

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 713 755**

51 Int. Cl.:

B62M 6/25	(2010.01)
B62M 6/60	(2010.01)
B62M 9/06	(2006.01)
B62M 11/14	(2006.01)
H02P 5/00	(2006.01)
H02K 7/116	(2006.01)
B62M 6/45	(2010.01)
B62M 6/50	(2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.07.2016 PCT/GB2016/052355**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **09.02.2017 WO17021715**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.07.2016 E 16747602 (7)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.01.2019 EP 3256374**

54 Título: **Método para operar un ciclo a pedales que tiene una disposición de propulsión electromecánica**

30 Prioridad:

31.07.2015 GB 201513575
27.04.2016 GB 201607341

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
23.05.2019

73 Titular/es:

EBIKE SYSTEMS LIMITED (100.0%)
50 Mark Lane, 4th Floor
London EC3R 7QR, GB

72 Inventor/es:

GONG, LINAN

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 713 755 T3

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

DESCRIPCIÓN

Método para operar un ciclo a pedales que tiene una disposición de propulsión electromecánica

5 Campo de la invención

La presente divulgación se refiere a un método para operar un ciclo a pedales que tiene una disposición de propulsión electromecánica.

10 Antecedentes

Hay varias formas de ciclos a pedales. Una forma de ciclo a pedales, la convencional, es la que solo es propulsada por un ciclista que aplica fuerza a los pedales del ciclo, denominándose a veces estos ciclos "bicicletas de empuje". Otra forma, más reciente, del ciclo a pedales es el ciclo a pedales con asistencia eléctrica (EAPC) en el que se utiliza energía eléctrica para asistir o reemplazar los esfuerzos del ciclista. Tanto los ciclos a pedales convencionales como los EAPC pueden tener dos, tres o cuatro ruedas y, en algunos casos, incluso más. En el presente documento, el término "ciclo a pedales" se utiliza para incluir tanto ciclos a pedales convencionales como EAPC.

15

Tal como se ha mencionado, en un EAPC se utiliza energía eléctrica para asistir o, en algunos casos, para reemplazar los esfuerzos del usuario. Por consiguiente, los EAPC incluyen medios para almacenar energía eléctrica, tales como baterías, y un motor eléctrico dispuesto para propulsar, ya sea en combinación con la fuerza del pedal o para reemplazar la fuerza del pedal. Por lo general, las baterías se pueden recargar conectándolas a un suministro de energía eléctrica, tal como una toma de corriente de una fuente de alimentación; en algunos casos, también recuperando la energía del movimiento del ciclo mediante frenado regenerativo, y en otros casos mediante la generación de electricidad en una configuración híbrida en serie. El principio de frenado regenerativo será familiar para los expertos en este campo de la tecnología.

20

Como resultado, el esfuerzo total generalmente requerido por un ciclista para pedalear un EAPC es menor que para un ciclo convencional.

30 Los EAPC generalmente pertenecen a uno de dos grupos. El primer grupo es aquel en el que el ciclo puede proporcionar asistencia eléctrica a demanda, en cualquier momento, independientemente de que el ciclista esté pedaleando o no. Los ciclos de este grupo se denominan a veces "bicicletas eléctricas", y pueden considerarse como generalmente equivalentes a los ciclomotores eléctricos, aunque generalmente es más fácil el pedaleo. Los ciclos del segundo grupo solo proporcionan asistencia eléctrica cuando el ciclista está pedaleando. Estos se denominan a veces "pedelecs".

35

Actualmente, en la mayoría de los países europeos, incluido el Reino Unido, los pedelecs están efectivamente clasificados legalmente al menos como bicicletas convencionales y, por lo tanto, pueden ser manejados sin permiso de conducir ni seguro, siempre que la asistencia eléctrica cese a una velocidad de 25 km/h. Por lo tanto, existen pocas barreras para poseer y operar un EAPC.

40

En los últimos años, se han realizado avances técnicos en los dispositivos de propulsión electromecánicos y en los dispositivos asociados de almacenamiento y recuperación de energía utilizados en los EAPC. Estos avances han dado lugar a EAPC que pueden ser operados con mayor eficiencia y, por lo tanto, con mayor facilidad por parte del ciclista.

45

Por todas las razones dadas anteriormente, los EAPC están siendo cada vez más populares, particularmente en algunos países europeos.

50

Dado que los pedelecs solo brindan asistencia cuando el ciclista pedalea, es preciso evaluar si ese es el caso. Muchos pedelecs lo logran a través de un sensor de par motor o un sensor de movimiento, tal como un sensor de cadencia. Un sensor de movimiento reconoce cuando giran los pedales del pedelec y enciende el motor en respuesta. Al incorporar un nivel de fuerza mínimo, la instalación de un sensor de par motor puede evitar el arranque accidental del motor debido a un ligero movimiento involuntario de los pedales cuando la bicicleta está parada. En aquellas instalaciones con solo un sensor de movimiento básico, tiene que haber un retraso entre el comienzo de la rotación de los pedales y el inicio del motor. Es decir, el motor solo se inicia una vez que el movimiento ha tenido lugar durante un período de tiempo predeterminado. Como resultado, se produce una demora hasta que el conductor recibe la asistencia tras haberse puesto en movimiento. Esto no solo no asiste al conductor en ese momento, sino que también puede proporcionar una experiencia incómoda o contraria a la intuición cuando el motor por fin arranca.

55

En algunos pedelecs, el motor está ya sea apagado o completamente encendido (o quizás sometido al control manual del usuario para definir el nivel de asistencia deseado). Es decir, no existe relación entre el pedaleo del ciclista y el nivel de asistencia proporcionado una vez que el motor ha arrancado. Sin embargo, en otros ejemplos se intenta introducir tal relación. Por ejemplo, se puede proporcionar un control para hacer que el motor proporcione

65

mayor asistencia cuando el ciclista pedalea a mayor velocidad. Sin embargo, este enlace puede ser en sí mismo contrario a la intuición, ya que la velocidad o la cadencia de pedaleo del ciclista no está directamente relacionada con la potencia de salida de las bicicletas con cambio. En una marcha más baja, una cadencia dada representa una salida de potencia más baja de lo que sería en una marcha más alta. Así, el control de la potencia de salida del motor basándose en la cadencia de los pedales no proporciona un vínculo intuitivo entre el esfuerzo ejercido por el ciclista y la asistencia proporcionada por el motor. Por ejemplo, un ciclista puede lograr una mayor asistencia al cambiar a una velocidad más baja para aumentar la cadencia sin ejercer un mayor esfuerzo.

Los sensores de par motor pueden mejorar la relación entre las acciones del ciclista y la asistencia proporcionada por el motor. Dichos sensores no evalúan la cadencia de los pedales, sino el par motor aplicado y, por lo tanto, reflejan más claramente las intenciones y actividades del ciclista. Esto puede ser beneficioso tanto en el procedimiento de lanzamiento, en el que se puede evitar la iniciación accidental al requerirse la aplicación de un umbral de par motor, como durante la conducción general, en la que se puede mejorar la retroalimentación entre el esfuerzo ejercido por el ciclista y el aporte del motor. Sin embargo, los sensores de par motor pueden ser difíciles de implementar y son significativamente caros. Además, los sensores de par motor suelen limitar la flexibilidad en términos de los tipos de cuadro disponibles para la bicicleta, ya que a menudo no proporcionan una evaluación continua de los niveles de par motor y pueden aumentar el peso de la bicicleta.

En otro enfoque, descrito en la solicitud de patente internacional WO2010/092345, se proporciona un sistema con una máquina eléctrica de entrada y una máquina eléctrica de salida, estando la máquina eléctrica de entrada acoplada a la entrada del pedal y a la rueda propulsada del ciclo a través de un conjunto de engranajes epicicloidales, y la máquina eléctrica de salida se utiliza para asistir a la propulsión del ciclo. La máquina eléctrica de entrada funciona como un generador para alimentar al menos parcialmente la máquina eléctrica de salida como un motor. La corriente en la máquina eléctrica de entrada se controla para garantizar que el par motor aplicado por los pedales sea apropiado para una potencia de entrada deseada establecida por el usuario, teniendo en cuenta las mediciones del ángulo de las bielas de los pedales y la cadencia detectada. De esta manera, la retroalimentación proporcionada por los pedales pretende ofrecer una experiencia consistente. En particular, el control de la corriente en la máquina eléctrica de entrada da como resultado una variación efectiva de la relación de transmisión entre los pedales y la máquina eléctrica en caso de que el ciclista exceda o no alcance los niveles de par motor deseados. De este modo, existe un cambio de marchas automático efectivo que permite al ciclista hacer frente a los cambios de las condiciones.

Si bien este enfoque proporciona algunos beneficios en la experiencia del usuario, durante el proceso de lanzamiento (es decir, cuando la bicicleta arranca desde la inmovilidad), no hay retroalimentación inicial de ninguna de las máquinas eléctricas, ya que no pasa corriente cuando están estacionarias. Por lo tanto, las dificultades para proporcionar un proceso de lanzamiento efectivo son compartidas por los pedelecs que adopten los sensores de movimiento o de cadencia explicados anteriormente. Si bien un sensor de par motor puede ayudar, tales sensores tienen los inconvenientes descritos anteriormente. Además, las implementaciones del sistema descrito en el documento WO2010/092345 han tenido dificultades con la retroalimentación de los pedales; en particular, las variaciones de la retroalimentación proporcionada durante el ciclo de los pedales pueden ser peculiares para los ciclistas que no estén acostumbrados a tal sistema.

El documento US 2015/122565 A1, considerado la técnica anterior más cercana, describe un método para operar una bicicleta eléctrica con un conjunto de engranajes epicicloidales que proporciona una transmisión de relación continuamente variable y con control multiplexado por división de tiempo.

Queda, por lo tanto, un deseo de proporcionar un sistema y un método mejorados para el control de los motores de pedelec, particularmente con referencia a la retroalimentación de los pedales y al procedimiento de lanzamiento de tales dispositivos.

Sumario

En un aspecto, se proporciona un método para operar un ciclo a pedales, teniendo el ciclo a pedales una disposición de propulsión electromecánica que incluye un sistema de transmisión de relación continuamente variable que tiene una entrada que está montada para girar alrededor del eje y una salida conectada para girar con un miembro de buje, comprendiendo el sistema de transmisión un conjunto de engranajes epicicloidales que incluye un engranaje solar engranado con una pluralidad de engranajes planetarios montados para girar alrededor de los respectivos ejes planetarios portados por un portador común que está montado para girar con la entrada alrededor del eje, estando los engranajes planetarios engranados con un engranaje de corona que está conectado para girar con el miembro de buje, estando únicamente el engranaje solar conectado para hacer girar un rotor de una máquina eléctrica, estando las conexiones eléctricas del estator de la máquina eléctrica conectadas a un controlador; incluyendo el método la etapa de:

aplicar a la máquina eléctrica un algoritmo de control multiplexado por división de tiempo, cuyo algoritmo de control multiplexado por división de tiempo alterna entre un primer modo de control, en el que la corriente generada por la máquina eléctrica es monitoreada para inferir el par motor aplicado a las bielas del ciclo y un segundo modo de control en el que la corriente en la máquina eléctrica de entrada es controlada utilizando el par motor inferido.

De acuerdo con estos aspectos, el par motor aplicado por un ciclista a las bielas del ciclo a pedales puede inferirse de la corriente generada por la máquina eléctrica durante la conducción. Por consiguiente, no es necesario que se proporcione un sensor de par motor independiente. Además, durante el segundo modo de control, se controla la corriente en la máquina eléctrica de entrada. Esto controla efectivamente el par motor en la máquina eléctrica de entrada durante el segundo modo de control (ya que es proporcional a la corriente). Cuando la máquina eléctrica de entrada se acopla a las bielas mediante el segundo conjunto de engranajes epicicloidales, el control del par motor en la máquina eléctrica de entrada también controla el par motor en las bielas (los dos son proporcionales), que es el par motor que aplica el ciclista. Así, al controlar la corriente en la máquina eléctrica de entrada se determina el par motor que tiene que aplicar el ciclista para mantener una rotación constante durante el segundo modo de control.

Controlar la corriente de esta manera puede permitir que la disposición "cambie de marcha" automáticamente durante el funcionamiento general. Por ejemplo, si el ciclista presiona los pedales con más fuerza, aplicando un par motor que dé como resultado una corriente en la máquina eléctrica de entrada que exceda la aplicada durante el segundo modo de control, la máquina eléctrica "cede" y por lo tanto acelera. Esto cambia la relación de transmisión del conjunto de engranajes epicicloidales de entrada para, en efecto, cambiar a una marcha inferior. Por lo tanto, cuando aumenta el par motor que aplica el ciclista, la disposición cambia automáticamente a una marcha más baja. Por lo tanto, la disposición cambia automáticamente en condiciones en las que sea necesario, como cuando se sube una cuesta o se acelera rápidamente.

Similarmente, si el ciclista presiona los pedales con menos fuerza y, por lo tanto, aplica un par motor inferior al par motor que corresponde a la corriente de la máquina eléctrica de entrada durante el segundo modo de control, la máquina eléctrica desacelera y ofrece resistencia al movimiento de las bielas por parte del ciclista. Esta desaceleración de la máquina eléctrica de entrada cambia de nuevo la relación de transmisión del segundo conjunto epicicloidal para, en efecto, cambiar a una marcha más alta. Por lo tanto, cuando el par motor que aplica el ciclista cae, la disposición cambia automáticamente a una marcha más alta. Por lo tanto, la disposición cambia automáticamente en condiciones en las que sea necesario, como cuando se va cuesta abajo o se afloja al acercarse a una velocidad constante desde un período de aceleración.

De esta manera, se pueden usar las capacidades de detección de par motor de la segunda máquina eléctrica en ciclos a pedales convencionales y en EAPC para proporcionar una disposición para cambiar automáticamente de marcha mientras el ciclista está montado en el ciclo a pedales.

No se proporciona ninguna máquina eléctrica de salida. Es decir, no hay una máquina eléctrica acoplada a la corona en este aspecto. Como tal, el costo relativo y el peso del ciclo pueden reducirse comparativamente. El método de control del segundo aspecto garantiza que, aunque la corona no esté limitada por un segundo motor, el engranaje solar y los engranajes planetarios permanecen equilibrados.

Además, la capacidad de detectar el par motor a través de la máquina eléctrica de entrada puede ayudar a controlar un proceso de lanzamiento. Es decir, al detectar el par motor, la disposición puede detectar si el ciclista tiene la intención de moverse desde una posición estacionaria. En realizaciones preferidas, el control de la corriente aplicada a la máquina eléctrica de entrada, en respuesta al par motor inferido durante el segundo modo de control, depende de si el ciclo a pedales se encuentra en una rutina de lanzamiento o en una rutina de marcha.

En algunas realizaciones, el método puede comprender adicionalmente la etapa de determinar si la bicicleta y/o las bielas están sustancialmente estacionarias y, en respuesta a ello, cortocircuitar sustancialmente la máquina eléctrica de entrada. Esto puede incluir cortocircuitar dos o las tres fases de la máquina eléctrica de entrada. Adicionalmente, en algunas realizaciones, el método incluye la etapa de cortocircuitar sustancialmente la máquina eléctrica de entrada hasta que la corriente real en la máquina eléctrica de entrada alcance un valor de umbral predeterminado. Este umbral puede ser fijado por software.

Los expertos en la materia apreciarán que el control de corriente de una máquina eléctrica puede realizarse fácilmente con componentes eléctricos existentes. Por lo tanto, las formas de realización del método pueden usarse para proporcionar un control automático de la relación de transmisión en un ciclo a pedales convencional, solo manual, y/o en un EAPC de una manera sencilla y económica. También se debe tener en cuenta que el uso de un conjunto de engranajes epicicloidales, de esta manera, proporciona una transmisión continuamente variable, en lugar del cambio escalonado habitual de los ciclos que a menudo cambian las marchas de manera insatisfactoria bajo cargas pesadas.

El método puede incluir medios de control de operación para operar la máquina eléctrica de entrada como un generador y/o controlar la corriente en la máquina eléctrica de entrada. Los medios de control pueden incluir uno o más controladores de motor y/o uno o más controladores de generador.

Durante el segundo modo de control, y particularmente durante la rutina de marcha, la corriente en la máquina eléctrica de entrada puede ser controlada para mantenerla entre una corriente máxima y una corriente mínima, calculándose las corrientes máxima y mínima utilizando el par motor inferido. La corriente máxima y la corriente mínima pueden tener valores diferentes; o pueden tener el mismo valor. Cuando tienen valores diferentes, esto crea

una banda dentro de la cual puede variar el par motor aplicado por el ciclista sin que la disposición "cambie de marcha", es decir, varíe la relación de transmisión. De esta manera, la disposición imita, al menos en cierto grado, el comportamiento de un ciclo con cambio de marchas convencional y, por lo tanto, puede ser del gusto de algunos ciclistas más acostumbrados a dichos ciclos convencionales. Cuando la corriente máxima y la corriente mínima son iguales, esto hace que la disposición varíe la relación de transmisión cuando el par motor aplicado por el ciclista difiere del correspondiente a la corriente extraída de la máquina eléctrica de entrada durante el segundo modo de control. Esta disposición puede usarse para hacer que el ciclista pedalee con un par motor que esté cerca o coincida con la eficiencia óptima de pedaleo.

El método puede incluir que toda la energía eléctrica generada por la máquina eléctrica de entrada sea suministrada a la máquina eléctrica de salida para operar la máquina eléctrica de salida como un motor.

De esta manera, un ciclo a pedales convencional equipado con la disposición electromecánica puede estar provisto de una disposición para cambiar automáticamente las marchas.

El método puede incluir suministrar energía eléctrica almacenada a la máquina eléctrica de salida, desde un almacén de energía eléctrica, para operar la máquina eléctrica de salida como un motor. El método puede incluir suministrar energía eléctrica almacenada de esta manera para complementar la energía eléctrica generada por la máquina eléctrica de entrada y suministrada a la máquina eléctrica de salida. El método puede incluir recibir una entrada de asistencia que indica que debe suministrarse energía eléctrica almacenada a la máquina eléctrica de salida para complementar la energía eléctrica generada por la máquina eléctrica de entrada y suministrada a la misma; y puede incluir suministrar en consecuencia la energía eléctrica almacenada y en respuesta a la recepción de la entrada de asistencia. El método puede incluir operar los medios de control para suministrar energía eléctrica almacenada de esta manera. De este modo, puede usarse energía eléctrica almacenada para ayudar al ciclista a propulsar el ciclo.

La entrada de asistencia puede recibirse desde medios de entrada de asistencia operables por el ciclista.

La entrada de asistencia puede ser indicativa de uno de una pluralidad de niveles de asistencia seleccionables que pueden proporcionarse al ciclista. La entrada de asistencia puede ser indicativa de un factor por el cual la aportación de energía por el ciclista debe aumentarse con la energía suministrada a la máquina eléctrica de salida por descarga de energía eléctrica almacenada. El método puede incluir descargar la energía eléctrica almacenada y operar con ella la máquina eléctrica de salida, al menos parcialmente, en respuesta a la recepción de la entrada de asistencia.

El método puede incluir operar la máquina eléctrica de entrada y/o la máquina eléctrica de salida como un generador para frenar el ciclo a pedales. La energía eléctrica generada de esta manera puede utilizarse para recargar el almacén de energía eléctrica. El método puede incluir operar una o ambas máquinas eléctricas de manera ineficiente, por ejemplo, cambiando la fase de la corriente y/o el voltaje de la misma para disipar como calor la energía eléctrica generada y, por lo tanto, frenar el ciclo a pedales. El método puede incluir operar de esta manera la máquina eléctrica de entrada y/o la máquina eléctrica de salida como un generador, en respuesta a una señal de un dispositivo de entrada de frenada operable por el ciclista. El dispositivo de entrada de frenada puede ser una palanca de freno. El método puede incluir operar de esta manera la máquina eléctrica de entrada y/o salida en respuesta a la detección de un movimiento de retroceso de las bielas; y, opcionalmente, el movimiento de retroceso de las bielas cuando las bielas estén entre 60 grados y 120 grados respecto a la vertical cuando el ciclo a pedales se encuentre sobre una superficie nivelada.

El ciclo a pedales puede ser, por ejemplo, un ciclo a pedales convencional en el que el ciclista solo proporciona un impulso para aplicar fuerza a los pedales del mismo, estos ciclos se denominan a veces "bicicletas de empuje". El ciclo a pedales puede ser, por ejemplo, un EAPC, tal como, por ejemplo, un pedelec o una bicicleta eléctrica. El ciclo a pedales puede tener una, dos, tres, cuatro o más ruedas. El ciclo a pedales puede ser una bicicleta (incluidas las bicicletas monoplaza y tándem), un triciclo, o posiblemente cualquier forma de ciclo que pueda ser propulsado, al menos en parte, por el pedaleo de un ciclista.

En algunas realizaciones preferidas, la disposición de propulsión eléctrica incluye además un embrague unidireccional, que incluye un miembro propulsor, que está constituido por el soporte común, y un miembro propulsado, que está conectado para girar con los miembros de buje, estando el embrague unidireccional dispuesto para conectar el miembro de buje para que gire con el portador tan pronto como el portador gire más rápido que el miembro de buje. En consecuencia, el buje puede incluir un embrague unidireccional dispuesto para conectar el miembro de buje para que gire con el portador si el portador intenta girar más rápido que el miembro de buje, lo que en la práctica se produce tan pronto como se aplica un par motor sustancial a la entrada. Esto significa que, si el buje está montado en una bicicleta, tan pronto como el ciclista aplique una presión significativa sobre los pedales, aplicando un par motor a la entrada del sistema de transmisión, el embrague unidireccional se acopla y, por lo tanto, conecta el portador al miembro de buje. Esto hace que la entrada se conecte inmediatamente para girar con el miembro de buje y, por lo tanto, la fuerza propulsora ejercida por el ciclista se transmita inmediatamente al miembro de buje y, por lo tanto, a la rueda de la bicicleta. Esto reduce la posibilidad de que la biela del pedal gire inicialmente

con una resistencia muy reducida antes de enganchar por completo, fenómeno que resulta inconveniente y desconcertante para el ciclista, especialmente durante el lanzamiento.

En realizaciones preferidas, la disposición de propulsión eléctrica incluye además un embrague activo, comprendiendo además el método controlar el embrague activo para operar selectivamente la máquina eléctrica como un generador. De esta manera, incluso cuando no exista la máquina eléctrica de salida, se puede aplicar un frenado regenerativo para recargar la batería. De acuerdo con un aspecto adicional de la divulgación, se proporciona un ciclo a pedales dispuesto para llevar a cabo un método tal como el definido anteriormente en el presente documento.

También se puede apreciar que los aspectos de la divulgación pueden implementarse utilizando un código de programa informático. De hecho, de acuerdo con un aspecto adicional de la presente divulgación, se proporciona por lo tanto un producto de programa informático que comprende instrucciones ejecutables por ordenador para llevar a cabo el método del primer aspecto. El producto de programa informático puede ser un medio de almacenamiento físico/tangible. Por ejemplo, el medio de almacenamiento puede ser una memoria de solo lectura (ROM) u otro chip de memoria. Alternativamente, puede ser un disco, tal como un disco digital versátil (DVD-ROM) o un disco compacto (CD-ROM) u otro soporte de datos. También podría ser una señal tal como una señal electrónica a través de cables, una señal óptica o una señal de radio tal como a un satélite o similar. La divulgación también se extiende a un procesador que ejecute el software o el código, por ejemplo, un ordenador configurado para llevar a cabo el método anteriormente descrito.

Breve descripción de los dibujos

A continuación, se describirán realizaciones específicas únicamente a modo de ejemplo y con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La Figura 1 muestra un ciclo a pedales;

La Figura 2A muestra una vista en sección axial de la mitad superior de un buje de bicicleta según una primera realización;

La Figura 2B muestra una vista de un embrague unidireccional, visto desde la derecha de la Figura 2A, por encima de una vista en sección axial del embrague unidireccional; y

La Figura 3 es una representación esquemática de los medios de control para controlar el funcionamiento de la disposición de propulsión;

La Figura 4 es un diagrama de flujo de las etapas de una realización de un método para operar el ciclo a pedales, cuyas etapas incluyen etapas de una rutina de "lanzamiento" y una rutina de "marcha";

La Figura 5 es un ejemplo de un gráfico que ilustra la corriente aplicada a una máquina eléctrica de entrada y una máquina eléctrica de salida durante la rutina de lanzamiento y la rutina de marcha;

La Figura 6 muestra una vista en sección axial de la mitad superior de un buje de bicicleta según una segunda realización;

La Figura 7 es una representación esquemática de los medios de control para controlar el funcionamiento de la disposición de propulsión de la segunda realización; y

La Figura 8 es un diagrama de flujo de las etapas de la segunda realización de un método para operar el ciclo a pedales, cuyas etapas incluyen las etapas de una rutina de "lanzamiento" y una rutina de "marcha".

Descripción detallada

[DISPOSICIÓN ESTRUCTURAL]

La Figura 1 muestra un ciclo a pedales asistido eléctricamente en forma de una bicicleta 10. La bicicleta 10 es similar a una bicicleta convencional al tener una rueda directriz 20 en la parte delantera y una rueda propulsora 30 en la parte trasera. La bicicleta 10 también tiene la disposición convencional de unos pedales 40 en unas bielas 50 que impulsan un plato dentado delantero 60 conectado por una cadena 70 a un piñón trasero 80, estando el piñón trasero montado coaxialmente con la rueda trasera 30. Sin embargo, la bicicleta 10 se diferencia de una bicicleta convencional en que el piñón trasero 80 no está montado de manera fija en el buje 100 de la rueda trasera 30 para impulsar esa rueda directamente. Por el contrario, el piñón trasero 80 impulsa ciertos componentes de una disposición de propulsión electromecánica que se aloja dentro del buje 100.

La Figura 2a muestra el buje 100 de un primer ejemplo comparativo y su contenido en detalle. El buje está montado sobre un eje central 2 que, en uso, está asegurado de manera fija a un cuadro de bicicleta por medio de dos tuercas 4. El buje incluye un miembro anular 6 de entrada, que está conectado a un piñón 80 de rueda de bicicleta convencional a través de un mecanismo 9 de piñón libre, que no se muestra en detalle. El miembro 6 de entrada está montado sobre una serie de cojinetes 101 para girar alrededor del eje 2. El miembro 6 de entrada también está conectado a un solo conjunto de engranajes epicicloidales de tres ramas, cuyas tres ramas o ejes giran. El sistema de transmisión incluye un engranaje solar 12, que se monta para girar alrededor del eje 2 y cuyos dientes están engranados con los dientes de un número, normalmente 3, de engranajes planetarios 14. Los engranajes planetarios 14 están soportados rotativamente a través de unos cojinetes 16 por unos respectivos ejes planetarios 18 que están conectados a un portador común 201. Los dientes de los engranajes planetarios 14 también están engranados con los dientes de un engranaje de corona 22, que está conectado de manera fija a la parte derecha 24 de un alojamiento de buje. La parte derecha 24 de alojamiento del buje está conectada a la parte izquierda 26 por medio de una parte central 28, que está conectada a las partes derecha e izquierda 24, 26 por medio de unos pernos 301.

Dentro del alojamiento del buje hay dos motores/generadores eléctricos (máquinas eléctricas), que están dispuestos coaxialmente, con un motor/generador situado dentro del otro. El motor/generador interno, o máquina eléctrica 120 de entrada, incluye un rotor 32, que está conectado para girar con el engranaje solar 12, y un estator 34. El motor/generador externo, o máquina eléctrica 110 de salida, incluye un rotor 36, que está conectado de manera fija a la porción central 28 del alojamiento del buje, y un estator 38. Las conexiones eléctricas de los dos estatores están conectadas a un controlador 200, que se muestra solo de forma esquemática y también está conectado a una batería eléctrica recargable 208. El controlador 200 está programado para controlar la corriente de energía eléctrica entre los dos motores/generadores y entre la batería eléctrica 208 y cada uno de los motores/generadores según se requiera.

El portador común 201 es integral con el miembro 6 de entrada, y constituye el miembro de entrada o miembro propulsor de un embrague unidireccional. Tiene una periferia exterior circular, que está estrechamente rodeada por la periferia interior circular de un miembro anular propulsado 44 del embrague unidireccional, cuya periferia exterior tiene unos dientes 46, que también están engranados con los dientes internos del engranaje de corona 22, que está conectado de manera fija a la porción 24 del alojamiento del buje. Formados en la periferia exterior del miembro interior o propulsor 20 del embrague unidireccional hay una pluralidad de rebajes 47, en este caso tres, que se extienden en dirección periférica. En cada uno de estos rebajes se aloja una bola 48 de bloqueo y un resorte 50 de sollicitación. La dimensión o anchura de cada rebaje 47 en dirección radial es máxima en el extremo más alejado del resorte 50 y en su extremo tiene un valor mayor que el diámetro de la correspondiente bola 48 de bloqueo. Sin embargo, su anchura disminuye en dirección hacia el resorte 50 de sollicitación hasta un valor menor que el diámetro de la bola de bloqueo 48. Los resortes de sollicitación empujan las bolas 48 hasta los extremos de los rebajes 47 más alejados de los resortes 50 en los que la anchura del rebaje es mayor que el diámetro de las bolas y, cuando las bolas están en esa posición, los elementos propulsor y propulsado 20 y 44 del embrague unidireccional pueden girar libremente uno con respecto al otro y, por lo tanto, el embrague está desembragado. Sin embargo, si el miembro interior o propulsor del embrague se mueve en el sentido de las agujas del reloj tal como se aprecia en la Figura 2b, es decir, si el usuario de la bicicleta ejerce una fuerza sobre los pedales, que se transmite por la cadena de la bicicleta hasta el piñón 8 y luego hasta el miembro propulsor 201, en forma de un par motor que tiende a hacer girar el miembro propulsor 201, las bolas 48 se mueven en sentido contrario a las agujas del reloj, según se mira la Figura 2b, y por lo tanto hacia la región en la que la anchura de los rebajes es menor que el diámetro de las bolas. A medida que las bolas se aproximan a esta región, quedan bloqueadas entre las bases de los rebajes 47 y la periferia interior del miembro externo o propulsado 44 del embrague y, por lo tanto, actúan para conectar en rotación los dos miembros 20 y 44 del embrague. Por lo tanto, la rotación continuada del miembro 6 de entrada, así como del miembro 20 del embrague es transmitida directamente al elemento propulsado 44 del embrague y, por lo tanto, también al engranaje de corona 22 y al alojamiento 24, 26, 28 del buje, dando como resultado la rotación de la rueda de la bicicleta. Si después el usuario deja de ejercer presión sobre los pedales, la fuerza ejercida por los resortes 50 de sollicitación será capaz de devolver las bolas 48 a las regiones de los rebajes 47 en las que su anchura es mayor que el diámetro de las bolas, y así se libera la conexión rotatoria de los dos miembros del embrague.

En uso, uno de los motores/generadores generalmente actúa como un generador y transmite energía eléctrica al otro motor/generador, que actúa como un motor. La cantidad de energía eléctrica así transmitida puede variarse selectivamente por medio del controlador 40, alterando así la relación de transmisión del sistema de transmisión. La potencia se transmite a través del sistema de transmisión, tanto mecánica como eléctricamente, en proporciones que varían con la relación de transmisión variable. La velocidad de salida del sistema de transmisión y, por lo tanto, la velocidad del miembro de buje puede variarse de manera independiente de la velocidad de entrada, lo que significa que la velocidad de la rueda conectada al miembro de buje de acuerdo con la invención puede variarse independientemente de la velocidad a la que giren los pedales y/o la velocidad de uno de los motores/generadores que funciona como un motor y proporciona un par motor para propulsar la bicicleta, o para ayudar al usuario a propulsar la bicicleta. Esto significa que la transmisión puede ser operada precisamente a la velocidad más adecuada para las condiciones de conducción y que coincida con los deseos del usuario, según lo indicado por uno o más controles operables por el usuario.

Los motores/generadores eléctricos son, por lo tanto, no solo los medios por los cuales se puede variar continuamente la relación de transmisión del sistema de transmisión, sino también los medios por los cuales la energía eléctrica de la batería puede convertirse en potencia mecánica y transmitirse a la rueda de la bicicleta. Los motores/generadores también tienen una función doble, ya que, si la bicicleta se desplaza a una velocidad superior a la deseada por el usuario, por ejemplo, porque la bicicleta va cuesta abajo a piñón libre, como lo indica, por ejemplo, que el usuario aplique los frenos, el controlador puede estar programado para hacer que uno o ambos motores/generadores funcionen como un generador y para dirigir la energía eléctrica producida a la batería eléctrica para recargarla.

Aunque durante la mayor parte del tiempo uno o ambos motores/generadores eléctricos puedan usarse en modo motor para propulsar la bicicleta, se prevé que el buje de acuerdo con la invención se usará principalmente en una bicicleta asistida por motor y no en una motocicleta y, por lo tanto, que el usuario contribuirá a la fuerza motriz necesaria para impulsar la bicicleta en una proporción importante del tiempo de funcionamiento. Tal como se explicó anteriormente, cuando el usuario aplique una fuerza de propulsión a los pedales, el embrague unidireccional se activará de inmediato y la fuerza aplicada por el usuario se dirigirá inmediatamente a la rueda de la bicicleta accionada sin precesión de los pedales.

Pueden entenderse más detalles del controlador 200 con referencia a la Figura 3. En particular, los medios de control están conectados y dispuestos para controlar los motores-generadores 110, 120 de entrada y salida en respuesta a las entradas recibidas desde los medios de entrada. El controlador 200 tiene la forma de una unidad electrónica de control (ECU) 205, una unidad 207 de gestión de batería y dos controladores de motor-generador, uno de los cuales se denominará "controlador 210 de entrada" y sirve para controlar el motor-generador 120 de entrada, y el otro de los cuales se denominará "controlador 220 de salida" y sirve para controlar el motor-generador 110 de salida. La ECU 205 incluye un microprocesador que es programable y operable para llevar a cabo las etapas de un método que incorpora la presente invención. Ese método será descrito a continuación con referencia a la Figura 3 y la Figura 5. La ECU 205 está conectada al controlador 210 de entrada, el controlador 220 de salida y la unidad 207 de gestión de batería para controlar el funcionamiento de esas tres unidades. Los medios de entrada que proporcionan entradas al controlador 40 incluyen unos medios 250 de entrada de usuario y un sensor 260 de posición y velocidad de biela, que puede ser un sensor hall. Los medios 250 de entrada de usuario incluyen, en este ejemplo, un dispositivo de entrada de energía operable por el usuario y un dispositivo de entrada de freno operable por el usuario (ninguno de los cuales se muestra). El dispositivo de entrada de energía está dispuesto para ser operado por un usuario para indicar generalmente la potencia, que es la tasa de trabajo, con la que desea pedalear. El dispositivo de entrada de freno está dispuesto para ser operado por el usuario para indicar la tasa a la que debe frenar la bicicleta 10.

En este ejemplo, se prevé que el dispositivo de entrada de energía sea un selector, que puede ser utilizado por el usuario, que indexa entre cada una de una pluralidad de posiciones diferentes. Ejemplos de estos conmutadores selectores son los cambios giratorios y los cambios de palanca que se usan comúnmente en los mecanismos de cambio de marchas de las bicicletas convencionales. Se prevé que el dispositivo de entrada de freno pueda ser similar a una palanca de freno convencional. Sin embargo, en el presente ejemplo, se prevé que las versiones eléctricas de dichos conmutadores selectores y de la palanca del freno se utilicen de manera que cada uno pueda producir una señal eléctrica indicativa de su posición seleccionada por el usuario. El sensor 260 de posición y velocidad del conjunto bielar es un dispositivo convencional que está dispuesto para detectar la velocidad y la posición angular de las bielas 50 y para emitir una señal eléctrica indicativa de ello.

Una salida adicional de los medios 200 de control está conectada a un panel de instrumentos 270.

La unidad 207 de gestión de batería está conectada a un medio de almacenamiento de energía eléctrica en forma de una batería recargable 208.

Con referencia nuevamente a la Figura 1, la ECU 205, el controlador 210 de entrada, el controlador 220 de salida y la unidad de gestión de la batería están alojados dentro de un alojamiento 90 de control instalado en el cuadro de la bicicleta 10. La batería 208 está alojada dentro de un alojamiento 92 de batería que también está montado en el cuadro.

[FUNCIONAMIENTO]

A continuación se describirá el funcionamiento de la bicicleta 10. Esta descripción adoptará la forma de una descripción de las etapas de un método llevado a cabo por la ECU 205 para ejecutar las instrucciones contenidas en un programa informático con el que está programada.

Con referencia a la Figura 4, el método comienza desde un inicio estacionario en la etapa 300 en la que se utiliza el sensor 260 de velocidad y posición del conjunto bielar para detectar el movimiento de los pedales 40. Si no se identifica ningún movimiento de los pedales, entonces el método continúa supervisando otros eventos.

- Si se identifica el movimiento de los pedales, el método pasa a la etapa 310, en la que se detecta el par motor aplicado a los pedales 40 utilizando la máquina eléctrica 120 de entrada. La máquina eléctrica de entrada se opera a través del método de acuerdo con un algoritmo de control multiplexado por división de tiempo para la máquina eléctrica de entrada. El algoritmo de control multiplexado por división de tiempo alterna entre un primer modo de control, en el que se monitorea la corriente generada por la máquina eléctrica 120 de entrada para inferir el par motor aplicado a las bielas del ciclo, y un segundo modo de control en el que se controla la corriente en la máquina eléctrica 120 de entrada en función del par motor inferido. En la etapa 310, se detecta el par motor durante el primer modo de control.
- En la etapa 320, el controlador 200 determina si el par motor detectado en la etapa 310 excede un umbral de iniciación. Si el par motor detectado en la etapa 310 excede el umbral de iniciación, se inicia una rutina 330 de lanzamiento.
- Durante la rutina 330 de lanzamiento, en la etapa 331 se suministra energía eléctrica a la máquina eléctrica de salida para ayudar a que la bicicleta coja velocidad. La máquina eléctrica 340 de entrada también es iniciada en la etapa 331, en respuesta a la detección de un par motor que excede el umbral de inicio, de manera que se transmita una corriente fija a la máquina eléctrica 120 de entrada durante la rutina 330 de lanzamiento. Las demandas de potencia de la máquina eléctrica de salida se priorizan durante la rutina 330 de lanzamiento.
- Al utilizar el par motor detectado durante el primer modo de control para controlar la entrada en la rutina de lanzamiento 330, se puede evitar la iniciación accidental de la máquina eléctrica de salida.
- Durante la rutina de lanzamiento, la corriente en la máquina de entrada se mantiene a un nivel mínimo. Este cortocircuito efectivo acumula rápidamente un par motor de reacción en el motor-generador 120 de entrada en contra de la rotación del mismo (esta acumulación ocurre dentro de un ángulo del conjunto bielar de aproximadamente 5 a 10 grados). Esta reacción se transmite a través del conjunto 140 de engranajes epicicloidales a las bielas 50 y a los pedales 40, con lo que le da al ciclista algo contra lo que empujar para arrancar el ciclo. Además, el embrague unidireccional garantiza que el ciclista reciba retroalimentación al esfuerzo proporcionado en esta etapa.
- En la etapa 332 de la rutina 330 de lanzamiento, el sensor 260 vuelve a detectar el movimiento de los pedales. La cadencia (es decir, la tasa de revoluciones) de las bielas 50 se determina a partir de la señal detectada y, si permanece por debajo de un umbral de marcha, la rutina de lanzamiento continúa. El umbral de marcha puede ser, por ejemplo, una revolución por segundo. Una vez que la cadencia alcanza o supera el umbral, el método pasa a la rutina 340 de marcha. En un ejemplo preferido, el umbral de marcha puede ser una revolución por segundo.
- Durante la rutina 340 de marcha, en la etapa 341 se detecta el par motor utilizando la máquina eléctrica 120 de entrada. Tal como se mencionó anteriormente, esto ocurre durante el primer modo de control del algoritmo de control multiplexado por división de tiempo. El par motor detectado se usa luego en la etapa 342 para establecer la corriente en la máquina eléctrica 120 de entrada durante el segundo modo de control. En particular, se establece la corriente dentro de la segunda máquina eléctrica durante el segundo modo de control para proporcionar una salida de par motor de máquina eléctrica 120 de entrada que corresponda al par motor detectado durante el primer modo de control.
- Debe entenderse que, al controlar la corriente en el motor-generador 120 de entrada de esta manera, también se controla el par motor en esa máquina, que es proporcional a la corriente. Cuando el motor-generador 120 de entrada es acoplado a las bielas 50 por el conjunto de engranajes epicicloidales, al controlar el par motor en el motor-generador 120 de entrada también se controla el par motor en las bielas 50 (los dos pares son proporcionales), que es el par motor que el ciclista aplica a las bielas 50 a través de los pedales 40 cuando el sistema se encuentra en un estado estable. Por lo tanto, el control de la corriente en el motor-generador 120 de entrada determina la fuerza que el ciclista debe aplicar a los pedales 40 para mantener un estado estable. En consecuencia, el ciclista pedalea con la potencia que el ciclista ha indicado que desea pedalear según la posición del dispositivo de entrada de potencia.
- Controlar la corriente de esta manera hace que la bicicleta 10 cambie automáticamente la relación de transmisión entre las bielas 50 y la rueda trasera. Por ejemplo, si el ciclista presiona los pedales 40 con más fuerza, de modo que aplique un par motor superior al par motor correspondiente a la corriente extraída del motor-generador 120 de entrada para la posición determinada del conjunto de bielas, el motor-generador "cede" y por lo tanto acelera. Esto cambia la relación de transmisión del conjunto 140 de engranajes epicicloidales para cambiar a una relación más baja. Por lo tanto, cuando el par motor que aplica el ciclista excede un cierto límite, la disposición cambia automáticamente a una relación más baja. Por lo tanto, la disposición baja de marcha automáticamente en condiciones en las que sea necesario, como cuando se sube una cuesta o se acelera rápidamente.
- Similarmente, si el ciclista presiona los pedales 40 con menos fuerza y, por lo tanto, aplica un par motor inferior al par motor que corresponde a la corriente determinada que se debe extraer del motor-generador 120 de entrada, el motor-generador 120 desacelera y ofrece resistencia al movimiento de las bielas 50 por parte del ciclista. Esta desaceleración del motor-generador 120 de entrada cambia de nuevo la relación de transmisión del conjunto

epicicloidal a una relación mayor. Por lo tanto, cuando el par motor que aplica el ciclista cae por debajo de un cierto límite, la disposición cambia automáticamente a una relación más alta. Por lo tanto, la disposición cambia automáticamente en condiciones en las sea necesario, como cuando se va cuesta abajo o al aflojar y acercarse a una velocidad constante desde un período de aceleración.

5 Al proporcionarle al ciclista varias configuraciones, seleccionables por el usuario del dispositivo, de entrada de potencia, el ciclista puede seleccionar generalmente la potencia con la que desea circular. Además, puede cambiar esa potencia mientras pedalea para poder circular en general con más fuerza o más fácilmente.

10 La rutina de marcha continúa mientras la bicicleta esté en movimiento. Esto se evalúa en la etapa 343, en la que se determina si la bicicleta se está moviendo. Esto lo hace la ECU 205, que detecta la velocidad del motor-generador 110 de salida, al ser la velocidad del motor-generador 110 de salida proporcional a la velocidad de la bicicleta 10. La ECU 205 detecta la velocidad del motor-generador 110 de salida al recibir una señal indicativa de ello por parte de los sensores de conmutación del motor (aunque, en otros ejemplos, puede medirse en su lugar la
15 tensión o la frecuencia de los picos de tensión)

Si la bicicleta se está moviendo, la rutina de lanzamiento continúa y el algoritmo de control alterna entre los modos de control primero y segundo. Es decir, de una manera dividida en el tiempo, se evalúa el par motor (etapa s341; primer modo de control) procedente de la máquina eléctrica de entrada y luego se controla en consecuencia la corriente en la máquina eléctrica de entrada (etapa s342; segundo modo de control). Una vez que se detecta que la bicicleta está estacionaria, la máquina eléctrica de salida se desactiva y el método vuelve al comienzo, listo para el inicio de la rutina 330 de lanzamiento en un momento posterior.

20 Durante la rutina de marcha, la corriente de la batería es priorizada a la máquina eléctrica 120 de entrada en lugar de la máquina eléctrica de salida. Esto garantiza que el par motor aplicado por el usuario y medido durante el primer modo de control se equilibre efectivamente durante el segundo modo de control, de modo que se gestione adecuadamente el cambio del sistema y el usuario no experimente variaciones no deseadas en la retroalimentación de los pedales 40. Esto proceso puede entenderse con referencia a la Figura 5.

30 En la Figura 5, el eje horizontal representa el tiempo. El eje vertical muestra la corriente, que se divide entre la corriente aplicada a la máquina eléctrica de salida (IE1) y a la máquina eléctrica de entrada (IE2). A este último respecto, la Figura 5 ilustra el nivel de corriente en la máquina eléctrica de entrada durante el segundo modo de control.

35 En el ejemplo de la Figura 5, existe una corriente máxima, I_{max} , de 29A que puede ser suministrada por la batería. La máquina eléctrica de salida tiene una corriente máxima, $IE1_{max}$, de 22A y la máquina eléctrica de entrada tiene una corriente máxima, $IE2_{max}$, de 17A. Por lo tanto, no es posible que las máquinas eléctricas de entrada y salida sean propulsadas con la corriente máxima simultáneamente, puesto que $IE1_{max} + IE2_{max} > I_{max}$. Por el contrario, en todo momento $IE1 + IE2 \leq I_{max}$ (es decir, 29A). Por lo tanto, puede surgir la necesidad de establecer
40 prioridades en la corriente suministrada a cada máquina eléctrica.

Durante la rutina de marcha, la máquina eléctrica 120 de entrada tiene prioridad para recibir la corriente de la batería. La rutina de marcha se ilustra en la Figura 5 entre los tiempos VI1 y VI2. Como puede verse en este ejemplo, la corriente total aplicada a la máquina eléctrica 120 de entrada y a la máquina eléctrica 110 de salida durante la rutina de marcha es constante (en particular, está fijada en I_{max}). De ese total, la máquina eléctrica de entrada recibe la corriente determinada basándose en el par motor detectado, mientras que la máquina eléctrica de salida recibe la corriente disponible restante. De esta manera, se prioriza la corriente para la máquina eléctrica 120 de entrada.

50 La rutina de lanzamiento se ilustra en el período de tiempo anterior a VI1. En este caso, la corriente para la máquina eléctrica 110 de salida tiene prioridad, y la máquina eléctrica 120 de entrada solo recibe una corriente fija relativamente pequeña.

[REALIZACIÓN]

55 A continuación se describe una realización con referencia a la Figuras 6 y siguientes. Los números de referencia similares se refieren a características similares en comparación con el ejemplo descrito con referencia a las Figuras 1 a 5.

60 En esta realización, no se proporciona ninguna máquina eléctrica de salida. Por el contrario, la máquina eléctrica 120 de entrada proporciona todo el control eléctrico al sistema. La Figura 6 ilustra con detalle el buje 100 de esta realización.

65 Las características ilustradas en la Figura 1 son compartidas por el ejemplo y la realización. En cuanto al ejemplo de la Figura 2A, en la realización el buje 100 está montado sobre un eje central 2 que, en uso, está sujeto de manera fija a un cuadro de bicicleta por medio de dos tuercas 4. El buje incluye un miembro anular 6 de entrada que está

conectado a un piñón 80 de bicicleta convencional a través de un mecanismo 9 de piñón libre que no se muestra en detalle. El miembro 6 de entrada está montado para girar alrededor del eje 2 mediante una serie de cojinetes 101. El miembro 6 de entrada también está conectado a un único conjunto de engranajes epicicloidales de tres ramas, cuyas tres ramas o ejes giran. El sistema de transmisión incluye un engranaje solar 12, que se monta para girar alrededor del eje 2 y tiene sus dientes engranados con los dientes de un número, típicamente 3, de engranajes planetarios 14. Los engranajes planetarios 14 son portados rotativamente, a través de unos cojinetes 16, por los respectivos ejes planetarios 18, que están conectados a un portador común 201, que puede estar formado integralmente con el miembro 6 de entrada. Los dientes de los engranajes planetarios 14 también están engranados con los dientes del engranaje de corona 22, que está conectado de manera fija a la parte derecha 24 de un alojamiento del buje. La parte derecha 24 del alojamiento del buje está conectada a una parte izquierda 26 por medio de una parte central 28. La parte central 28 puede estar formada integralmente ya sea con la parte derecha 24 o la parte izquierda 26 y acoplada a la otra respectiva parte derecha 24 y parte izquierda 26 con pernos o similares. Alternativamente, la parte central 28 puede estar formada individualmente y conectada a las partes derecha e izquierda 24, 26 por medio de unos tornillos 301 o características similares.

Dentro del alojamiento del buje de la realización está acomodado un solo motor/generador (máquina eléctrica). El motor/generador, o máquina eléctrica 120 de entrada, incluye un rotor 32, que está conectado para girar con el engranaje solar 12, y un estator 34. Las conexiones eléctricas de los estatores 34 están conectadas a un controlador 200, que se muestra solo esquemáticamente y que también está conectado a una batería eléctrica recargable 208. El controlador 200 está programado para controlar el flujo de energía eléctrica entre la batería eléctrica 208 y el motor/generador de acuerdo con los requisitos.

El controlador 200 de la realización se ilustra en Figura 7 y puede estar dispuesto de manera similar a la ilustrada en la Figura 3. En particular, el controlador 200 puede estar conectado y dispuesto para controlar los motores-generadores 120 de entrada en respuesta a las entradas recibidas desde los medios de entrada. El controlador 200 tiene la forma de una unidad de control electrónico (ECU) 205, un controlador 220 de motor-generador para controlar la entrada del motor-generador 120. También se puede proporcionar una unidad 207 de gestión de batería con la batería 208. La ECU 205 incluye un microprocesador que es programable y operable para llevar a cabo las etapas de un método que incorpora esta invención. La ECU 205 está conectada al controlador 220 de entrada y la unidad 207 de gestión de la batería para controlar el funcionamiento de estas unidades. El controlador del motor-generador puede ser un grupo de MOS y condensadores controlados por la ECU 205 para establecer un puente programado en tiempo de ejecución.

Con referencia nuevamente a la Figura 1, la ECU 205 y el controlador 220 de entrada están alojados dentro de un alojamiento 90 de control montado en el cuadro de la bicicleta 10. La unidad 207 de gestión de batería y la batería 208 están alojadas dentro de un alojamiento 92 de batería que también está instalado en el cuadro.

Los medios de entrada que proporcionan entradas al controlador 200 pueden incluir unos medios 250 de entrada de usuario y un sensor 260 de posición y velocidad del conjunto bielar, que puede ser un número de sensores hall. Los medios 250 de entrada de usuario incluyen, en esta realización, un dispositivo de entrada de energía operable por el usuario y pueden incluir adicionalmente un dispositivo de entrada de freno operable por el usuario (ninguno de los cuales está representado). El dispositivo de entrada de energía está dispuesto para ser operado por un usuario para indicar generalmente la potencia, es decir, la tasa de trabajo, con la que desea pedalear. El dispositivo de entrada de freno está dispuesto para ser operado por el usuario para indicar la tasa a la que debe frenarse la bicicleta 10.

Se puede proporcionar un sensor 265 de velocidad de salida, que puede ser un sensor hall, para medir la velocidad a la que se mueve la bicicleta. El sensor 265 de velocidad de salida puede controlar la rueda delantera o trasera, por ejemplo. El sensor 265 de velocidad de salida proporciona esta información al controlador 200. Tal como se ilustra en la Figura 6, el sensor 265 puede estar incrustado en el mismo buje. Actúa como un sistema de detección de alta precisión para medir la velocidad de la rueda trasera en esta realización.

Otras características del controlador descritas anteriormente con respecto a la Figura 3 también pueden ser aplicadas al controlador de la realización.

Aunque puede proporcionarse un embrague unidireccional, tal como se ha descrito anteriormente con referencia a la Figura 2B, para el funcionamiento con la realización, en ejemplos preferidos se proporciona adicional o alternativamente un embrague activo. El embrague activo funcionará para colocar la máquina eléctrica en modo generador en los momentos apropiados, tales como cuando el usuario desea frenar. El embrague activo puede ser operado por el controlador 200, que puede responder a una información que incluye la velocidad de las ruedas detectada por el sensor 265.

Por ejemplo, suponiendo que el sensor 265 identificó que la bicicleta se está moviendo, cuando el usuario no aplique presión a los pedales se puede usar el embrague unidireccional descrito anteriormente o un componente del embrague activo para desembragar los pedales del portador común 201. Además, en estas circunstancias, el embrague activo puede actuar para bloquear el movimiento del miembro 6 de entrada alrededor del eje principal 2. Como resultado, el par motor se transfiere desde el engranaje de corona 22 al engranaje solar 12 y, por lo tanto, se

aplica a la máquina eléctrica 110 que, en consecuencia, actúa como un generador. Este enfoque también puede aplicarse cuando se detecta que el usuario aplica los frenos.

[FUNCIONAMIENTO DE LA REALIZACIÓN]

5 A continuación se describirá el funcionamiento de la bicicleta 10 con referencia a la Figura 8. Esta descripción adoptará la forma de una descripción de las etapas de un método llevado a cabo por la ECU 205 para ejecutar las instrucciones contenidas en un programa informático con el que está programada.

10 Con referencia a la Figura 8, el método comienza desde un arranque estacionario en la etapa 800 en la que se usa el sensor 260 de velocidad y posición del conjunto bielar para detectar el movimiento de los pedales 40. Si no se identifica ningún movimiento de los pedales, entonces el método continúa monitoreando otros eventos.

15 Si se identifica el movimiento de los pedales, el método pasa a la etapa 810, en la que se detecta el par motor aplicado a los pedales 40 utilizando la máquina eléctrica 120 de entrada. La máquina eléctrica de entrada es operada a través del método de acuerdo con un algoritmo de control multiplexado por división de tiempo para la máquina eléctrica de entrada. El algoritmo de control multiplexado por división de tiempo alterna entre un primer modo de control, en el que se monitorea la corriente generada por la máquina eléctrica 120 de entrada para inferir el par motor aplicado a las bielas del ciclo, y un segundo modo de control en el que se controla la corriente en la máquina eléctrica 120 de entrada en función del par motor inferido. En la etapa 810 se detecta el par motor durante el primer modo de control.

20 En la etapa 820, el controlador 200 determina si el par motor detectado en la etapa 810 excede un umbral de iniciación. Si el par motor detectado en la etapa 810 excede el umbral de iniciación, se inicia una rutina 830 de lanzamiento.

25 Durante la rutina 830 de lanzamiento, la máquina eléctrica 120 de entrada es iniciada en la etapa 831 en respuesta a la detección de un par motor que excede el umbral de iniciación, de manera que se transmita una corriente fija a la máquina eléctrica 120 de entrada durante la rutina 830 de lanzamiento. Usando el par motor detectado durante el primer modo de control para controlar la entrada en la rutina 830 de lanzamiento, se puede evitar una iniciación accidental.

30 Durante la rutina de lanzamiento, la corriente en la máquina de entrada se mantiene a un nivel mínimo. Este cortocircuito efectivo acumula rápidamente un par motor de reacción en el motor-generador 120 de entrada en contra de la rotación del mismo (esta acumulación ocurre dentro de un ángulo de aproximadamente 5 a 10 grados del conjunto bielar). Esta reacción se transmite a través del conjunto 140 de engranajes epicicloidales a las bielas 50 y los pedales 40, con lo que le da al ciclista algo contra lo que empujar para iniciar el ciclo. Además, el embrague unidireccional garantiza que el ciclista reciba una retroalimentación del esfuerzo realizado en esta situación.

35 En la etapa 832 de la rutina 830 de lanzamiento, el sensor 260 vuelve a detectar el movimiento de los pedales. La cadencia (es decir, la tasa de revoluciones) de las bielas 50 se determina a partir de la señal detectada y, si permanece por debajo de un umbral de marcha, la rutina de lanzamiento continúa. El umbral de marcha puede ser, por ejemplo, una revolución por segundo. Una vez que la cadencia alcanza o supera el umbral, el método pasa a la rutina 840 de marcha. En una realización preferida, el umbral de marcha puede ser una revolución por segundo.

40 Durante la rutina 840 de marcha, en la etapa 841 se detecta el par motor utilizando la máquina eléctrica 120 de entrada. Tal como se mencionó anteriormente, esto ocurre durante el primer modo de control del algoritmo de control multiplexado por división de tiempo. El par motor detectado se usa luego en la etapa 842 para establecer la corriente en la máquina eléctrica 120 de entrada durante el segundo modo de control. En particular, se establece la corriente dentro de la máquina eléctrica 120 de entrada durante el segundo modo de control para proporcionar una salida de par motor de la máquina eléctrica 120 de entrada que corresponda al par motor detectado durante el primer modo de control.

45 Debe entenderse que, al controlar la corriente en el motor-generador 120 de entrada de esta manera, también se controla el par motor en esa máquina, que es proporcional a la corriente. Cuando el motor-generador 120 de entrada se acopla a las bielas 50 mediante el conjunto de engranajes epicicloidales, al controlar el par motor en el motor-generador 120 de entrada también se controla el par motor en las bielas 50 (los dos pares son proporcionales), que es el par motor que el ciclista aplica a las bielas 50 a través de los pedales 40. Por lo tanto, el control de la corriente en el motor-generador 120 de entrada determina la fuerza que el ciclista debe aplicar a los pedales 40 para mantener un estado estable.

50 Controlar la corriente de esta manera hace que la bicicleta 10 cambie automáticamente la relación de transmisión entre las bielas 50 y la rueda trasera. Por ejemplo, si el ciclista presiona los pedales 40 con más fuerza, de modo que aplique un par motor superior al par motor correspondiente a la corriente extraída del motor-generador 120 de entrada para la posición determinada del conjunto de bielas, el motor-generador "cede" y por tanto se acelera. Este efecto se puede usar en algunas realizaciones para cambiar la relación de transmisión del conjunto 140 de

engranajes epicicloidales para cambiar a una relación más baja. Por lo tanto, cuando el par motor que aplica el ciclista excede un cierto límite, la disposición cambia automáticamente a una relación más baja. Por lo tanto, la disposición cambia automáticamente en condiciones en las que sea necesario, como cuando se sube una cuesta o se acelera rápidamente.

5 Similarmente, si el ciclista presiona los pedales 40 con menos fuerza y, por lo tanto, aplica un par motor inferior al par motor que corresponde a la corriente determinada que se debe extraer del motor-generador 120 de entrada, el motor-generador 120 desacelera y presenta una resistencia al movimiento de las bielas 50 por parte del ciclista. Esta desaceleración del motor-generador 120 de entrada se puede usar nuevamente para cambiar la relación de transmisión del conjunto epicicloidal a una relación mayor. Por lo tanto, cuando el par motor que aplica el ciclista cae por debajo de un cierto límite, la disposición cambia automáticamente a una relación más alta. Por lo tanto, la disposición cambia automáticamente en condiciones en las que sea necesario, como cuando se va cuesta abajo o al aflojar y acercarse a una velocidad constante tras un período de aceleración.

15 Al proporcionarle al ciclista varias configuraciones, seleccionables por el usuario, del dispositivo de entrada de potencia, el ciclista puede seleccionar generalmente la potencia con la que desea circular. Además, puede cambiar esa potencia mientras circula, para poder circular en general con más fuerza o con mayor facilidad.

20 La rutina de marcha continúa mientras la bicicleta está en movimiento. Esto se evalúa en la etapa 843, en la que se determina si la bicicleta se está moviendo. Esto se hace cuando la ECU 205 detecta la velocidad medida por el sensor 265 de velocidad de salida.

25 Si la bicicleta se está moviendo, la rutina de marcha continúa y el algoritmo de control alterna entre los modos de control primero y segundo. Es decir, de una manera dividida en el tiempo, se evalúa el par motor (etapa s841; primer modo de control) procedente de la máquina eléctrica de entrada y luego se controla la corriente en la máquina eléctrica de entrada (etapa s842; segundo modo de control). Una vez que se detecta que la bicicleta está estacionaria, la máquina eléctrica se desactiva y el método vuelve al comienzo, listo para el inicio de la rutina 830 de lanzamiento en un momento posterior.

30 En algunos aspectos esta divulgación proporciona un método para operar un ciclo a pedales, teniendo el ciclo a pedales una disposición de propulsión electro-mecánica que incluye un sistema de transmisión de relación continuamente variable que tiene una entrada, que está montada para girar alrededor del eje, y una salida conectada para girar con un miembro de buje, comprendiendo el sistema de transmisión un conjunto de engranajes epicicloidales que incluye un engranaje solar engranado con una pluralidad de engranajes planetarios montados para girar alrededor de unos respectivos ejes planetarios portados por un portador común que está montado para girar con la entrada alrededor del eje, estando los engranajes planetarios engranados con un engranaje de corona que está conectado para girar con el miembro de buje, estando el engranaje de corona conectado para girar con un rotor de una máquina eléctrica de salida o no estando conectado para girar con el rotor de la máquina eléctrica de salida y estando el engranaje solar conectado para hacer girar un rotor de una máquina eléctrica de entrada, estando las conexiones eléctricas de los estatores de una o las dos máquinas eléctricas conectadas por un controlador que puede estar dispuesto para controlar la transmisión de energía de una máquina eléctrica a la otra; incluyendo el método los etapas de:

45 a) operar la máquina eléctrica de entrada como un generador para alimentar al menos parcialmente la máquina eléctrica de salida como un motor, en los casos en que se proporcione una máquina eléctrica de salida;

50 b) aplicar un algoritmo de control multiplexado por división de tiempo a la máquina eléctrica de entrada, cuyo algoritmo de control multiplexado por división de tiempo alterna entre un primer modo de control, en el cual se monitorea la corriente generada por la máquina eléctrica de entrada para inferir el par motor aplicado a las bielas del ciclo, y un segundo modo de control en el que la corriente en la máquina eléctrica de entrada se controla utilizando el par motor inferido.

55 Los expertos apreciarán variaciones y modificaciones. Dichas variaciones y modificaciones pueden implicar características equivalentes y otras que ya son conocidas y que se pueden usar en lugar de, o además de, las características descritas en el presente documento. Las características que se describen en el contexto de realizaciones separadas pueden proporcionarse en combinación en una única realización. A la inversa, las características que se describen en el contexto de una única realización también se pueden proporcionar por separado o en cualquier sub-combinación adecuada.

60 Cabe señalar que el término "que comprende" no excluye otros elementos o etapas, el término "un" o "una" no excluye una pluralidad, una sola característica puede cumplir las funciones de varias características citadas en las reivindicaciones, y los signos de referencia en las reivindicaciones no se interpretarán como limitaciones del alcance de las reivindicaciones. También debe tenerse en cuenta que las Figuras no están necesariamente a escala; ya que, por el contrario, generalmente se pone el énfasis en ilustrar los principios de la presente invención. El alcance de protección de la invención está definido por las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un método para operar un ciclo a pedales, teniendo el ciclo a pedales una disposición de propulsión electromecánica que incluye un sistema de transmisión de relación continuamente variable que tiene una entrada (6), que está montada para girar alrededor del eje, y una salida conectada para girar con un miembro (100) de buje, comprendiendo el sistema de transmisión un conjunto de engranajes epicicloidales que incluye un engranaje solar (12) engranado con una pluralidad de engranajes planetarios (14), montados para girar alrededor de unos respectivos ejes planetarios portados por un portador común que está montado para girar con la entrada alrededor del eje, estando los engranajes planetarios engranados con un engranaje de corona (22) que está conectado para girar con el miembro de buje, estando solo el engranaje solar conectado para hacer girar un rotor (32) de una máquina eléctrica (120), estando las conexiones eléctricas del estator (34) de la máquina eléctrica conectadas a un controlador (200); incluyendo el método la etapa de:
- 5 aplicar un algoritmo de control multiplexado por división de tiempo a la máquina eléctrica, cuyo algoritmo de control multiplexado por división de tiempo alterna entre un primer modo de control, en el que se monitorea la corriente generada por la máquina eléctrica para inferir el par motor aplicado a las bielas (50) del ciclo, y un segundo modo de control en el que se controla la corriente en la máquina eléctrica utilizando el par motor inferido.
- 15 2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el control de la corriente aplicada a la máquina eléctrica en respuesta al par motor inferido durante el segundo modo de control depende de si el ciclo a pedales se encuentra en una rutina de lanzamiento o en una rutina de marcha.
- 20 3. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la corriente en la máquina eléctrica durante el segundo modo de control se calcula para que coincida con el par motor inferido identificado durante el primer modo de control.
- 25 4. Un método de acuerdo con la reivindicación 3, en el que la corriente en la máquina eléctrica durante el segundo modo de control se controla para que se encuentre comprendida entre una corriente máxima y una corriente mínima, calculándose las corrientes máxima y mínima usando el par motor inferido.
- 30 5. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el método comprende además la etapa de determinar que la bicicleta y/o las bielas están sustancialmente estacionarias y, en respuesta a ello, cortocircuitar sustancialmente la máquina eléctrica de entrada.
- 35 6. Un método de acuerdo con la reivindicación 5, en el que el método incluye la etapa de mantener el cortocircuito sustancial de la máquina eléctrica de entrada hasta que la corriente real en la máquina eléctrica de entrada alcance un umbral de corriente predeterminado.
- 40 7. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que incluye además un embrague unidireccional, que incluye un miembro propulsor, que está constituido por el portador común, y un miembro propulsado, que está conectado para girar con los miembros de buje, estando el embrague unidireccional dispuesto para conectar el miembro de buje para que gire con el portador tan pronto como el portador gire más rápido que el miembro de buje.
- 45 8. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la disposición de propulsión eléctrica comprende adicionalmente un embrague activo, comprendiendo además el método controlar el embrague activo para operar selectivamente la máquina eléctrica como un generador.
- 50 9. Un ciclo a pedales dispuesto para llevar a cabo un método de acuerdo con cualquier reivindicación precedente.
10. Un producto de programa informático que comprende instrucciones ejecutables por ordenador para llevar a cabo el método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9.

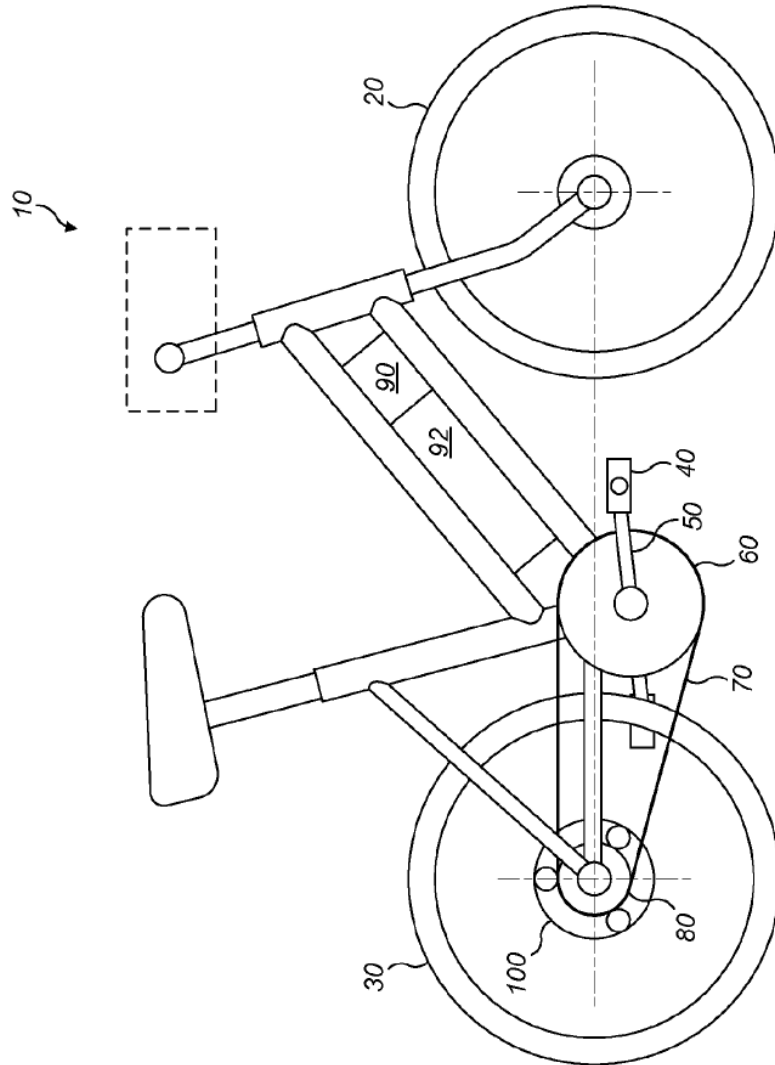


FIG. 1

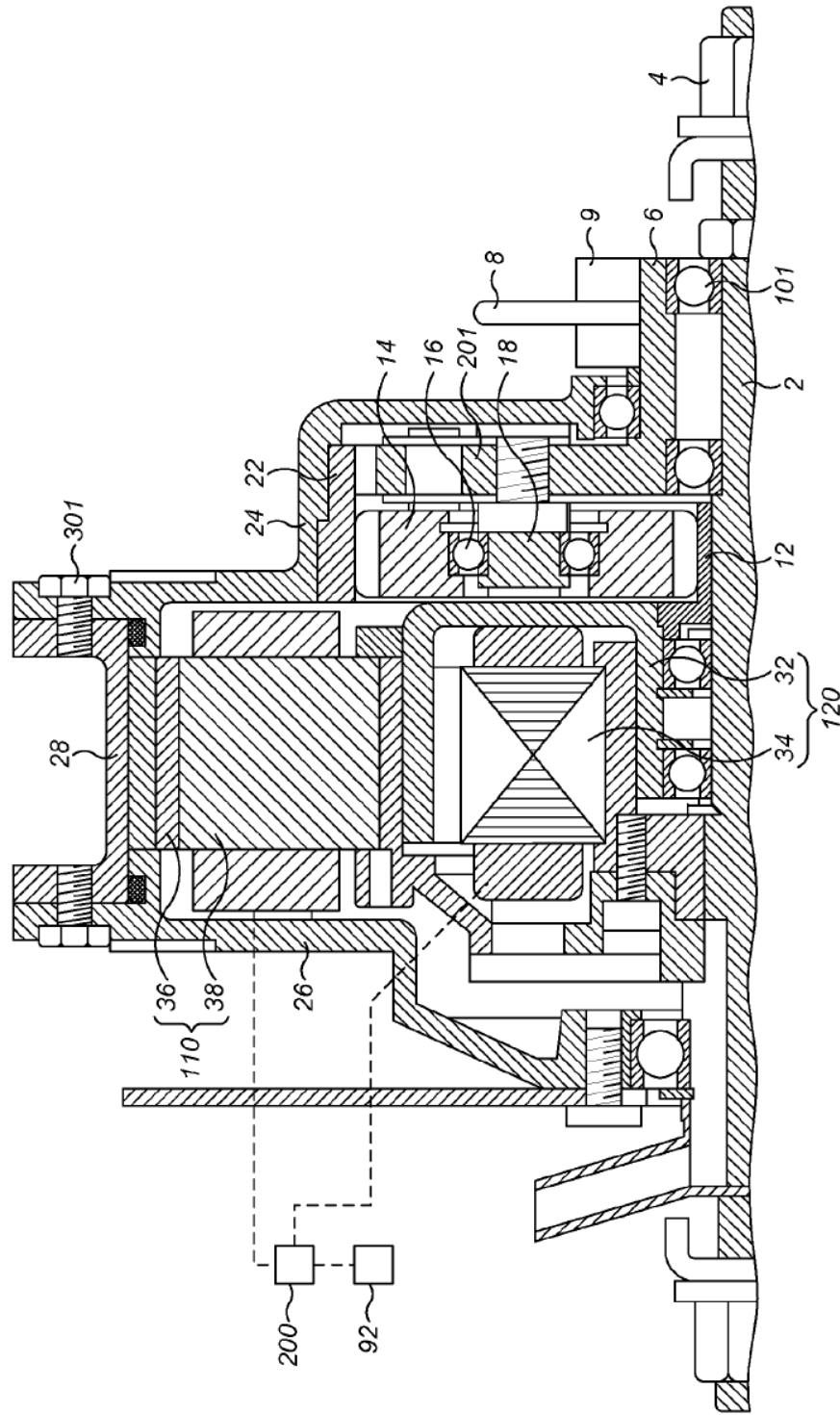


FIG. 2A

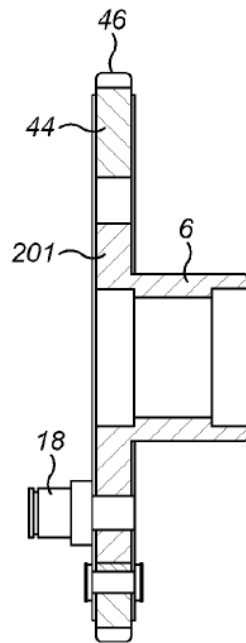
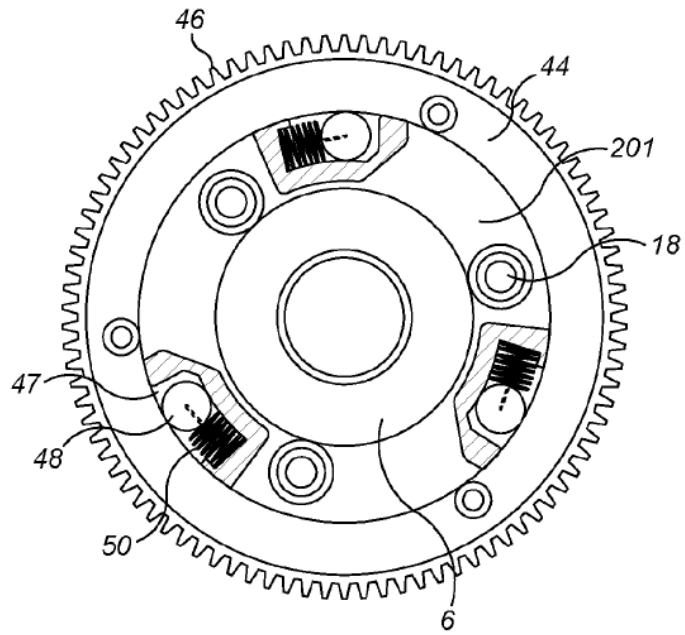


FIG. 2B

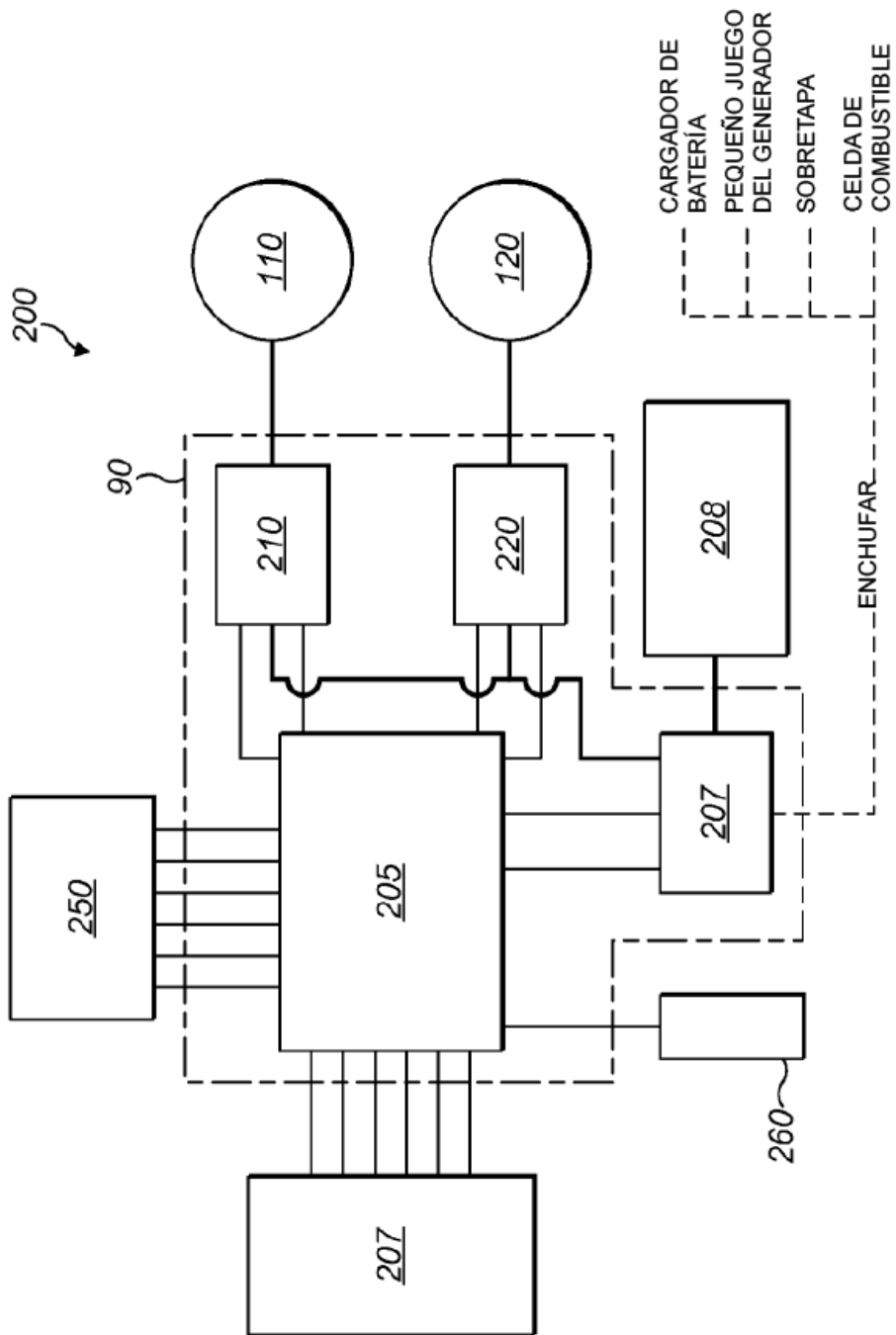


FIG. 3

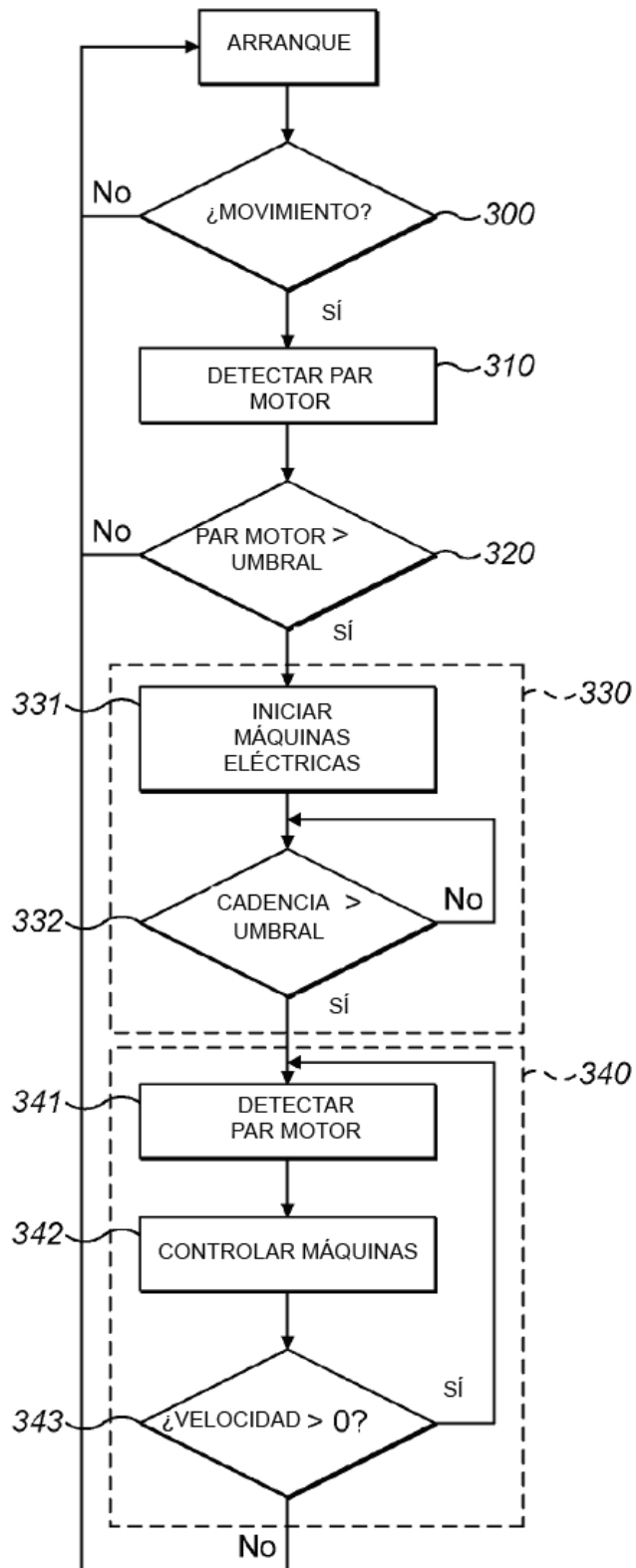


FIG. 4

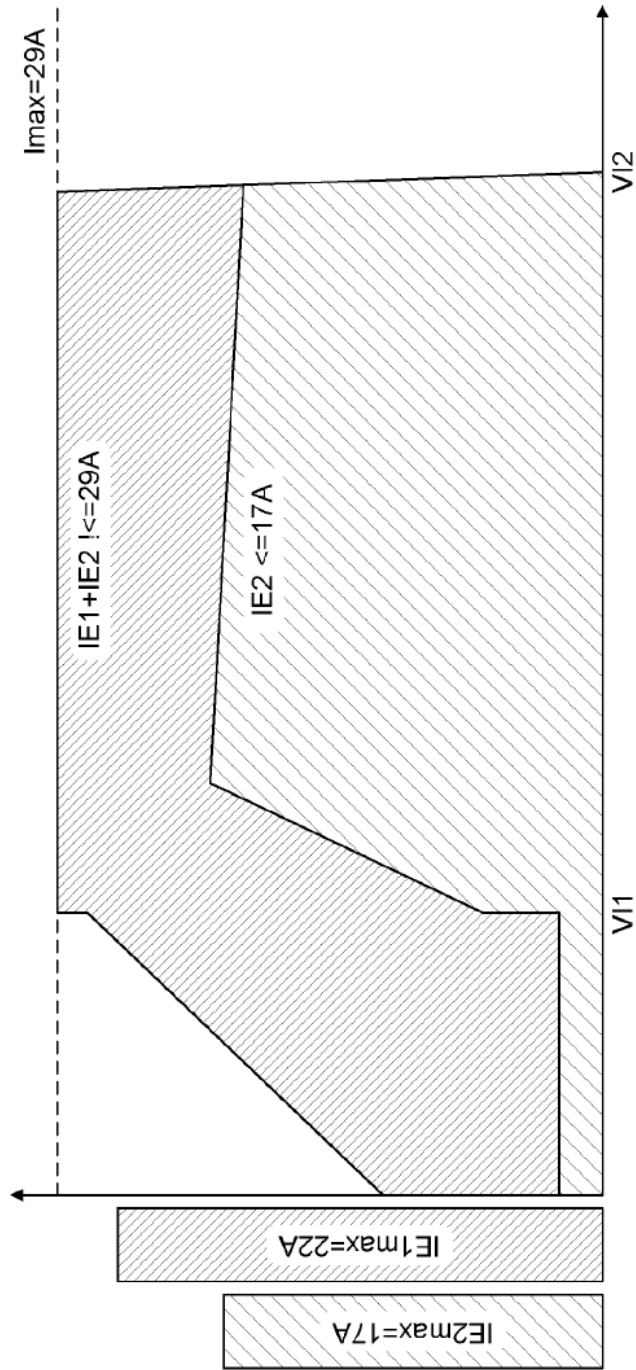


FIG. 5

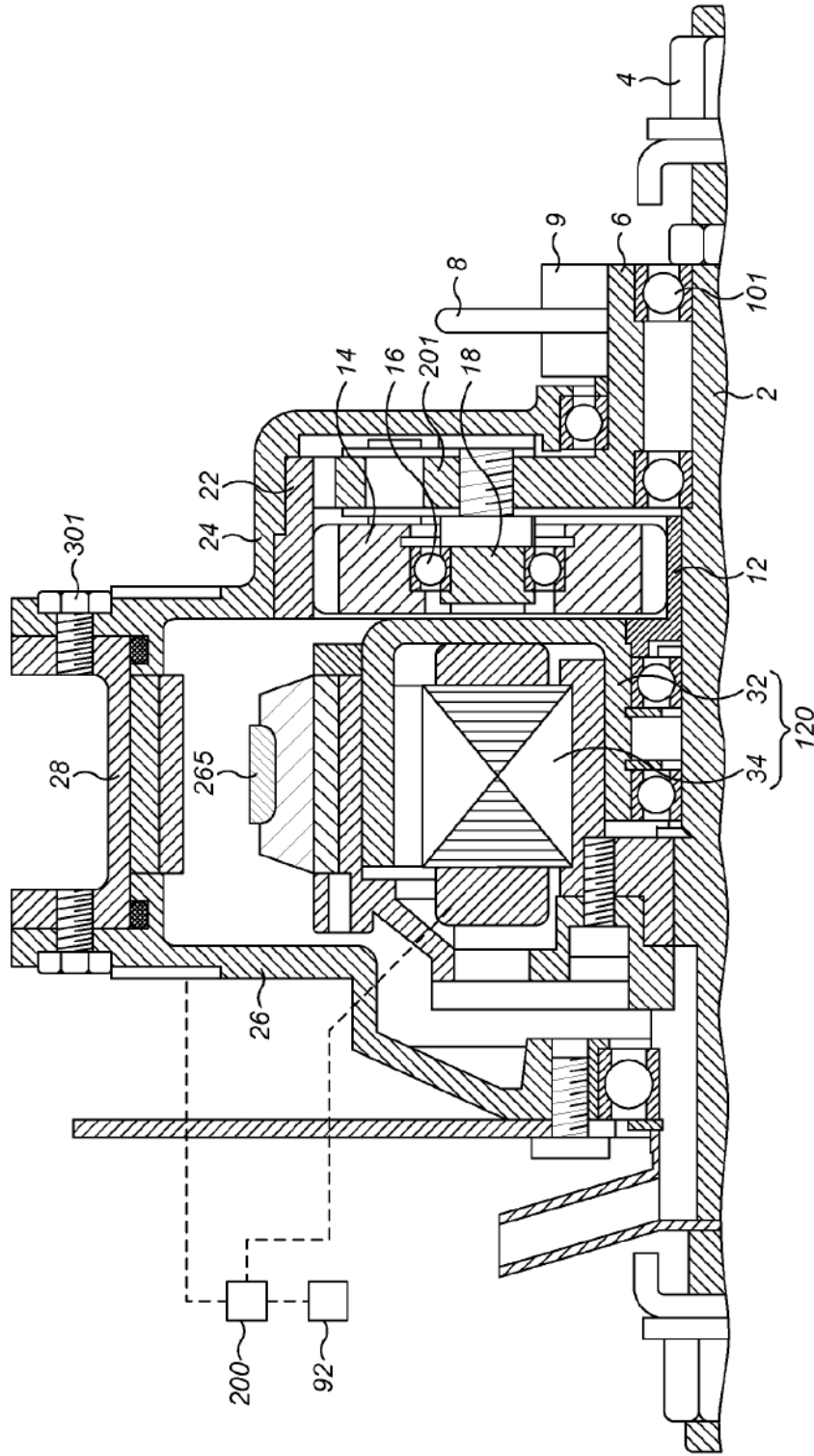


FIG. 6

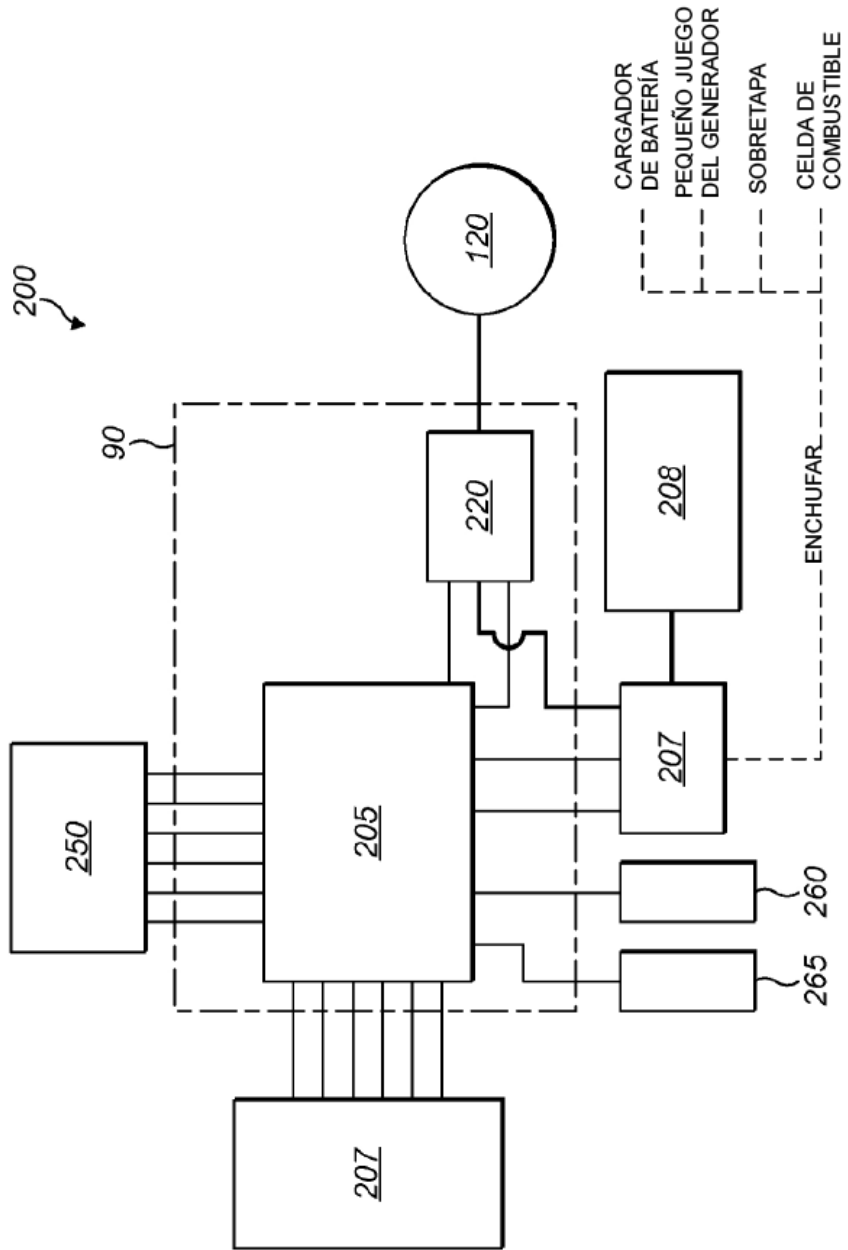


FIG. 7

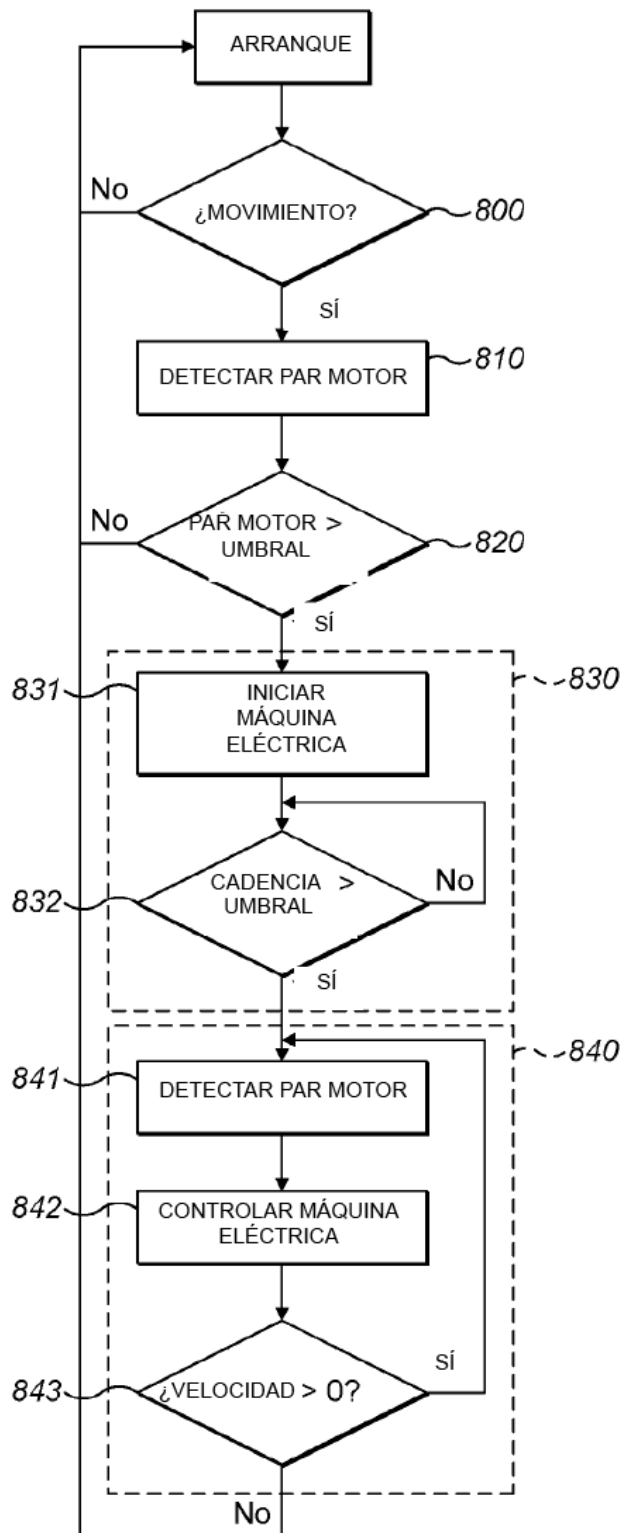


FIG. 8