor eléctrico (8) por el dispositivo de almacenamiento (10);
40 si la energía requerida por el motor (Wmot) es menor que la energía requerida al dispositivo generador (Wgen), la porción de la energía requerida al dispositivo generador (Wgen) igual a la energía requerida por el motor (Wmot) es suministrada al motor eléctrico (8), y la porción de la energía en exceso requerida al dispositivo generador (Wgen) es suministrada al dispositivo de almacenamiento (10).
3. Bicicleta de pedaleo asistido (1) según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde dicho módulo para controlar el dispositivo generador de energía requerida está configurado para determinar la energía eléctrica requerida al dispositivo generador (Wgen) realizando una comparación entre una pauta de latidos del corazón predeterminada y la pauta de latidos del corazón detectada por dicho sensor de latidos del corazón (26), y realizando un control de bucle cerrado del error entre dicha pauta predeterminada de latidos del corazón y dicha
45 pauta de latidos del corazón detectado por dicho sensor de latidos del corazón.
4. Bicicleta de pedaleo asistido (1) según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde dicho módulo para controlar la energía requerida al dispositivo generador (Wgen) comprende uno o más filtros adaptados para mantener la energía eléctrica requerida al dispositivo generador (Wgen) por debajo de un valor predeterminado de la energía máxima (Wgen max).
50

5. Bicicleta de pedaleo asistido (1) según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde dicho sistema de control comprende un módulo para determinar la cantidad de energía disponible (SOC) en el dispositivo de almacenamiento (10) y un sensor (25) para detectar la distancia recorrida por la bicicleta, operativamente conectado al módulo para controlar la energía requerida al dispositivo generador, en donde dicho módulo para controlar la energía requerida al dispositivo generador está configurado para determinar la energía eléctrica requerida al dispositivo generador (W_{gen}) en función también de la cantidad de energía disponible (SOC) en dicho dispositivo de almacenamiento (10) y de la distancia recorrida por la bicicleta respecto a una distancia máxima preestablecida (d^*).
6. Bicicleta de pedaleo asistido (1) según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, comprendiendo un sensor (17) para detectar la velocidad de la bicicleta adaptado para generar una señal que representa la velocidad de la bicicleta, estando dicho módulo para controlar el dispositivo generador de energía requerida operativamente conectado a dicho sensor de detección de la velocidad de la bicicleta (17) y configurado para determinar la energía eléctrica requerida al dispositivo generador (W_{gen}) en función también de dicha señal que representa la velocidad de la bicicleta.
7. Bicicleta de pedaleo asistido (1) según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, comprendiendo un sensor (18) para detectar la pendiente del recorrido a lo largo del que la bicicleta se está desplazando, adaptado para generar una señal que representa la pendiente del recorrido, estando dicho módulo para controlar la energía requerida al dispositivo generador operativamente conectado al sensor de detección de la pendiente del recorrido (18) y estando configurado para determinar la energía eléctrica requerida al dispositivo generador (W_{gen}) en función también de dicha señal que representa la pendiente del recorrido.
8. Bicicleta de pedaleo asistido (1) según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, estando configurado dicho sistema de control para determinar la energía requerida por el motor eléctrico (W_{mot}) en función también de dicha señal que representa el intento de frenado.
9. Bicicleta de pedaleo asistido (1) según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, comprendiendo un sensor (22) para detectar la velocidad del conjunto de pedaleo (6), adaptado para generar una señal que representa la velocidad de pedaleo, estando dicho sistema de control conectado operativamente al sensor de detección de la velocidad del conjunto de pedaleo (22) y estando configurado para determinar la energía eléctrica requerida al dispositivo generador (W_{gen}) y/o la energía requerida por el motor eléctrico (W_{mot}) en función también de dicha señal que representa la velocidad de pedaleo.
10. Bicicleta de pedaleo asistido (1) según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, comprendiendo un sensor (24) para detectar la intención del usuario de operar la bicicleta, adaptado para generar una señal que representa la intención de operar la bicicleta, estando dicho sistema de control operativamente conectado al sensor (24) para detectar la intención del usuario de operar la bicicleta y estando configurado para determinar la energía eléctrica requerida al dispositivo generador (W_{gen}) y/o la energía requerida por el motor eléctrico (W_{mot}) en función de dicha señal que representa la intención de operar la bicicleta.
11. Bicicleta de pedaleo asistido (1) según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde dicho motor eléctrico (8) está adaptado para funcionar como un generador eléctrico para recuperar energía cinética durante el frenado de la bicicleta y/o cuando la bicicleta se desplaza a lo largo de un recorrido cuesta abajo y para suministrarla al dispositivo de almacenamiento (10).
12. Método para controlar una bicicleta de pedaleo asistido (1) comprendiendo una primera rueda (5') y una segunda rueda (5''); al menos un freno mecánico (19) aplicado a una de la primera rueda (5') y la segunda rueda (5'') y un mando de frenado (20) para accionar dicho freno mecánico; un conjunto de pedaleo (6) desacoplado mecánicamente de dichas primera rueda (5') y segunda rueda (5'') con las que el usuario puede suministrar una energía de pedaleo (W_{ped}); un motor eléctrico (8) acoplado mecánicamente al menos a una de dichas primera rueda (5') y segunda rueda (5'') que puede absorber una energía motriz (W_{mot}); un dispositivo generador (9) adaptado para generar una energía eléctrica requerida al dispositivo generador (W_{gen}) a partir de dicha energía de pedaleo (W_{ped}), dispuesto en una relación de intercambio de energía con el conjunto de pedaleo (6) y el motor eléctrico (8); un dispositivo de almacenamiento de energía (10) dispuesto en una relación de intercambio de energía con dichos motor eléctrico (8) y dispositivo generador (9); un sensor de latidos (26) adaptado para generar una señal que representa los latidos del corazón, un sensor (21) para detectar el intento de frenado del usuario, asociado al mando de frenado (20), adaptado para generar una señal que representa un intento de frenado del usuario, comprendiendo dicho método los pasos de:
detectar la señal que representa los latidos del corazón;
detectar la presencia o ausencia de una señal que representa el intento de frenado de la bicicleta del usuario;
en ausencia de dicha señal que representa el intento de frenado de la bicicleta:
determinar la energía requerida al dispositivo generador (W_{gen}) en función de dicha señal que representa los latidos del corazón;

suministrar al dispositivo generador (9) una señal de comando que representa la energía requerida al dispositivo generador (W_{gen});

5 en presencia de dicha señal que representa el intento de frenado de la bicicleta, se mantiene la energía eléctrica requerida al dispositivo generador (W_{gen}) igual a un valor predeterminado mínimo (W_{gen}^*), de manera que el usuario nota una resistencia mínima al pedal.

13. Método según la reivindicación 12, comprendiendo además los pasos de:

determinar una energía requerida por el motor eléctrico (W_{mot}) de manera que la bicicleta (1) se mueve según una ley de movimiento predeterminada;

10 comparar dicha energía requerida por el motor eléctrico (W_{mot}) y la energía requerida al dispositivo generador (W_{gen});

accionar el dispositivo generador (9) y el dispositivo de almacenamiento (10) para que:

si la energía requerida por el motor (W_{mot}) es igual a la energía requerida al dispositivo generador (W_{gen}), la energía requerida al dispositivo generador (W_{gen}) es suministrada en su totalidad al motor eléctrico (8);

15 si la energía requerida por el motor (W_{mot}) es mayor que la energía requerida al dispositivo generador (W_{gen}), la energía requerida al dispositivo generador es suministrada en su totalidad al motor eléctrico (8) y la porción de la energía que falta es suministrada al motor eléctrico (8) por el dispositivo de almacenamiento (10);

20 si la energía requerida por el motor (W_{mot}) es menor que la energía requerida al dispositivo generador (W_{gen}), la porción de la energía requerida al dispositivo generador (9) igual a la energía requerida por el motor es suministrada al motor eléctrico (8), y la porción de la energía en exceso requerida al dispositivo generador es suministrada al dispositivo de almacenamiento (10).

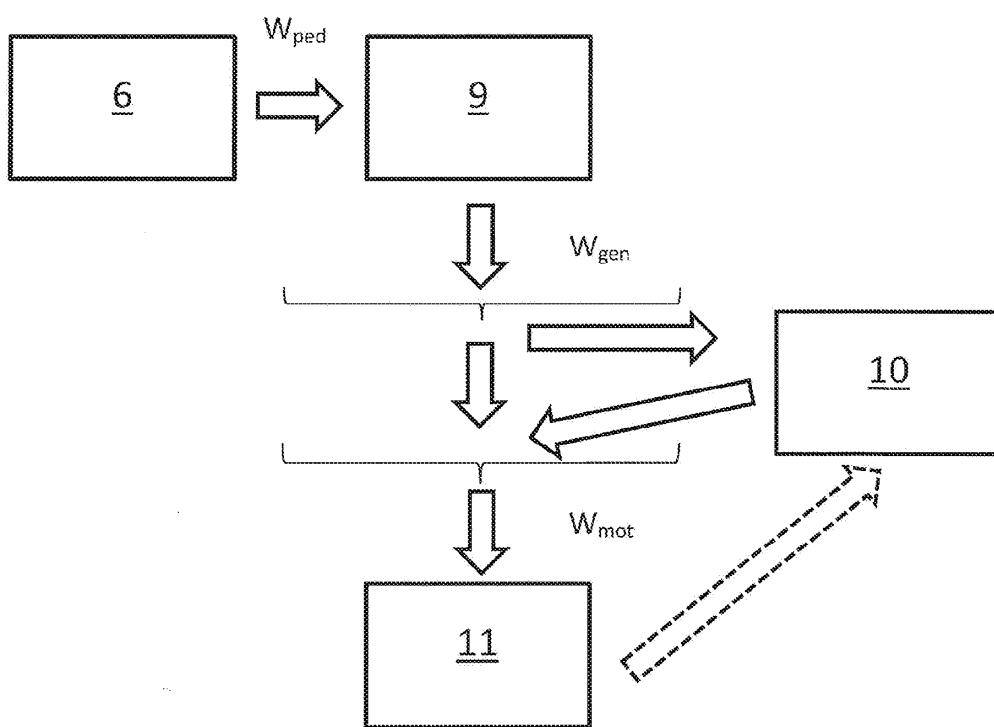
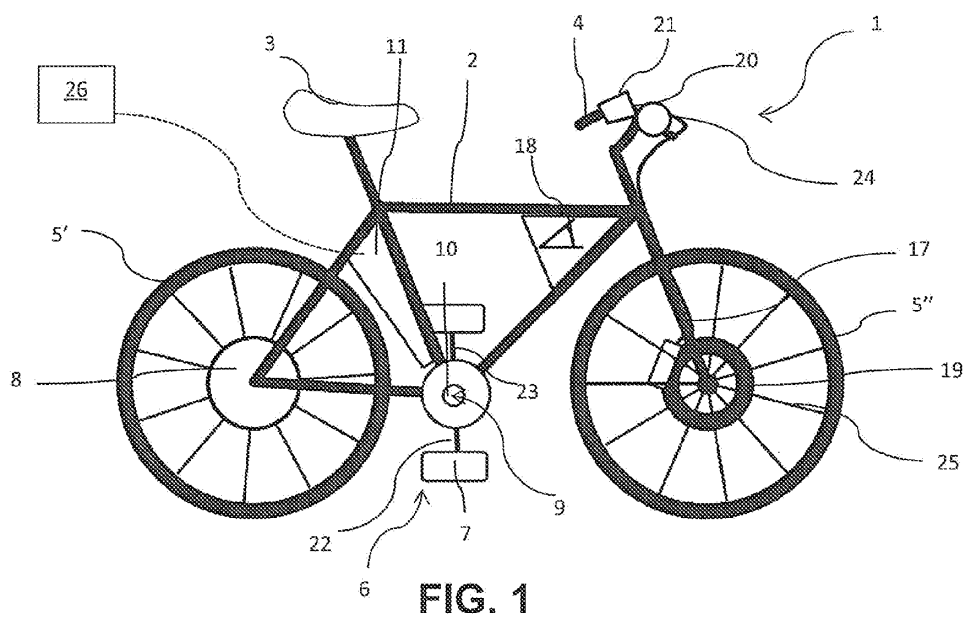
14. Método según la reivindicación 12 o 13, en donde dicho paso de determinar la energía requerida al dispositivo generador (W_{gen}) comprende además los pasos de:

realizar una comparación entre una pauta de latidos del corazón predeterminada y una pauta de latidos del corazón detectada por dicho sensor de latidos del corazón a partir de dicha señal que representa los latidos del corazón;

25 realizar un control de bucle cerrado del error entre dicha pauta de latidos del corazón predeterminada y dicha pauta de latidos del corazón detectada por el sensor de latidos del corazón;

determinar la energía requerida por el dispositivo generador en función de dicho error entre la pauta de latidos del corazón predeterminada y la pauta de latidos del corazón detectada por el sensor de latidos del corazón.

30 15. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 12 - 14, en donde dicho paso de determinar la energía requerida al dispositivo generador (W_{gen}) comprende además un paso de mantener la energía eléctrica requerida al dispositivo generador (W_{gen}) por debajo de un valor de energía máxima predeterminado ($W_{gen\ max}$).



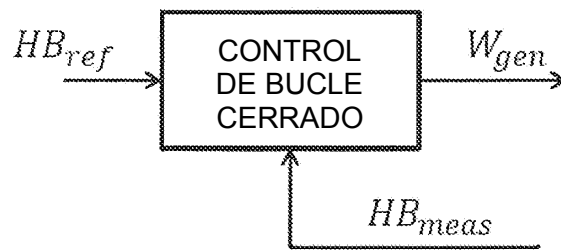


FIG. 3

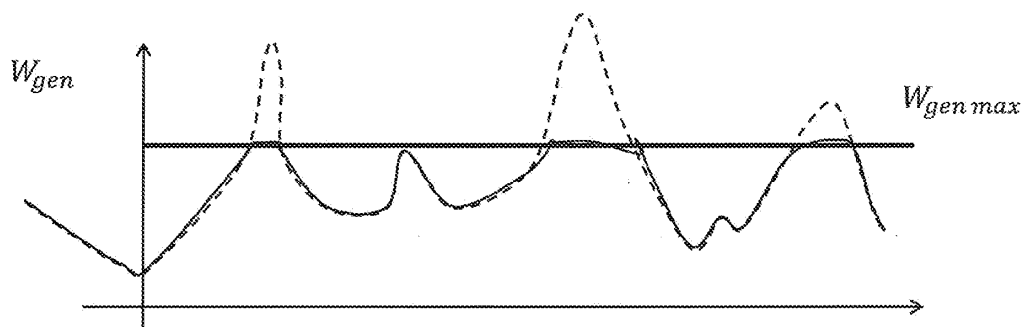


FIG. 4

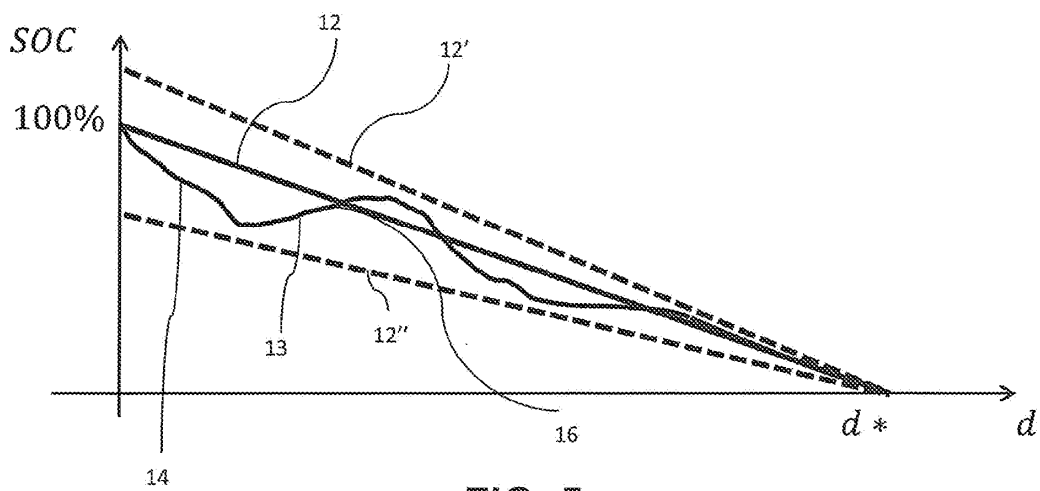


FIG. 5

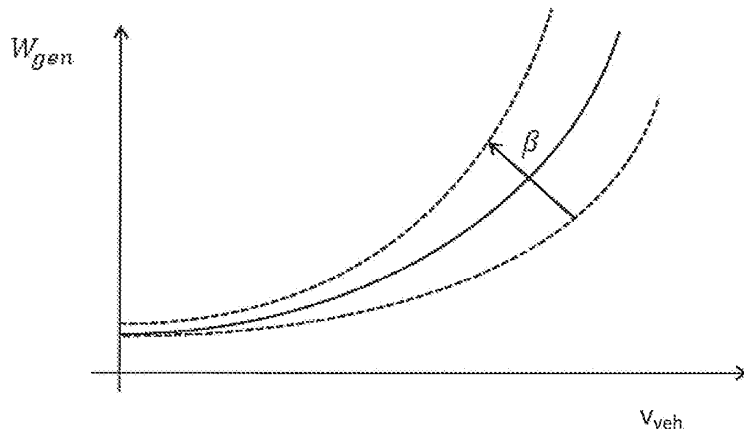


FIG. 6

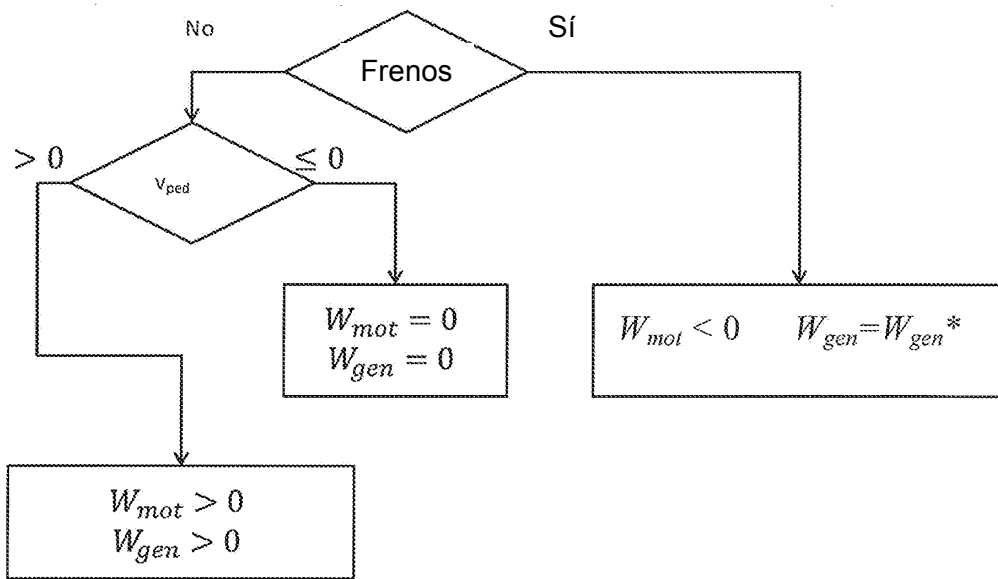


FIG. 7