(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 466 819**

(51) Int. Cl.:
B62M 6/45 (2010.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.09.2011** **E 11182013 (0)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.05.2014** **EP 2436591**

(54) Título: **Aparato de control para bicicleta asistida por motor**

(30) Prioridad:

30.09.2010 JP 2010223012

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
11.06.2014

(73) Titular/es:

HONDA MOTOR CO., LTD. (100.0%)
1-1, Minami-Aoyama 2-chome Minato-ku
Tokyo 107-8556, JP

(72) Inventor/es:

AOKI, KOJI y
KAMIMURA, NAOKI

(74) Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 466 819 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

Aparato de control para bicicleta asistida por motor

Campo técnico

La presente invención se refiere a un aparato de control para una bicicleta asistida por motor que incrementa la frecuencia de carga de una batería.

Antecedentes de la invención

La Patente japonesa número JP 3642364 B, a la que se hace referencia más adelante, describe que una bicicleta con potencia de asistencia energiza un motor para generar una fuerza de asistencia dependiendo de un par de pedaleo aplicado a un cigüeñal, y el motor es controlado para conmutar a un estado regenerativo para cargar la batería si un pico detectado del par de pedaleo es menor que un par de pedaleo determinado dependiendo de la velocidad vehicular de la bicicleta.

Un aparato de control para una bicicleta asistida por motor según el preámbulo de la reivindicación 1 se conoce por JP 2005-014869 A.

Problemas a resolver con la invención

Según la tecnología descrita en la Patente japonesa número JP 3642364 B, se lleva a cabo un proceso de carga regenerativa si el pico detectado del par de pedaleo es menor que el par de pedaleo determinado dependiendo de la velocidad vehicular de la bicicleta. Cuando la fuerza de pedaleo es mayor, dado que la fuerza de pedaleo cambia de un nivel 0 a un pico más alto mientras el cigüeñal efectúa una revolución, no se lleva a cabo un proceso de carga regenerativa y por lo tanto la batería no es eficiente durante un período en el que se aplica un par de pedaleo bajo. En consecuencia, la batería puede no cargarse suficientemente.

La presente invención se ha realizado en vista de los problemas de la técnica anterior. Un objeto de la presente invención es proporcionar un aparato de control para una bicicleta asistida por motor que incrementa la frecuencia de carga de una batería.

Medios para resolver los problemas

Para lograr los objetos anteriores, según una invención expuesta en la reivindicación 1, se facilita un aparato de control (250) para una bicicleta asistida por motor (10) para detectar un par de pedaleo aplicado a un cigüeñal (48) con un sensor de fuerza de pedaleo (110), controlar una unidad de motor (28) de la bicicleta asistida por motor (10) en un proceso de control regenerativo para cargar una batería (44) si el valor de par del par de pedaleo detectado es igual o menor que un nivel predeterminado, y controlar la unidad de motor (28) en un proceso de control de asistencia si el valor de par es mayor que el nivel predeterminado, donde el aparato de control (250) controla la unidad de motor (28) en el proceso de control regenerativo en una posición angular del cigüeñal en la que el valor de par detectado por el sensor de fuerza de pedaleo (110) es igual o menor que el nivel predeterminado, y conmuta del proceso de control regenerativo al proceso de control de asistencia para controlar la unidad de motor (28) en una posición angular del cigüeñal en la que el valor de par detectado por el sensor de fuerza de pedaleo (110) es más alto que el nivel predeterminado.

Además, el aparato de control (250) incluye un detector de información de velocidad de vehículo (66) para detectar un valor de información de velocidad del vehículo que representa una velocidad vehicular de la bicicleta asistida por motor (10), y un corrector de cantidad de control (276) para corregir una cantidad de control del proceso de control de asistencia y una cantidad de control del proceso de control regenerativo en base a un cambio en el valor de información de velocidad del vehículo que es detectado.

Además, el corrector de cantidad de control (276) integra el cambio en el valor de información de velocidad del vehículo que es detectado por el detector de información de velocidad de vehículo (66) dependiendo de su valor positivo o negativo, y si el valor integrado es un valor integral negativo y el valor absoluto del valor integral negativo es mayor que un primer umbral, el corrector de cantidad de control (276) corrige la cantidad de control del proceso de control regenerativo a una cantidad de control reducida dependiendo del valor absoluto del valor integral negativo, y si el valor integrado es un valor integral positivo y el valor absoluto del valor integral positivo es mayor que un segundo umbral, el detector de cantidad de control (276) corrige la cantidad de control del proceso de control de asistencia a una cantidad de control incrementada dependiendo del valor absoluto del valor integral positivo.

Según una invención expuesta en la reivindicación 2, en el aparato de control (250) para la bicicleta asistida por motor (10) según la reivindicación 1, el corrector de cantidad de control (276) corrige la cantidad de control del proceso de control de asistencia y la cantidad de control del proceso de control regenerativo solamente si el valor absoluto del cambio que es detectado por el detector de información de velocidad de vehículo es mayor que un valor

predeterminado.

Según una invención expuesta en la reivindicación 3, en el aparato de control (250) para la bicicleta asistida por motor (10) según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, el corrector de cantidad de control (276) corrige la cantidad de control del proceso de control regenerativo a una cantidad de control incrementada si un valor que se calcula restando el estado de carga al tiempo en el que la bicicleta asistida por motor (10) terminó de usarse en un ciclo previo del estado de carga al tiempo en el que la bicicleta asistida por motor (10) empezó a usarse en el ciclo previo es positivo, y corrige la cantidad de control del proceso de control de asistencia a una cantidad de control incrementada si el valor calculado es negativo.

Según una invención expuesta en la reivindicación 4, en el aparato de control (250) para la bicicleta asistida por motor (10) según la reivindicación 3, el corrector de cantidad de control (276) corrige la cantidad de control del proceso de control de asistencia y la cantidad de control del proceso de control regenerativo solamente si el valor absoluto del valor que se calcula restando el estado de carga al tiempo en el que la bicicleta asistida por motor (10) terminó de usarse en el ciclo previo del estado de carga de la batería (44) al tiempo en el que la bicicleta asistida por motor (10) empezó a usarse en el ciclo previo es mayor que un valor predeterminado.

Según una invención expuesta en la reivindicación 5, en el aparato de control (250) para la bicicleta asistida por motor (10) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, el detector de información de velocidad de vehículo (66) detecta la velocidad vehicular de la bicicleta asistida por motor (10) a partir de la velocidad rotacional de una rueda de la bicicleta asistida por motor (10).

Según una invención expuesta en la reivindicación 6, en el aparato de control (250) para la bicicleta asistida por motor (10) según la reivindicación 1, el aparato de control (250) conmuta del proceso de control de asistencia al proceso de control regenerativo en una posición angular del cigüeñal en la que el valor de par detectado por el sensor de fuerza de pedaleo (110) es igual o menor que el nivel predeterminado y si el valor de información de velocidad del vehículo que es detectado es igual o menor que un valor de velocidad predeterminado, y conmuta del proceso de control regenerativo al proceso de control de asistencia al menos en una posición angular del cigüeñal en la que el valor de par detectado por el sensor de fuerza de pedaleo (110) es mayor que el nivel predeterminado.

Según una invención expuesta en la reivindicación 7, en el aparato de control (250) para la bicicleta asistida por motor (10) según la reivindicación 6, el aparato de control (250) varía el nivel predeterminado y el valor de velocidad predeterminado dependiendo del estado de carga de la batería (44).

Efectos de la invención

Según la invención expuesta en la reivindicación 1, dado que se detecta el par de pedaleo en la posición angular del cigüeñal y el proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo se llevan a cabo selectivamente dependiendo del valor de par del par de pedaleo, se puede crear más estados regenerativos para aumentar la frecuencia de carga de la batería.

Además, la cantidad de control del proceso de control de asistencia y la cantidad de control del proceso de control regenerativo son corregidas en base a un cambio en el valor de información de velocidad del vehículo que es indicativo de la velocidad de la bicicleta asistida por motor. Por lo tanto, se puede reducir las variaciones de la velocidad rotacional del cigüeñal debidas a conmutación entre el proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo mientras el cigüeñal gira, para conmutar por ello entre el proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo mientras que el cigüeñal realiza media revolución sin hacer que el motorista de la bicicleta asistida por motor tenga una sensación extraña.

Además, si la velocidad rotacional del cigüeñal cambia en gran medida a una velocidad rotacional reducida durante el proceso de control regenerativo, entonces la cantidad de control del proceso de control regenerativo se puede reducir para minimizar la reducción de la velocidad rotacional de los pedales, y si la velocidad rotacional del cigüeñal está aumentando de forma continua debido al proceso de control de asistencia, entonces el proceso de control de asistencia se incrementa para lograr rápidamente una velocidad del vehículo deseada por el motorista de la bicicleta asistida por motor. El proceso de control regenerativo se realiza minimizando al mismo tiempo las variaciones de la velocidad rotacional de los pedales, y el proceso de control de asistencia se puede realizar de la manera esperada por el motorista de la bicicleta asistida por motor.

Según la invención expuesta en la reivindicación 2, la cantidad de control del proceso de control de asistencia y la cantidad de control del proceso de control regenerativo son corregidas solamente si el valor absoluto de un cambio en el valor de información de velocidad del vehículo es mayor que el valor predeterminado. En consecuencia, se puede evitar que la conducibilidad de la bicicleta asistida por motor disminuya por corrección excesiva.

Según la invención expuesta en la reivindicación 3, el corrector de cantidad de control corrige la cantidad de control del proceso de control regenerativo a una cantidad de control incrementada si un valor que se calcula restando el estado de carga de la batería al tiempo en el que la bicicleta asistida por motor terminó de usarse en un ciclo previo

del estado de carga de la batería al tiempo en el que la bicicleta asistida por motor empezó a usarse en el ciclo previo es positivo, y corrige la cantidad de control del proceso de control de asistencia a una cantidad de control incrementada si el valor calculado es negativo. Por lo tanto, el estado de carga de la batería se puede mantener bien. Específicamente, si el proceso de control regenerativo se realizó más que el proceso de control de asistencia cuando la bicicleta asistida por motor se usó en el ciclo previo, entonces la relación de asistencia se incrementa, y si el proceso de control de asistencia se realizó más que el proceso de control regenerativo cuando la bicicleta asistida por motor se usó en el ciclo previo, entonces la relación regenerativa se incrementa. De esta manera, el estado de carga de la batería se puede mantener bien.

Según la invención expuesta en la reivindicación 4, el corrector de cantidad de control corrige la cantidad de control del proceso de control de asistencia y la cantidad de control del proceso de control regenerativo solamente si el valor absoluto del valor que se calcula restando el estado de carga de la batería al tiempo en el que la bicicleta asistida por motor terminó de usarse en el ciclo previo del estado de carga de la batería al tiempo en el que la bicicleta asistida por motor empezó a usarse en el ciclo previo es mayor que un valor predeterminado. En consecuencia, el proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo pueden ser realizados con las cantidades de control estables para permitir que el estado de carga (SOC) de la batería 44 varíe suavemente.

Según la invención expuesta en la reivindicación 5, dado que el detector de información de velocidad de vehículo detecta la velocidad vehicular de la bicicleta asistida por motor a partir de la velocidad rotacional de la rueda, la información de velocidad vehicular de la bicicleta asistida por motor se puede detectar bien.

Según la invención expuesta en la reivindicación 6, dado que el proceso de control regenerativo se lleva a cabo si el valor de par es igual o menor que un nivel predeterminado y el valor de información de velocidad del vehículo es igual o menor que un valor de velocidad predeterminado, el proceso de control regenerativo se puede llevar a cabo dentro de un rango de velocidad deseado por el motorista de la bicicleta asistida por motor, haciendo efectiva la batería durante un período de tiempo más largo.

Según la invención expuesta en la reivindicación 7, en la medida en que el nivel predeterminado y el valor de velocidad predeterminado se cambian dependiendo del estado de carga de la batería, cuando el estado de carga de la batería es bajo, la frecuencia de un proceso de carga regenerativa se incrementa para evitar que la batería se sobrecargue, y cuando el estado de carga de la batería es alto, la frecuencia de un proceso de asistencia se incrementa para evitar que la batería se sobrecargue.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista en alzado lateral izquierdo de una bicicleta asistida por motor (bicicleta asistida).

La figura 2 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea II-II a través de un dispositivo de detección de fuerza de pedaleo representado en la figura 1.

La figura 3 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea II-II a través de un dispositivo de detección de fuerza de pedaleo representado en la figura 1 donde un elemento hueco de transmisión de par se ha construido como un elemento único.

La figura 4 es una vista en sección transversal fragmentaria tomada a lo largo de la línea IV-IV de la figura 1.

La figura 5 es una vista en perspectiva de una unidad de presentación representada en la figura 1.

La figura 6 es un diagrama de bloques que representa la configuración eléctrica de un aparato de control de la bicicleta asistida.

Las figuras 7A a 7C son diagramas que representan mapas de decisión almacenados en una zona de almacenamiento de mapas de decisión de una unidad de almacenamiento, representando la figura 7A un mapa de decisión de carga baja, la figura 7B un mapa de decisión normal, y la figura 7C un mapa de decisión de carga alta.

La figura 8 es un diagrama que representa estados cargados de una batería al tiempo en el que el mapa de decisión de carga baja, el mapa de decisión normal, y el mapa de decisión de carga alta son seleccionados por un selector de mapa de decisión.

Las figuras 9A y 9B son diagramas que representan mapas de corrección de valor integrado ΔV almacenados en una zona de almacenamiento de mapas de corrección de valor de integración de la unidad de almacenamiento, representando la figura 9A un mapa de corrección de valor de integración -ΔV y la figura 9B un mapa de corrección de valor de integración +ΔV.

Las figuras 10A y 10B son diagramas que representan mapas de corrección ΔSOC almacenados en una zona de almacenamiento de mapas de corrección ΔSOC de la unidad de almacenamiento, representando la figura 10A un

mapa de corrección +ΔSOC y la figura 10B un mapa de corrección -ΔSOC.

La figura 11 es un diagrama de flujo de una secuencia de operación de un proceso de control de asistencia y un proceso de control regenerativo que se realizan por el aparato de control para la bicicleta asistida.

La figura 12 es un diagrama de flujo de una secuencia de operación del proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo que se realizan por el aparato de control para la bicicleta asistida.

La figura 13 es un diagrama de flujo de una secuencia de operación del proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo que se realizan por el aparato de control para la bicicleta asistida.

La figura 14 es un diagrama de flujo de una secuencia de operación del proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo que se realizan por el aparato de control para la bicicleta asistida.

La figura 15 es un diagrama que representa valores de par T que son detectados por un sensor de fuerza de pedaleo mientras el motorista está moviendo la bicicleta asistida por pedaleo.

La figura 16 es un diagrama de flujo de una secuencia de operación realizada por el aparato de control para parar la bicicleta asistida.

Modo de llevar a la práctica la invención

Un dispositivo de detección de fuerza de pedaleo y un aparato de control para una bicicleta asistida por motor se describirán a continuación en detalle según una realización preferida de la presente invención con referencia a los dibujos acompañantes.

La figura 1 es una vista en alzado lateral izquierdo de una bicicleta asistida por motor (bicicleta asistida) 10. La bicicleta asistida 10 incluye mecanismos o componentes que se han dispuesto simétricamente como pares en los lados izquierdo y derecho del cuerpo de la bicicleta. Los del lado izquierdo se indican con los números de referencia con un sufijo “L”, y los del lado derecho con los números de referencia con un sufijo “R”. La bicicleta asistida 10 incluye un tubo delantero 12 colocado en una porción delantera del cuerpo de la bicicleta, un bastidor descendente 14 que se extiende hacia atrás y hacia abajo del tubo delantero 12, un tubo de asiento 16 que se extiende hacia arriba del extremo trasero del bastidor descendente 14, y un bastidor superior 18 que se extiende hacia atrás del tubo delantero 12 encima del bastidor descendente 14 y conectado al tubo de asiento 16.

Un manillar 22 está conectado al extremo superior de un eje de dirección 20 y tiene una porción sustancialmente intermedia mantenida rotativamente por el tubo delantero 12. Una rueda delantera WF es soportada rotativamente por un par de elementos de horquilla delantera 24L, 24R dispuestos en la porción delantera del cuerpo de la bicicleta y que se extienden desde el extremo delantero del eje de dirección 20. La rueda delantera WF tiene un cubo 26 que incorpora una unidad de motor 28 y una pluralidad de radios 30 unidos a la superficie circunferencial exterior del cubo 26.

Un par de chapas 32L, 32R está dispuesto detrás del tubo de asiento 16. Una rueda trasera WR es soportada rotativamente por los extremos traseros de un par de elementos de horquilla trasera 34L, 34R que se extienden hacia atrás de las chapas 32L, 32R. Un par de soportes 36L, 36R está dispuesto debajo del bastidor superior 18 y se extienden hacia atrás y hacia abajo del tubo de asiento 16. Los soportes 36L, 36R están conectados a los respectivos elementos de horquilla trasera 34L, 34R.

El bastidor descendente 14 y el tubo de asiento 16 soportan un dispositivo de detección de fuerza de pedaleo 38. Un asiento 40 está montado en el extremo superior de un poste de asiento 42, que está montado en el tubo de asiento 16, para ajustar la posición vertical del asiento 40. El bastidor superior 18 aloja una batería 44 para energizar la unidad de motor 28. La batería 44 se aloja en el bastidor superior 18 contra extracción de la bicicleta asistida 10. Por lo tanto, la batería 44 se puede cargar solamente por la potencia eléctrica regenerativa que genera la unidad de motor 28. Sin embargo, la batería 44 se puede hacer extraíble de modo que se pueda cargar con un cargador.

Un cigüeñal 48 se extiende transversalmente a través del cuerpo de la bicicleta a través del dispositivo de detección de fuerza de pedaleo 38 y un piñón (elemento de accionamiento de rueda trasera) 46. Una manivela 52L con un pedal 50L y una manivela 52R con un pedal 50R están acopladas a los respectivos extremos opuestos del cigüeñal 48. Cuando el motorista acciona los pedales 50L, 50R, se aplica un par de pedaleo (potencia) al cigüeñal 48. El par de pedaleo aplicado al cigüeñal 48 gira el piñón 46. La rotación del piñón 46 es transmitida a través de una cadena 54 a un piñón de rueda trasera 56 en la rueda trasera WR, girando la rueda trasera WR. El piñón 46, la cadena 54, y el piñón de rueda trasera 56 funcionan como un mecanismo de accionamiento.

Los elementos de horquilla delantera 24L, 24R soportan encima un freno en voladizo de rueda delantera 58 para parar la rotación de la rueda delantera WF. Los soportes 36L, 36R soportan encima un freno en voladizo de rueda trasera 60 para parar la rotación de la rueda trasera WR. El manillar 22 tiene empuñaduras 62L, 62R y palancas de

freno 64L, 64R. Cuando se acciona la palanca de freno 64R, se acciona el freno en voladizo de rueda delantera 58. Cuando se acciona la palanca de freno 64L, se acciona el freno en voladizo de rueda trasera 60.

Un sensor de velocidad del vehículo (detector de información de velocidad de vehículo) 66 sirve para detectar una velocidad del vehículo a partir de la velocidad rotacional de la rueda trasera WR (rueda de vehículo). Un velocímetro, no representado, para presentar la velocidad vehicular de la bicicleta asistida 10 detectada por el sensor de velocidad del vehículo 66 y una unidad de presentación 68 están montados en una porción superior del manillar 22. Un faro 70 está montado en una porción delantera del manillar 22. El sensor de velocidad del vehículo 66 puede detectar una velocidad del vehículo a partir de la velocidad rotacional de la rueda delantera WF (rueda de vehículo). En tal caso, el sensor de velocidad del vehículo 66 se coloca en una posición donde pueda detectar la velocidad rotacional de la rueda delantera WF.

La figura 2 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea II-II a través del dispositivo de detección de fuerza de pedaleo 38 representado en la figura 1. El dispositivo de detección de fuerza de pedaleo 38 incluye un mecanismo para girar el piñón 46 cuando el motorista acciona los pedales 50L, 50R en una dirección (dirección normal) para mover la bicicleta asistida 10 hacia delante y parar el piñón 46 de modo que no gire cuando el motorista accione los pedales 50L, 50R en una dirección opuesta a la dirección normal. Específicamente, el dispositivo de detección de fuerza de pedaleo 38 incluye una caja 100, un elemento hueco de transmisión de par 102 dispuesto en la caja 100 y montado sobre la superficie circunferencial exterior del cigüeñal 48, un medio de embrague unidireccional 104 dispuesto en la caja 100 entre el cigüeñal 48 y un lado (lado inferior en la figura 2) del elemento hueco de transmisión de par 102, un accionador 106 para energizar un motor sin escobillas de la unidad de motor 28, y un controlador 108 para realizar un proceso de control PWM, etc, en el accionador 106.

El medio de embrague unidireccional 104 incluye una estructura para transmitir el par de pedaleo del cigüeñal 48 al elemento hueco de transmisión de par 102 cuando los pedales 50L, 50R son accionados en la dirección normal y evitar que el par de pedaleo del cigüeñal 48 sea transmitido al elemento hueco de transmisión de par 102 cuando los pedales 50L, 50R sean accionados en la dirección opuesta a la dirección normal. El piñón 46 está conectado al otro lado (lado superior en la figura 2) del elemento hueco de transmisión de par 102. Específicamente, el otro lado del elemento hueco de transmisión de par 102 tiene acanaladuras, estando montado el piñón 46 sobre las acanaladuras.

Cuando los pedales 50L, 50R son accionados en la dirección normal, el cigüeñal 48 se hace girar, haciendo que el medio de embrague unidireccional 104 gire el elemento hueco de transmisión de par 102. El piñón 46 se gira para impulsar la bicicleta asistida 10 hacia delante. Cuando los pedales 50L, 50R son accionados en la dirección opuesta a la dirección normal, el cigüeñal 48 se hace girar, pero se evita que el elemento hueco de transmisión de par 102 gire por el medio de embrague unidireccional 104. Por lo tanto, cuando los pedales 50L, 50R son accionados en la dirección opuesta a la dirección normal, el piñón 46 no se hace girar y por lo tanto la bicicleta asistida 10 no es impulsada hacia delante.

El par de pedaleo aplicado al cigüeñal 48 es detectado por un sensor de fuerza de pedaleo (sensor magnetoestrictivo) 110 que está colocado de forma relativamente rotativa en el elemento hueco de transmisión de par 102. El sensor de fuerza de pedaleo 110 incluye dos bobinas de detección 112, 114 y una película magnética 116 dispuesta en una superficie circunferencial exterior del elemento hueco de transmisión de par 102 en relación frontal a las bobinas de detección 112, 114. El sensor de fuerza de pedaleo 110 convierte un cambio en la inductancia de las bobinas de detección 112, 114 que es producido por una torsión generada cuando el elemento hueco de transmisión de par 102 se hace girar, a un voltaje, y envía el voltaje al controlador 108.

El elemento hueco de transmisión de par 102 incluye un primer elemento hueco 118 que se hace girar por el par de pedaleo aplicado desde el cigüeñal 48 y es soportado por su lado, montándose el sensor de fuerza de pedaleo 110 en la superficie circunferencial exterior del primer elemento hueco 118, y un segundo elemento hueco 120 montado en el otro lado del primer elemento hueco 118 y conectado al piñón 46 a distancia de la región de encaje. El primer elemento hueco 118 y el segundo elemento hueco 120 se mantienen en enganche de encaje y contacto uno con otro en la región de encaje. Dado que el elemento hueco de transmisión de par 102 incluye el primer elemento hueco 118 y el segundo elemento hueco 120, la región de encaje donde se mantienen en enganche de encaje y contacto uno con otro es capaz de reducir el efecto adverso de la fuerza de torsión desarrollada por la relación entre la fuerza que tiende a bajar el cigüeñal 48 hacia delante y hacia abajo al tiempo en que se aplica una fuerza de pedaleo fuerte y la fuerza aplicada desde la cadena 54 al piñón 46. En consecuencia, se reduce el efecto adverso de la torsión generada en el sensor de fuerza de pedaleo 110, incrementando por ello la exactitud de detección del sensor de fuerza de pedaleo 110.

El primer elemento hueco 118 incluye una primera porción de enganche 122 que engancha el cigüeñal 48 en su lado cerca del medio de embrague unidireccional 104. El segundo elemento hueco 120 incluye una segunda porción de enganche 124 que engancha el cigüeñal 48 en la región de encaje donde el primer elemento hueco 118 y el segundo elemento hueco 120 se mantienen en enganche de encaje y contacto uno con otro, y una tercera porción de enganche 126 que engancha el cigüeñal 48 en una región donde el segundo elemento hueco 120 está conectado al piñón 46. Dado que el cigüeñal 48 es soportado en tres posiciones, es decir, por la primera porción de enganche

122, la segunda porción de enganche 124, y la tercera porción de enganche 126, se reduce la torsión desarrollada en el elemento hueco de transmisión de par 102 por la relación entre la fuerza que tiende a bajar el cigüeñal 48 hacia delante y hacia abajo y la fuerza aplicada desde la cadena 54 al piñón 46, incrementando por ello la exactitud de detección del sensor de fuerza de pedaleo 110.

El cigüeñal 48 se soporta rotativamente en la caja 100 por un soporte (primer soporte) 128 que está dispuesto hacia fuera del medio de embrague unidireccional 104. El elemento hueco de transmisión de par 102 y el cigüeñal 48 se soportan rotativamente en la caja 100 por un soporte (segundo soporte) 130 que está dispuesto en una posición entre la segunda porción de enganche 124 y la tercera porción de enganche 126. Dado que el soporte 130 está dispuesto entre la segunda porción de enganche 124 y la tercera porción de enganche 126, la fuerza aplicada al cigüeñal 48 es soportada bien por el soporte 130 a través del segundo elemento hueco 120, dando lugar a un aumento de la exactitud de detección del sensor de fuerza de pedaleo 110.

El cigüeñal 48 incluye una arista de tope de empuje 132 contra la que la segunda porción de enganche 124 del segundo elemento hueco 120 se mantiene en contacto a lo largo de una dirección de empuje del cigüeñal 48. En otros términos, la segunda porción de enganche 124 y la arista de tope de empuje 132 impiden que el elemento hueco de transmisión de par 102 se mueva en la dirección de empuje. Por lo tanto, se evita que el elemento hueco de transmisión de par 102 sea desplazado en la dirección de empuje, dando lugar a un aumento de la exactitud de detección del sensor de fuerza de pedaleo 110.

El primer elemento hueco 118 incluye además un tercer elemento hueco 134 que soporta en su extremo un elemento exterior del medio de embrague unidireccional 104 y un cuarto elemento hueco 136 que encaja en el tercer elemento hueco 134 en su otro extremo. El segundo elemento hueco 120 está montado en el cuarto elemento hueco 136 en el lado opuesto de la región donde el cuarto elemento hueco 136 está montado en el tercer elemento hueco 134. El sensor de fuerza de pedaleo 110 está dispuesto alrededor de la superficie circunferencial exterior del cuarto elemento hueco 136. Dado que el primer elemento hueco 118 incluye el tercer elemento hueco 134 y el cuarto elemento hueco 136, la región donde el tercer elemento hueco 134 y el cuarto elemento hueco 136 se mantiene en enganche de interencaje uno con otro y la región donde el cuarto elemento hueco 136 y el segundo elemento hueco 120 se mantienen en enganche de interencaje uno con otro son capaces de reducir el efecto adverso de la fuerza de la torsión que se desarrolla por la relación entre la fuerza que tiende a bajar el cigüeñal 48 hacia delante y hacia abajo al tiempo en que se aplica una fuerza de pedaleo fuerte y la fuerza aplicada desde la cadena 54 al piñón 46. En consecuencia, se reduce el efecto adverso de la torsión generada en el sensor de fuerza de pedaleo 110, incrementando por ello la exactitud de detección del sensor de fuerza de pedaleo 110.

Como se representa en la figura 3, el elemento hueco de transmisión de par 102 se puede construir como un elemento único. La figura 3 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea II-II a través del dispositivo de detección de fuerza de pedaleo 38 representado en la figura 1 donde el elemento hueco de transmisión de par 102 se ha construido como un elemento único. Las partes representadas en la figura 3 que son de estructura idéntica a las representadas en la figura 2 se indican con números de referencia idénticos. En la figura 3, dado que el cigüeñal 48 también es soportado en tres posiciones, es decir, por la primera porción de enganche 122, la segunda porción de enganche 124, y la tercera porción de enganche 126, se reduce la torsión que se desarrolla en el elemento hueco de transmisión de par 102 por la relación entre la fuerza que tiende a bajar el cigüeñal 48 hacia delante y hacia abajo y la fuerza aplicada desde la cadena 54 al piñón 46, incrementando por ello la exactitud de detección del sensor de fuerza de pedaleo 110.

La figura 4 es una vista en sección transversal fragmentaria tomada a lo largo de la línea IV-IV de la figura 1. La unidad de motor 28 que se incorpora al cubo 26 está fijada al elemento de horquilla delantera izquierdo 24L por un tornillo axial 150L y una tuerca 152L y al elemento de horquilla delantera derecho 24R por un tornillo axial 150R y una tuerca 152R. Los tornillos axiales 150L, 150R sirven como un eje rotacional de la rueda delantera WF. La unidad de motor 28 incluye un motor sin escobillas 160 dispuesto en un espacio definido por una caja izquierda 156 y una caja derecha 158, y un sensor de polo magnético 162 para detectar el desplazamiento angular del motor sin escobillas 160. El motor sin escobillas 160 pertenece a la técnica conocida y no se describirá con detalle a continuación. El motor sin escobillas 160 incluye un rotor 166 que tiene imanes permanentes 164 de polos N y S que están dispuestos alternativamente circunferencialmente, y un estator 168 que tiene bobinas de estator en fases U, V, W para generar un campo magnético rotativo para girar el rotor 166. El rotor 166 tiene un eje rotacional que sirve como un eje de accionamiento 170 de la unidad de motor 28. El sensor de polo magnético 162 incluye una serie de imanes 172 rotativos al unísono con el eje rotacional del rotor 166 y un CI Hall 174 para detectar la serie de imanes 172. El CI Hall 174 se mantiene por un alojamiento de CI Hall 176 en relación frontal a la serie de imanes 172. La serie de imanes 172 incluye una pluralidad de imanes dispuestos a lo largo de la dirección circunferencial del motor sin escobillas 160, es decir, tantos imanes como el número de los imanes permanentes 164 del rotor 166. Los imanes de la serie de imanes 172 incluyen imanes de polo N e imanes de polo S que están dispuestos alternativamente. El alojamiento de CI Hall 176 está montado en la caja izquierda 156, y el motor sin escobillas 160 está montado en la caja derecha 158.

El eje de accionamiento 170 de la unidad de motor 28 está conectado a un primer engranaje de accionamiento 178 que se mantiene en engrane de accionamiento con un primer engranaje movido 182 montado en un eje de

engranaje 180 que se soporta rotativamente en la caja derecha 158. Por lo tanto, la rotación del primer engranaje de accionamiento 178 es transmitida al primer engranaje movido 182. El eje de engranaje 180 también soporta encima un segundo engranaje de accionamiento 184. Cuando el eje de accionamiento 170 se hace girar, el primer engranaje movido 182 gira, girando el eje de engranaje 180. La rotación del eje de engranaje 180 hace que el segundo engranaje de accionamiento 184 gire. El cubo 26 es soportado rotativamente en la unidad de motor 28 por un cojinete 186 montado en la caja izquierda 156 y un soporte 188 montado en la caja derecha 158. El cubo 26 puede girar así alrededor de los tornillos axiales 150L, 150R, haciendo rotativa la rueda delantera WF.

El cubo 26 incluye una chapa de cubo izquierda 190 y una chapa de cubo derecha 194 fijada a la chapa de cubo izquierda 190 con tornillos 192. El cojinete 186 está dispuesto entre la chapa de cubo izquierda 190 y la caja izquierda 156, y el soporte 188 está dispuesto entre la chapa de cubo derecha 194 y la caja derecha 158. La chapa de cubo derecha 194 incluye un segundo engranaje movido 196 mantenido en engrane con el segundo engranaje de accionamiento 184. Por lo tanto, la potencia de accionamiento de la unidad de motor 28 es transmitida a través del primer engranaje de accionamiento 178, el primer engranaje movido 182, el segundo engranaje de accionamiento 184, y el segundo engranaje movido 196 al cubo 26, girando el cubo 26. En consecuencia, la rueda delantera WF se hace girar por la potencia de accionamiento procedente de la unidad de motor 28.

El controlador 108 realiza un proceso de control PWM en el accionador 106 para permitir que el motor sin escobillas 160 genere un par de asistencia que se determina por una relación de asistencia dependiendo del par de pedaleo aplicado al cigüeñal 48 y la velocidad vehicular de la bicicleta asistida 10. El accionador 106 incluye una pluralidad de elementos de conmutación en una pluralidad de fases (fases U, V, W en la presente realización). El controlador 108 enciende y apaga selectivamente los elementos de conmutación en las fases U, V, W en una relación de trabajo predeterminada para realizar el proceso de control PWM en el accionador 106. Según el proceso de control PWM, el accionador 106 convierte una corriente continua procedente de la batería 44 a corrientes alternas trifásicas, que son suministradas a las bobinas de estator en las fases U, V, W del motor sin escobillas 160 para girar el eje de accionamiento 170.

Cuando el eje de accionamiento 170 del motor sin escobillas 160 gira en una carretera en pendiente, las bobinas de estator en las fases U, V, W generan corrientes alternas trifásicas. El controlador 108 realiza el proceso de control PWM en el accionador 106 para convertir las corrientes alternas trifásicas a una corriente continua. La corriente continua es suministrada para cargar la batería 44. De esta manera, se regenera y se suministra energía eléctrica para cargar la batería 44. El controlador 108 incluye un circuito de reloj y también funciona como un temporizador.

La figura 5 es una vista en perspectiva de la unidad de presentación 68. La unidad de presentación 68 incluye una ranura (unidad de montaje de medio) 202 para montar en ella una tarjeta de memoria (medio) 200, un botón de expulsión 204 para expulsar mecánicamente la tarjeta de memoria montada 200 de la ranura 202, y un interruptor de potencia 206. La unidad de presentación 68 también incluye una zona de presentación de asistencia/regeneración 208 para presentar si actualmente la bicicleta asistida 10 es asistida o regenera potencia eléctrica para cargar la batería 44, una zona de presentación de modo 210 para presentar un modo presente, una zona de presentación de memoria 212 para presentar si la tarjeta de memoria 200 está montada o no, una zona de presentación de faro 214 para presentar si el faro 70 de la bicicleta asistida 10 esté encendido o no, y una zona de presentación de nivel de batería 216 para presentar el nivel de energía almacenado presente de la batería 44.

El interruptor de potencia 206 sirve para activar el suministro de potencia de la bicicleta asistida 10. La unidad de presentación 68 incluye un elemento fotoemisor, no representado, para iluminar el interruptor de potencia 206 cuando el interruptor de potencia 206 está encendido.

La zona de presentación de asistencia/regeneración 208 sirve para presentar si la bicicleta asistida 10 es actualmente asistida o está regenerando potencia eléctrica para cargar la batería 44, y también para indicar el grado en que la bicicleta asistida 10 es asistida y la batería 44 se carga con energía eléctrica regenerada. Específicamente, la zona de presentación de asistencia/regeneración 208 incluye una pluralidad de zonas fotoemisoras 220 (220a, 220b) dispuestas en una serie vertical. Las zonas fotoemisoras de la mitad superior 220a (tres zonas fotoemisoras) encima de una línea central 218 son zonas para indicar que la bicicleta asistida 10 es asistida actualmente, y las zonas fotoemisoras de la mitad inferior 220b (tres zonas fotoemisoras) debajo de la línea central 218 son zonas para indicar que la bicicleta asistida 10 está regenerando actualmente potencia eléctrica para cargar la batería 44. Las zonas fotoemisoras de la mitad superior 220a se iluminan selectivamente dependiendo del grado en que la bicicleta asistida 10 es asistida, y las zonas fotoemisoras de la mitad inferior 220b se iluminan selectivamente dependiendo del grado en que la batería 44 se carga con energía eléctrica regenerada.

Por ejemplo, las tres zonas fotoemisoras de la mitad superior 220a presentan el grado en que la bicicleta asistida 10 es asistida en tres niveles. Si el grado en que la bicicleta asistida 10 es asistida (la cantidad de energía eléctrica descargada de la batería 44) está al nivel 1 (más bajo), se ilumina la zona fotoemisora 220a que está más próxima a la línea central 218. Si el grado en que la bicicleta asistida 10 es asistida está al nivel 3 (más alto), entonces se iluminan todas las zonas fotoemisoras 220a. Las tres zonas fotoemisoras de la mitad inferior 220b presentan el grado en que la batería 44 se carga con energía eléctrica regenerada en tres niveles. Si el grado en que la batería 44 se carga con energía eléctrica regenerada (la cantidad de energía eléctrica suministrada para cargar la batería

44) está en el nivel 1 (más bajo), entonces se ilumina la zona fotoemisora 220b que es más próxima a la línea central 218. Si el grado en que la batería 44 se carga con energía eléctrica regenerada está en el nivel 3 (más alto), entonces se iluminan todas las zonas fotoemisoras 220b. El grado en que la bicicleta asistida 10 es asistida es más alto en proporción a la cantidad de control de un proceso de control de asistencia a realizar en la bicicleta asistida 10, y el grado en que la batería 44 se carga con energía eléctrica regenerada es más alto en proporción a la cantidad de control de un proceso de control regenerativo a realizar en la bicicleta asistida 10.

La zona de presentación de modo 210 sirve para presentar un modo puesto actualmente. Específicamente, la zona de presentación de modo 210 incluye tres modos “POTENCIA”, “AUTO”, “ECO” que se indican en la zona de presentación de modo 210, y zonas fotoemisoras 222 en el lado izquierdo de los modos indicados, cada una para presentar un modo puesto actualmente. Por ejemplo, si se ilumina la zona fotoemisora 222 en el lado izquierdo del modo indicado “POTENCIA”, entonces indica que el modo puesto actualmente es el modo “POTENCIA”. Si se ilumina la zona fotoemisora 222 en el lado izquierdo del modo indicado “ECO”, entonces indica que el modo puesto actualmente es el modo “ECO”. La zona de presentación de modo 210 también incluye un interruptor de cambio de modo 224 para cambiar los modos a poner. El motorista de la bicicleta asistida 10 puede cambiar los modos a poner pulsando el interruptor de cambio de modo 224. El modo “POTENCIA” es un modo para incrementar la potencia de asistencia. El modo “ECO” es un modo para incrementar la energía eléctrica para cargar la batería 44. El modo “AUTO” es un modo para incrementar automáticamente la potencia de asistencia o incrementar la energía eléctrica para cargar la batería 44 dependiendo de las condiciones de marcha de la bicicleta asistida 10.

La zona de presentación de memoria 212 se ilumina cuando la tarjeta de memoria 200 está montada en la ranura 202. La zona de presentación de faro 214 se ilumina cuando el faro 70 está energizado. La zona de presentación de nivel de batería 216 sirve para presentar el nivel de energía almacenado actualmente restante de la batería 44. Las zonas de presentación y las zonas fotoemisoras se iluminan cuando elementos fotoemisores (por ejemplo, LEDs) o análogos combinados con ellas están energizados. La unidad de presentación 68 incluye los elementos fotoemisores y un accionador (no representado) para energizar los elementos fotoemisores. El accionador es controlado por el controlador 108.

La figura 6 es un diagrama de bloques que representa la configuración eléctrica de un aparato de control 250 de la bicicleta asistida 10. El aparato de control 250 incluye el sensor de fuerza de pedaleo 110, el sensor de velocidad de vehículo 66, el controlador 108, y una unidad de almacenamiento 252. El controlador 108 incluye un detector de estado de carga 260, un selector de mapa de decisión 262, un determinador de modo 264, un procesador ΔV 266, un integrador ΔV 268, un controlador de asistencia 270, un controlador regenerativo 272, un calculador ΔSOC 274, un corrector de cantidad de control 276, un controlador transitorio de asistencia 278, una sección de establecimiento de coeficiente transitorio 280, y un detector de velocidad rotacional de cigüeñal 282. El controlador 108 incluye un ordenador (procesador de información) tal como una CPU o análogos, que ejecuta programas dados para funcionar como el controlador 108. Los programas pueden estar almacenados en la unidad de almacenamiento 252 o pueden estar almacenados en un medio de registro, no representado.

La unidad de almacenamiento 252 incluye al menos una zona de almacenamiento de mapas de decisión 290 que almacena una pluralidad de mapas de decisión (medios de decisión), una zona de almacenamiento de mapa de corrección de valor integrado 292 que almacena mapas de corrección de valor integrado ΔV, una zona de almacenamiento de mapas de corrección ΔSOV 294 que almacena mapas de corrección ΔSOC, y una zona de almacenamiento de coeficientes de corrección ΔSOC 296 que almacena coeficientes de corrección ΔSOC para el proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo.

El detector de estado de carga 260 detecta el SOC presente (estado de carga) de la batería 44, es decir, el nivel de energía almacenado restante de la batería 44. La batería 44 se combina con un sensor de voltaje y un sensor de corriente, no representado. El detector de estado de carga 260 detecta el SOC presente de la batería 44 en base a un voltaje a través de la batería 44 que es detectado por el sensor de voltaje y una corriente que circula a través de la batería 44 que es detectada por el sensor de corriente.

El selector de mapa de decisión 262 selecciona un mapa de decisión a usar de los mapas de decisión almacenados en la unidad de almacenamiento 252 en base al SOC detectado por el detector de estado de carga 260. Cada uno de los mapas de decisión almacenados en la unidad de almacenamiento 252 determina si el modo de asistencia o el modo regenerativo se ha de realizar en base al valor de par T de un par de pedaleo y el valor de información de velocidad de vehículo V que indica la velocidad de vehículo de la bicicleta asistida 10, y también indica las cantidades de control del modo de asistencia y el modo regenerativo. Cuando el aparato de control 250 está en el modo de asistencia, realiza el proceso de control de asistencia en la bicicleta asistida 10. Cuando el aparato de control 250 está en el modo regenerativo, realiza el proceso de control regenerativo en la bicicleta asistida 10.

Las figuras 7A a 7C son diagramas que representan los mapas de decisión almacenados en la zona de almacenamiento de mapas de decisión 290 de la unidad de almacenamiento 252. La figura 7A representa un mapa de decisión de carga baja, la figura 7B un mapa de decisión normal, y la figura 7C un mapa de decisión de carga alta. Cada uno de los mapas de decisión tiene un eje horizontal representativo de valores de par T y un eje vertical representativo de valores de información de velocidad de vehículo V. La figura 8 es un diagrama que representa

estados de carga de la batería 44 al tiempo en que el mapa de decisión de carga baja, el mapa de decisión normal y el mapa de decisión de carga alta son seleccionados por el selector de mapa de decisión 262.

El mapa de decisión de carga baja es un mapa de decisión usado cuando el SOC de la batería 44 es de un nivel de carga baja. El mapa de decisión de carga alta es un mapa de decisión usado cuando el SOC de la batería 44 es de un nivel de carga alta. El mapa de decisión normal es un mapa de decisión usado cuando el SOC de la batería 44 es de un nivel de carga normal (distinto del nivel de carga baja o el nivel de carga alta).

El mapa de decisión de carga baja es un mapa de decisión para realizar un proceso de control con más énfasis en el proceso de control regenerativo (un proceso de control para conmutación entre el proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo con una tasa más alta para el proceso de control regenerativo). El mapa de decisión de carga alta es un mapa de decisión para realizar un proceso de control con más énfasis en el proceso de control de asistencia (un proceso de control para conmutación entre el proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo con una tasa más alta para el proceso de control de asistencia). El mapa de decisión normal es un mapa de decisión para realizar un proceso de control normal (un proceso de control para conmutación entre el proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo).

Como se representa en la figura 8, el selector de mapa de decisión 262 selecciona el mapa de decisión de carga baja si el SOC de la batería 44 es inferior a un primer nivel (por ejemplo, 20%) cuando el mapa de decisión seleccionado es el mapa de decisión normal. El selector de mapa de decisión 262 selecciona el mapa de decisión normal si el SOC de la batería 44 es más alto que un segundo nivel (por ejemplo, 40%) cuando el mapa de decisión seleccionado es el mapa de decisión de carga baja. El selector de mapa de decisión 262 selecciona el mapa de decisión de carga alta si el SOC de la batería 44 es más alto que un tercer nivel (por ejemplo, 110%) cuando el mapa de decisión seleccionado es el mapa de decisión normal. El selector de mapa de decisión 262 selecciona el mapa de decisión normal si el SOC de la batería 44 es inferior a un cuarto nivel (por ejemplo, 90%) cuando el mapa de decisión seleccionado es el mapa de decisión de carga alta.

El proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo son realizados de modo que el SOC de la batería 44 permanezca dentro de un rango de control deseado (por ejemplo, entre 60% y 70%). El rango de control deseado se almacena en la unidad de almacenamiento 252. Específicamente, el primer nivel y el tercer nivel se ponen a niveles que son diferentes del rango de control deseado por diferencias idénticas, y el segundo nivel y el cuarto nivel se ponen a niveles esencialmente medios de las diferencias. Por lo tanto, el proceso de control con más énfasis en el proceso de control regenerativo y el proceso de control con más énfasis en el proceso de control de asistencia se seleccionan en tiempos similares con respecto a las direcciones en que el SOC de la batería 44 aumenta y disminuye (de 20% a 110%) del rango de control deseado, de modo que el proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo se realicen sin permitir que el ciclista de la bicicleta asistida 10 tenga una sensación extraña acerca del reconocimiento del SOC de la batería 44. Dado que el segundo nivel y el cuarto nivel están en posiciones intermedias entre el rango de control deseado y el primer nivel y el tercer nivel, respectivamente, se reducen la frecuencia de conmutación entre el proceso de control con más énfasis en el proceso de control regenerativo y el proceso de control normal, y la frecuencia de conmutación entre el proceso de control con más énfasis en el proceso de control de asistencia y el proceso de control normal, el nivel de energía almacenado restante de la batería 44 llega al rango de control deseado por igual desde dichos niveles.

Los mapas de decisión son mapas determinados para realizar el modo de asistencia si el valor de par T es mayor que un nivel predeterminado (umbral) y realizar el modo regenerativo si el valor de par T es igual o menor que el nivel predeterminado. Específicamente, los mapas de decisión son mapas determinados para realizar el modo de asistencia si el valor de par T es mayor que el nivel predeterminado o el valor de información de velocidad de vehículo V es mayor que un valor de velocidad predeterminado, y realizar el modo regenerativo si el valor de par T es igual o menor que el nivel predeterminado o el valor de información de velocidad de vehículo V es igual o menor que el valor de velocidad predeterminado. El nivel predeterminado y el valor de velocidad predeterminado son diferentes para el mapa de decisión de carga baja, el mapa de decisión normal, y el mapa de decisión de carga alta. El nivel predeterminado y el valor de velocidad predeterminado para el mapa de decisión de carga baja son más altos, y el nivel predeterminado y el valor de velocidad predeterminado para el mapa de decisión de carga alta son más bajos. Por lo tanto, cuando el SOC de la batería 44 es más bajo, es más probable que se lleve a cabo el modo regenerativo.

Según la presente realización, el nivel predeterminado y el valor de velocidad predeterminado para el mapa de decisión de carga alta son cero (0). Por lo tanto, el mapa de decisión de carga alta es un mapa determinado para realizar el modo de asistencia en un rango completo de valores de par T y los valores de información de velocidad de vehículo V. El mapa de decisión de carga alta es así efectivo para proteger la batería 44 contra la sobrecarga, y permite que el ciclista de la bicicleta asistida 10 reconozca a partir de la sensación de conducir que la batería 44 está completamente cargada. Según la presente realización, el valor de velocidad predeterminado para el mapa de decisión de carga baja se pone a un valor de velocidad (por ejemplo, 100 km/h) al que no puede llegar la bicicleta asistida 10.

El mapa de decisión normal se determina para llevar a cabo el modo regenerativo si el valor de par T es igual o

menor que un primer valor predeterminado, es decir, un nivel predeterminado, y el valor de información de velocidad de vehículo V es igual o menor que un segundo valor predeterminado, es decir, un valor de velocidad predeterminado, y realizar el modo de asistencia si el valor de par T es mayor que el primer valor predeterminado y el valor de información de velocidad de vehículo V es mayor que el segundo valor predeterminado. Dado que el modo de asistencia se realiza cuando la velocidad de vehículo es alta y la fuerza de pedaleo es grande, y el modo regenerativo se realiza en otro caso, es altamente probable que el SOC de la batería 44 se mantenga dentro de un rango apropiado, y la batería 44 no se puede cargar o se puede cargar menos frecuentemente con un cargador de batería separado.

El mapa de decisión de carga baja se determina para realizar el modo de asistencia si el valor de par T es mayor que un tercer valor predeterminado, es decir, un nivel predeterminado, y realizar el modo regenerativo si el valor de par T es igual o menor que el tercer valor predeterminado. El tercer valor predeterminado es mayor que el primer valor predeterminado. Por lo tanto, el mapa de decisión de carga baja es efectivo para proteger la batería 44 contra la sobrecarga, y permite que el ciclista de la bicicleta asistida 10 reconozca a partir de la sensación de conducir que el SOC de la batería 44 es bajo. En la medida en que el valor de velocidad predeterminado para el mapa de decisión de carga baja es un valor de velocidad que no puede ser alcanzado por la bicicleta asistida 10, no hay necesidad de tomar en cuenta el valor de información de velocidad de vehículo V para el mapa de decisión de carga baja.

El selector de mapa de decisión 262 conmuta así selectivamente entre los mapas de decisión dependiendo del SOC de la batería 44 para cambiar por ello el nivel predeterminado y el valor de velocidad predeterminado.

Los mapas de decisión también almacenan cantidades de control (relaciones de trabajo) del proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo dependiendo del valor de par T y el valor de información de velocidad de vehículo V. Por ejemplo, si el valor de par T es mayor que el primer valor predeterminado y el valor de información de velocidad de vehículo V es mayor que el segundo valor predeterminado en el mapa de decisión normal, entonces el mapa de decisión normal guarda una cantidad de control del proceso de control de asistencia dependiendo del valor de par T y el valor de información de velocidad de vehículo V, y si el valor de par T es igual o menor que el primer valor predeterminado y el valor de información de velocidad de vehículo V es igual o menor que el segundo valor predeterminado en el mapa de decisión normal, entonces el mapa de decisión normal guarda una cantidad de control del proceso de control regenerativo dependiendo del valor de par T y el valor de información de velocidad de vehículo V.

Dado que el proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo se seleccionan y las cantidades de control del proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo se determinan usando los mapas de decisión donde las cantidades de control del proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo dependen del valor de par T y el valor de información de velocidad de vehículo V, el proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo se pueden seleccionar y las cantidades de control del proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo se pueden determinar de forma apropiada y simple.

Con referencia de nuevo a la figura 6, el determinador de modo 264 determina un modo a realizar a partir del mapa de decisión seleccionado por el selector de mapa de decisión 262, usando el valor de par T del par de pedaleo que es detectado por el sensor de fuerza de pedaleo 110 y el valor de información de velocidad de vehículo (velocidad de vehículo) V de la bicicleta asistida 10 que es detectado por el sensor de velocidad de vehículo 66. En la presente realización, el sensor de velocidad de vehículo 66 detecta el valor de información de velocidad de vehículo V de la bicicleta asistida 10. Sin embargo, se puede emplear cualquier sensor capaz de detectar información representativa de la velocidad de vehículo en lugar del sensor de velocidad de vehículo 66. Por ejemplo, el sensor de velocidad de vehículo 66 puede ser sustituido por un sensor de velocidad rotacional de cigüeñal (detector de información de velocidad de vehículo) para detectar la velocidad rotacional (valor de información de velocidad de vehículo V) del cigüeñal 48, y la velocidad de vehículo de la bicicleta asistida 10 se determina a partir de la velocidad rotacional del cigüeñal 48.

Si el determinador de modo 264 detecta que el pico del valor de par T detectado por el sensor de fuerza de pedaleo 110 es igual o menor que el nivel predeterminado después de que el modo determinado haya cambiado desde el modo de asistencia al modo regenerativo, entonces el determinador de modo 264 determina que se ha de realizar un modo transitorio de asistencia. El modo transitorio de asistencia es un modo especial para realizar temporalmente el proceso de control de asistencia cuando el modo regenerativo se ha de realizar en circunstancias ordinarias.

El procesador ΔV 266 calcula la diferencia ΔV (cambio) entre un valor previo de información de velocidad de vehículo V (que es un período dado antes del tiempo presente) detectado por el sensor de velocidad de vehículo 66 y un valor presente de información de velocidad de vehículo V. Específicamente, el procesador ΔV 266 calcula la diferencia ΔV restando el valor previo de información de velocidad de vehículo V del valor presente de información de velocidad de vehículo V. Si la bicicleta asistida 10 se acelera, entonces la diferencia ΔV es de un valor positivo, y si la bicicleta asistida 10 se decelera, entonces la diferencia ΔV es de un valor negativo.

El integrador ΔV 268 integra diferencias positivas y negativas ΔV que han sido calculadas por el procesador ΔV 266. El integrador ΔV 268 integra diferencias ΔV según sus signos. Específicamente, el integrador ΔV 268 integra

diferencias positivas ΔV conjuntamente e integra diferencias negativas ΔV conjuntamente, pero no integra diferencias positivas y negativas ΔV conjuntamente.

Si el determinador de modo 264 determina un modo a realizar como el modo de asistencia, entonces el controlador de asistencia 270 energiza el motor sin escobillas 160 para realizar el proceso de control de asistencia. Específicamente, el controlador de asistencia 270 adquiere una cantidad de control dependiendo del valor de par T detectado por el sensor de fuerza de pedaleo 110 y el valor de información de velocidad de vehículo V detectado por el sensor de velocidad de vehículo 66, del mapa de decisión seleccionado por el selector de mapa de decisión 262, y realiza el proceso de control PWM en el accionador 106 en base a la cantidad de control adquirida (relación de trabajo) para realizar por ello el proceso de control de asistencia. Cuando aumenta la cantidad de control del proceso de control de asistencia, entonces la relación de asistencia también aumenta, y cuando la cantidad de control del proceso de control de asistencia disminuye, también disminuye la relación de asistencia. Cuando la relación de asistencia aumenta, la relación de un par de asistencia generado por el motor sin escobillas 160 al par de pedaleo aumenta.

Si el determinador de modo 264 determina un modo a realizar como el modo regenerativo, entonces el controlador regenerativo 272 energiza el motor sin escobillas 160 para realizar el proceso de control regenerativo. Específicamente, el controlador regenerativo 272 adquiere una cantidad de control dependiendo del valor de par T detectado por el sensor de fuerza de pedaleo 110 y el valor de información de velocidad de vehículo V detectado por el sensor de velocidad de vehículo 66, del mapa de decisión seleccionado por el selector de mapa de decisión 262, y realiza el proceso de control PWM en el accionador 106 en base a la cantidad de control adquirida (relación de trabajo) para realizar por ello el proceso de control regenerativo. Cuando la cantidad de control del proceso de control regenerativo aumenta, la cantidad de energía eléctrica suministrada para cargar la batería 44 también aumenta, y cuando la cantidad de control del proceso de control regenerativo disminuye, entonces la cantidad de energía eléctrica regenerada suministrada para cargar la batería 44 también disminuye. Cuando aumenta la cantidad de control del proceso de control regenerativo, aumenta proporcionalmente la fuerza de frenado regenerativa, imponiendo una mayor carga al ciclista que mueve los pedales 50L, 50R.

El calculador ΔSOC 274 calcula la diferencia ΔSOC entre el SOC de la batería 44 al tiempo en que se enciende el suministro de potencia de la bicicleta asistida 10 y el SOC de la batería 44 al tiempo en que el suministro de potencia de la bicicleta asistida 10 se apaga en un ciclo de uso previo de la bicicleta asistida 10. Específicamente, el calculador ΔSOC 274 calcula la diferencia ΔSOC restando el SOC de la batería 44 al tiempo en que la bicicleta asistida 10 empieza a usarse (cuando se enciende el suministro de potencia) en un ciclo previo del SOC de la batería 44 al tiempo en que la bicicleta asistida 10 termina de usarse (cuando se apaga el suministro de potencia) en el ciclo previo. La diferencia ΔSOC es ilustrativa del estado del proceso de control de asistencia (estado asistido) y el estado del proceso de control regenerativo (estado regenerado) en el ciclo de uso previo de la bicicleta asistida 10. En otros términos, la diferencia ΔSOC es ilustrativa del estado de descarga de la batería 44 en el proceso de control de asistencia y el estado de carga de la batería 44 en el proceso de control regenerativo. Si la diferencia ΔSOC es de un valor positivo, entonces indica que el proceso de control de asistencia se realizó más que el proceso de control regenerativo en el ciclo de uso previo de la bicicleta asistida 10, y si la diferencia ΔSOC es de un valor negativo, entonces indica que el proceso de control regenerativo se realizó más que el proceso de control de asistencia en el ciclo de uso previo de la bicicleta asistida 10.

El corrector de cantidad de control 276 corrige las cantidades de control del proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo dependiendo de los valores integrados ΔV positivo y negativo. El corrector de cantidad de control 276 corrige la cantidad de control del proceso de control regenerativo a una cantidad de control reducida dependiendo del valor integrado ΔV negativo, y corrige la cantidad de control del proceso de control de asistencia a una cantidad de control incrementada dependiendo del valor integrado ΔV positivo.

Específicamente, el corrector de cantidad de control 276 adquiere coeficientes de corrección de valor integrado ΔV dependiendo de los valores integrados ΔV positivo y negativo de mapas de corrección de valor integrado ΔV almacenados en la zona de almacenamiento de mapa de corrección de valor integrado 292 de la unidad de almacenamiento 252, y multiplica las cantidades de control del proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo por los coeficientes de corrección de valor integrado ΔV adquiridos, corrigiendo por ello las cantidades de control del proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo. El controlador de asistencia 270 y el controlador regenerativo 272 realizan el proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo, respectivamente, según las cantidades de control corregidas.

El corrector de cantidad de control 276 también corrige las cantidades de control del proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo dependiendo de las diferencias positivas y negativas ΔSOC calculadas. El corrector de cantidad de control 276 corrige las cantidades de control del proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo con el fin de mantener el SOC de la batería 44 dentro del rango de control deseado (de 60% a 70%). Si la diferencia ΔSOC es positiva, entonces el corrector de cantidad de control 276 corrige la cantidad de control del proceso de control regenerativo a una cantidad de control incrementada y corrige la cantidad de control del proceso de control de asistencia a una cantidad de control reducida. Si la diferencia ΔSOC es negativa, entonces el corrector de cantidad de control 276 corrige la cantidad de control del proceso de control

regenerativo a una cantidad de control reducida y corrige la cantidad de control del proceso de control de asistencia a una cantidad de control incrementada.

Específicamente, el corrector de cantidad de control 276 adquiere coeficientes de corrección ΔSOC para el proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo dependiendo de las diferencias positivas y negativas ΔSOC de mapas de corrección ΔSOC almacenados en la zona de almacenamiento de mapas de corrección ΔSOV 294 de la unidad de almacenamiento 252, y guarda los coeficientes de corrección ΔSOC adquiridos en la zona de almacenamiento de coeficientes de corrección ΔSOC 296 de la unidad de almacenamiento 252. El corrector de cantidad de control 276 multiplica entonces las cantidades de control del proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo por los coeficientes de corrección ΔSOC adquiridos para el proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo almacenados en la zona de almacenamiento de coeficientes de corrección ΔSOC 296, corrigiendo por ello las cantidades de control del proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo. El controlador de asistencia 270 y el controlador regenerativo 272 realizan el proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo, respectivamente, según las cantidades de control corregidas. Los mapas de corrección ΔSOC para corregir diferencias positivas y negativas ΔSOC incluyen coeficientes de corrección ΔSOC para corregir las cantidades de control del proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo con el fin de mantener el SOC de la batería 44 dentro del rango de control deseado (de 60% a 70%).

Las figuras 9A y 9B son diagramas que representan mapas de corrección de valor integrado ΔV almacenados en la zona de almacenamiento de mapa de corrección de valor integrado 292 de la unidad de almacenamiento 252. La figura 9A representa un mapa de corrección de valor integrado -ΔV y la figura 9B un mapa de corrección de valor integrado +ΔV. Cada una de las figuras 9A y 9B tiene un eje horizontal representativo de los valores absolutos de valores integrados ΔV - (negativos) o valores integrados ΔV+ (positivos), y un eje vertical representativo de coeficientes de corrección de valor integrado ΔV. El mapa de corrección de valor integrado -ΔV es un mapa de corrección que se usa cuando la velocidad de vehículo de la bicicleta asistida 10 está disminuyendo, y el mapa de corrección de valor integrado ΔV es un mapa de corrección que se usa cuando la velocidad de vehículo de la bicicleta asistida 10 está aumentando.

El mapa de corrección de valor integrado -ΔV se pone de tal manera que el coeficiente de corrección de valor integrado ΔV para el proceso de control regenerativo sea 1,0 hasta que el valor absoluto del valor integrado -ΔV sea superior a un primer umbral, se reduce gradualmente cuando el valor absoluto del valor integrado -ΔV es mayor que el primer umbral, y es 0,6 cuando el valor absoluto del valor integrado -ΔV es igual o mayor que un tercer umbral. El mapa de corrección de valor integrado ΔV para el proceso de control de asistencia se pone a 1,0 independientemente del valor integrado -ΔV.

El mapa de corrección de valor integrado +ΔV se pone de tal manera que el coeficiente de corrección de valor integrado ΔV para el proceso de control de asistencia sea 1,0 hasta que el valor absoluto del valor integrado +ΔV sea mayor que un segundo umbral, se incrementa gradualmente cuando el valor absoluto del valor integrado +ΔV es mayor que el segundo umbral, y es 1,4 cuando el valor absoluto del valor integrado +ΔV es igual o mayor que un cuarto umbral. El mapa de corrección de valor integrado ΔV para el proceso de control regenerativo se pone a 1,0 independientemente del valor integrado +ΔV.

Como se ha descrito anteriormente, cuando el valor integrado ΔV es negativo (cuando la bicicleta asistida 10 se decelera), la cantidad de control del proceso de control regenerativo se corrige a una cantidad de control reducida dependiendo del valor absoluto del valor integrado ΔV negativo. Por lo tanto, cuando la velocidad rotacional de los pedales 50L, 50R se reduce en gran medida debido al proceso de control regenerativo, la cantidad de control del proceso de control regenerativo se reduce para suprimir la reducción de la velocidad rotacional de los pedales 50L, 50R. Cuando el valor integrado ΔV es positivo (cuando la bicicleta asistida 10 se acelera), la cantidad de control del proceso de control de asistencia se corrige a una cantidad de control incrementada dependiendo del valor absoluto del valor integrado ΔV positivo. Por lo tanto, la bicicleta asistida 10 se controla en el proceso de control de asistencia para lograr rápidamente la velocidad de vehículo deseada por el ciclista de la bicicleta asistida 10. Consiguientemente, es posible reducir las variaciones de la velocidad rotacional del cigüeñal 48 debido a la conmutación entre el proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo mientras el cigüeñal 48 está girando, de modo que el ciclista tiene una sensación menos extraña.

Las figuras 10A y 10B son diagramas que representan mapas de corrección ΔSOC almacenados en la zona de almacenamiento de mapas de corrección ΔSOC 294 de la unidad de almacenamiento 252. La figura 10A representa un mapa de corrección +ΔSOC y la figura 10B un mapa de corrección -ΔSOC. Cada una de las figuras 10A y 10B tiene un eje horizontal representativo de los valores absolutos de ΔSOC + (positivo) o ΔSOC - (negativo), y un eje vertical representativo de los coeficientes de corrección ΔSOC. El mapa de corrección +ΔSOC es un mapa de corrección que se usa cuando el ΔSOC calculado es positivo, y el mapa de corrección -ΔSOC es un mapa de corrección que se usa cuando el ΔSOC calculado es negativo.

El mapa de corrección +ΔSOC se pone de tal manera que el coeficiente de corrección ΔSOC sea 1,0 si el valor absoluto del +ΔSOC calculado es igual o menor que un valor (valor predeterminado) que es 5% del SOC al tiempo

en que el suministro de potencia se apaga en un ciclo previo, y el coeficiente de corrección ΔSOC se pone de manera que aumente gradualmente la cantidad de control del proceso de control regenerativo y reduzca gradualmente la cantidad de control del proceso de control de asistencia dependiendo del valor absoluto del +ΔSOC si el valor absoluto del +ΔSOC calculado es mayor que el valor que es 5% del SOC al tiempo en que el suministro de potencia se apaga en el ciclo previo. En otros términos, el coeficiente de corrección ΔSOC para el proceso de control de asistencia y el coeficiente de corrección ΔSOC para el proceso de control regenerativo se ponen de manera que correspondan al valor absoluto del +ΔSOC.

El mapa de corrección -ΔSOC se pone de tal manera que el coeficiente de corrección ΔSOC sea 1,0 si el valor absoluto del -ΔSOC calculado es igual o menor que un valor (valor predeterminado) que es 5% del SOC al tiempo en que el suministro de potencia se apaga en un ciclo previo, y el coeficiente de corrección ΔSOC se pone de manera que reduzca gradualmente la cantidad de control del proceso de control regenerativo y aumente gradualmente la cantidad de control del proceso de control de asistencia dependiendo del valor absoluto del -ΔSOC si el valor absoluto del -ΔSOC calculado es mayor que el valor que es 5% del SOC al tiempo en que el suministro de potencia se apaga en el ciclo previo. En otros términos, el coeficiente de corrección ΔSOC para el proceso de control de asistencia y el coeficiente de corrección ΔSOC para el proceso de control regenerativo se ponen de manera que correspondan al valor absoluto del -ΔSOC.

El coeficiente de corrección ΔSOC se limita de manera que no sea mayor que 1,4 y que no sea menor que 0,6. Si el coeficiente de corrección ΔSOC es 1,4 o 0,6, entonces el coeficiente de corrección ΔSOC permanece a 1,4 o 0,6 aunque los valores absolutos del +ΔSOC y el -ΔSOC sean más grandes.

Si el ΔSOC es positivo, entonces dado que el proceso de control de asistencia se realizó más que el proceso de control regenerativo en el ciclo de uso previo de la bicicleta asistida 10, las cantidades de control son corregidas a una cantidad de control incrementada del proceso de control regenerativo y una cantidad de control reducida del proceso de control de asistencia por el mapa de corrección +ΔSOC, manteniendo por ello el SOC de la batería 44 dentro del rango de control deseado. Si el ΔSOC es negativo, entonces dado que el proceso de control regenerativo se realizó más que el proceso de control de asistencia en el ciclo de uso previo de la bicicleta asistida 10, las cantidades de control son corregidas a una cantidad de control reducida del proceso de control regenerativo y una cantidad de control incrementada del proceso de control de asistencia por el mapa de corrección -ΔSOC, manteniendo por ello el SOC de la batería 44 dentro del rango de control deseado. Si el valor absoluto del ΔSOC cae dentro de 5% del SOC al tiempo en que el suministro de potencia se apaga en el ciclo previo, entonces dado que las cantidades de control del proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo no se corrigen, se evita que el coeficiente de corrección ΔSOC varíe frecuentemente.

Con referencia de nuevo a la figura 6, el controlador transitorio de asistencia 278 energiza el motor sin escobillas 160 para realizar el proceso de control transitorio de asistencia si el determinador de modo 264 determina un modo transitorio de asistencia como un modo a realizar. El proceso de control transitorio de asistencia es un proceso de control para energizar el motor sin escobillas 160 en una relación de asistencia que es inferior a la relación de asistencia en el proceso de control de asistencia mientras el cigüeñal 48 está girando un número dado de veces (en la presente realización, mientras el cigüeñal 48 está efectuando una revolución). Específicamente, el controlador transitorio de asistencia 278 realiza el proceso de control transitorio de asistencia realizando el proceso de control PWM en el accionador 106 durante un período predeterminado después de que el pico del par de pedaleo sea detectado en un ciclo presente, con una cantidad de control que se calcula multiplicando la cantidad de control (relación de trabajo) del proceso de control de asistencia que se realizó cuando el par de pedaleo tenía un pico en el ciclo previo, por un coeficiente transitorio (un coeficiente menor que 1) a describir más adelante. El controlador transitorio de asistencia 278 realiza el proceso de control transitorio de asistencia cada vez que el cigüeñal 48 efectúa media revolución.

La sección de establecimiento de coeficiente transitorio 280 pone un coeficiente transitorio a usar en el proceso de control transitorio de asistencia. La sección de establecimiento de coeficiente transitorio 280 reduce un coeficiente transitorio que se pone cada vez que el cigüeñal 48 efectúa media revolución. Por ejemplo, la sección de establecimiento de coeficiente transitorio 280 pone inicialmente un coeficiente transitorio a 0,8, y luego pone un coeficiente transitorio a 0,3 cuando el cigüeñal 48 efectúa media revolución. El par de asistencia generado por el motor sin escobillas 160 se reduce así por el proceso de control transitorio de asistencia cada vez que el cigüeñal 48 efectúa media revolución.

El detector de velocidad rotacional de cigüeñal 282 sirve para detectar la velocidad rotacional del cigüeñal 48. El detector de velocidad rotacional de cigüeñal 282 incluye un circuito contador y un calculador de valor de recuento (no representado). El circuito contador incrementa un valor de recuento en cada tiempo dado (por ejemplo, 10 ms). El calculador de valor de recuento calcula valores de recuento proporcionales a la mitad de una revolución del cigüeñal 48 y una revolución del cigüeñal 48 a partir de la velocidad de vehículo presente. Específicamente, dado que el tiempo requerido para que el cigüeñal 48 efectúe media revolución es conocido a partir de la velocidad de vehículo presente, el calculador de valor de recuento calcula un valor de recuento proporcional con media revolución del cigüeñal 48 y un valor de recuento proporcional con una revolución del cigüeñal 48, a partir de ese tiempo. El detector de velocidad rotacional de cigüeñal 282 detecta cuándo el cigüeñal 48 efectúa media revolución y cuándo el

cigüeñal 48 efectúa una revolución determinando si el valor de recuento procedente del circuito contador llega a los valores de recuento calculados o no.

La operación en el proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo del aparato de control 250 de la bicicleta asistida 10 se describirá a continuación con referencia a las figuras 11 a 14. Cuando se enciende el interruptor de potencia 206 para energizar el aparato de control 250 de la bicicleta asistida 10, el detector de estado de carga 260 detecta el SOC presente de la batería 44 (paso S1 representado en la figura 11), y guarda el SOC de la batería 44 a la activación en la unidad de almacenamiento 252 (paso S2). En el paso S2, el SOC de la batería 44 que es detectado inicialmente a la activación se almacena en la unidad de almacenamiento 252, y los SOCs detectados en los ciclos segundo y posteriores después de la activación no se almacenan en la unidad de almacenamiento 252.

Entonces, el selector de mapa de decisión 262 determina si el SOC de la batería 44 detectado en el paso S1 es inferior al primer nivel (20%) o no (paso S3). Si el selector de mapa de decisión 262 determina en el paso S3 que el SOC detectado de la batería 44 no es inferior al primer nivel (20%), entonces el selector de mapa de decisión 262 determina si el SOC detectado de la batería 44 es mayor que el segundo nivel (40%) o no (paso S4).

Si el selector de mapa de decisión 262 determina en el paso S4 que el SOC detectado de la batería 44 no es mayor que el segundo nivel (40%), entonces el selector de mapa de decisión 262 determina si el mapa de decisión actualmente seleccionado es el mapa de decisión normal o no (paso S5).

Si el selector de mapa de decisión 262 determina en el paso S3 que el SOC detectado de la batería 44 es inferior al primer nivel (20%), o si el SOC de la batería 44 es igual o mayor que el primer nivel (20%) e igual o inferior al segundo nivel (40%) y el selector de mapa de decisión 262 determina en el paso S5 que el mapa de decisión actualmente seleccionado no es el mapa de decisión normal, entonces el selector de mapa de decisión 262 selecciona el mapa de decisión de carga baja (paso S6). Dado que el mapa de decisión de carga baja se selecciona así cuando el SOC de la batería 44 es bajo, el proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo se pueden llevar a cabo apropiadamente de forma selectiva de manera que concuerden con el SOC bajo de la batería 44.

Si el selector de mapa de decisión 262 determina en el paso S4 que el SOC detectado de la batería 44 es mayor que el segundo nivel (40%), entonces el selector de mapa de decisión 262 determina si el SOC detectado de la batería 44 es inferior al cuarto nivel (90%) o no (paso S7). Si el selector de mapa de decisión 262 determina en el paso S7 que el SOC detectado de la batería 44 no es inferior al cuarto nivel (90%), entonces el selector de mapa de decisión 262 determina si el SOC detectado de la batería 44 es mayor que el tercer nivel (110%) o no (paso S8).

Si el selector de mapa de decisión 262 determina en el paso S8 que el SOC detectado de la batería 44 no es mayor que el tercer nivel (110%), entonces el selector de mapa de decisión 262 determina si el mapa de decisión actualmente seleccionado es el mapa de decisión normal o no (paso S9). Si el selector de mapa de decisión 262 determina en el paso S8 que el SOC detectado de la batería 44 es mayor que el tercer nivel, o si el SOC de la batería 44 es igual o mayor que el cuarto nivel (90%) e igual o inferior al tercer nivel (110%) y el selector de mapa de decisión 262 determina en el paso S9 que el mapa de decisión actualmente seleccionado no es el mapa de decisión normal, entonces el selector de mapa de decisión 262 selecciona el mapa de decisión de carga alta (paso S10). Dado que el mapa de decisión de carga alta se selecciona así cuando el SOC de la batería 44 es alto, el proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo se pueden llevar a cabo apropiadamente de forma selectiva de manera que concuerden con el SOC alto de la batería 44.

Si el SOC de la batería 44 es igual o mayor que el primer nivel e igual o inferior al segundo nivel y el selector de mapa de decisión 262 determina en el paso S5 que el mapa de decisión actualmente seleccionado es el mapa de decisión normal, o si el selector de mapa de decisión 262 determina en el paso S7 que el SOC detectado de la batería 44 es inferior al cuarto nivel, o si el SOC de la batería 44 es igual o mayor que el cuarto nivel e igual o inferior al tercer nivel y el selector de mapa de decisión 262 determina en el paso S9 que el mapa de decisión actualmente seleccionado es el mapa de decisión normal, entonces el selector de mapa de decisión 262 selecciona el mapa de decisión normal (paso S11).

Como se ha descrito anteriormente, si el SOC de la batería 44 es inferior al primer nivel mientras el mapa de decisión normal está siendo seleccionado actualmente, entonces el selector de mapa de decisión 262 selecciona el mapa de decisión de carga baja en el paso S6. Posteriormente, si el SOC de la batería 44 es mayor que el segundo nivel que es más alto que el primer nivel, entonces el selector de mapa de decisión 262 selecciona el mapa de decisión normal en el paso S11. Si el SOC de la batería 44 es mayor que el tercer nivel mientras el mapa de decisión normal está siendo seleccionado actualmente, entonces el selector de mapa de decisión 262 selecciona el mapa de decisión de carga alta en el paso S10. Posteriormente, si el SOC de la batería 44 es inferior al cuarto nivel que es inferior al tercer nivel, entonces el selector de mapa de decisión 262 selecciona el mapa de decisión normal en el paso S11. En la medida en que hay una histéresis para conmutación entre los mapas de decisión (en la medida en que el SOC para conmutación del mapa de decisión normal al mapa de decisión de carga baja y el mapa de decisión de carga alta y el SOC para conmutación del mapa de decisión de carga baja y el mapa de decisión de carga alta al mapa de

decisión normal son diferentes uno de otro), es posible evitar la conmutación frecuente entre los mapas de decisión que son seleccionados dependiendo del SOC.

Cuando se selecciona un mapa de decisión en uno de los pasos S6, S10 y S11, el sensor de fuerza de pedaleo 110 detecta el valor de par T del par de pedaleo, y el sensor de velocidad de vehículo 66 detecta el valor de información de velocidad de vehículo V (paso S12). El valor de par T y el valor de información de velocidad de vehículo V detectados son almacenados en la unidad de almacenamiento 252. El sensor de fuerza de pedaleo 110 y el sensor de velocidad de vehículo 66 pueden detectar periódicamente el valor de par T y el valor de información de velocidad de vehículo V, y el controlador 108 puede adquirir el último valor de par T y el último valor de información de velocidad de vehículo V al tiempo del paso S12.

Entonces, el procesador ΔV 266 calcula la diferencia ΔV entre valores de información de velocidad de vehículo V (paso S13). Específicamente, el procesador ΔV 266 calcula la diferencia ΔV entre un valor previo de información de velocidad de vehículo V (que es un período dado antes del tiempo presente) y un valor presente de información de velocidad de vehículo V. La diferencia ΔV calculada se almacena en la unidad de almacenamiento 252.

Entonces, el integrador ΔV 268 determina si la diferencia positiva o negativa ΔV calculada en el paso S13 se ha invertido o no (paso S14). En otros términos, el integrador ΔV 268 determina si el signo positivo o negativo de la diferencia ΔV previamente calculada y el signo positivo o negativo de la diferencia ΔV actualmente calculada se han invertido o no.

Si el integrador ΔV 268 determina en el paso S14 que la diferencia positiva o negativa ΔV no se ha invertido, entonces el integrador ΔV 268 integra la diferencia actualmente calculada ΔV (paso S15), y el control pasa al paso S21 representado en la figura 12. En otros términos, el integrador ΔV 268 añade la diferencia actualmente calculada ΔV al valor integrado ΔV que ya ha sido integrado. El valor integrado nuevamente calculado ΔV es almacenado en la unidad de almacenamiento 252. Por otra parte, si el integrador ΔV 268 determina en el paso S14 que la diferencia positiva o negativa ΔV se ha invertido, entonces el integrador ΔV 268 reposiciona el valor integrado ΔV que ya ha sido integrado (paso S16), y el control pasa al paso S21 representado en la figura 12. Si el valor integrado ΔV es reseteado, entonces la diferencia actualmente calculada ΔV sirve como un valor integrado ΔV. En el paso S16 se borra el valor integrado ΔV almacenado en la unidad de almacenamiento 252, y la diferencia actualmente calculada ΔV es almacenada como un valor integrado ΔV en la unidad de almacenamiento 252.

En el paso S21, el determinador de modo 264 determina un modo a realizar a partir del último mapa de decisión seleccionado por el selector de mapa de decisión 262, usando el valor de par T del par de pedaleo y el valor de información de velocidad de vehículo V, que representa la velocidad de vehículo de la bicicleta asistida 10, que son detectados en el paso S12. Específicamente, el determinador de modo 264 determina cuál del modo de asistencia y el modo regenerativo se ha de realizar, a partir del último mapa de decisión seleccionado en uno de los pasos S6, S10 y S11.

Por ejemplo, si se selecciona el mapa de decisión de carga baja, entonces el determinador de modo 264 determina que se ha de realizar el modo regenerativo cuando el valor de par detectado T sea igual o menor que el nivel predeterminado (el tercer valor predeterminado), y determina que se ha de realizar el modo de asistencia cuando el valor de par detectado T sea mayor que el nivel predeterminado. Si se selecciona el mapa de decisión de carga alta, entonces el determinador de modo 264 determina que se ha de realizar el modo de asistencia cuando el valor de par T sea detectado. Si se selecciona el mapa de decisión normal, entonces el determinador de modo 264 determina que se ha de realizar el modo de asistencia cuando el valor de par detectado T sea mayor que el nivel predeterminado (el primer valor predeterminado) o cuando el valor de información de velocidad de vehículo V sea mayor que el segundo valor predeterminado, y determina que se ha de realizar el modo regenerativo cuando el valor de par detectado T sea igual o inferior al nivel predeterminado (el primer valor predeterminado) y cuando el valor de información de velocidad de vehículo V sea igual o inferior al segundo valor predeterminado.

Si el modo de asistencia se determina como el modo a realizar en el paso S21, entonces el controlador de asistencia 270 pone un tiempo de energización de asistencia para suministrar corrientes eléctricas a las bobinas de estator en las fases U, V, W del motor sin escobillas 160 dependiendo del desplazamiento angular del motor sin escobillas 160 que es detectado por el sensor de polo magnético 162 (paso S22). El controlador 108 realiza entonces el proceso de control PWM en el accionador 106 en base al tiempo de energización de asistencia.

Entonces, el controlador de asistencia 270 adquiere una relación de trabajo (cantidad de control) del proceso de control de asistencia del último mapa de decisión que se selecciona, usando el último valor de par T y el último valor de información de velocidad de vehículo V que son detectados (paso S23).

A continuación, el corrector de cantidad de control 276 adquiere el coeficiente de corrección ΔSOC para el proceso de control de asistencia que se almacena en la zona de almacenamiento de coeficientes de corrección ΔSOC 296 de la unidad de almacenamiento 252 (paso S24). Se describirá más adelante una secuencia de operación para almacenar el coeficiente de corrección ΔSOC para el proceso de control de asistencia en la zona de almacenamiento de coeficientes de corrección ΔSOC 296.

Entonces, el corrector de cantidad de control 276 determina si el valor absoluto de la última diferencia ΔV calculada en el paso S13 es mayor que un valor predeterminado (por ejemplo, 1 km/h) o no (paso S25).

Si el corrector de cantidad de control 276 determina en el paso S25 que el valor absoluto de la diferencia ΔV es mayor que el valor predeterminado, entonces el corrector de cantidad de control 276 adquiere, de los mapas de corrección de valor integrado ΔV, coeficientes de corrección de valor integrado ΔV para el proceso de control de asistencia en base al valor absoluto del valor integrado ΔV actualmente almacenado en la unidad de almacenamiento 252 (el valor integrado ΔV calculado y almacenado en el paso S15 representado en la figura 11 o el valor integrado ΔV almacenado en el paso S16 representado en la figura 11) (paso S26). Si el valor integrado ΔV es negativo, entonces el corrector de cantidad de control 276 adquiere, del mapa de corrección de valor integrado -ΔV, un coeficiente de corrección de valor integrado ΔV para el proceso de control de asistencia que corresponde al valor absoluto del valor integrado ΔV negativo (-) almacenado en la unidad de almacenamiento 252. Si el valor integrado ΔV es positivo, entonces el corrector de cantidad de control 276 adquiere, del mapa de corrección de valor integrado +ΔV, un coeficiente de corrección de valor integrado ΔV para el proceso de control de asistencia que corresponde al valor absoluto del valor integrado ΔV positivo (+) almacenado en la unidad de almacenamiento 252.

Entonces, el corrector de cantidad de control 276 corrige la relación de trabajo del proceso de control de asistencia adquirida en el paso S23, usando el coeficiente de corrección ΔSOC para el proceso de control de asistencia que se adquirió en el paso S24 y el coeficiente de corrección de valor integrado ΔV para el proceso de control de asistencia que se adquirió en el paso S26, y pone la relación de trabajo corregida como la relación de trabajo del proceso de control de asistencia (paso S27), después de lo que el control pasa al paso S29. Específicamente, el corrector de cantidad de control 276 corrige la relación de trabajo del proceso de control de asistencia multiplicando la relación de trabajo del proceso de control de asistencia adquirida en el paso S23 por el coeficiente de corrección ΔSOC para el proceso de control de asistencia que se adquirió en el paso S24 y el coeficiente de corrección de valor integrado ΔV para el proceso de control de asistencia que se adquirió en el paso S26. Consiguientemente, la relación de trabajo corregida del proceso de control de asistencia se expresa por la ecuación: la relación de trabajo corregida del proceso de control de asistencia = la relación de trabajo del proceso de control de asistencia x el coeficiente de corrección ΔSOC para el proceso de control de asistencia x el coeficiente de corrección de valor integrado ΔV para el proceso de control de asistencia.

Si el corrector de cantidad de control 276 determina en el paso S25 que el valor absoluto de la diferencia ΔV no es mayor que el valor predeterminado, entonces el corrector de cantidad de control 276 corrige y pone la relación de trabajo del proceso de control de asistencia adquirida en el paso S23, usando el coeficiente de corrección ΔSOC para el proceso de control de asistencia que se adquirió en el paso S24 (paso S28), después de lo que el control pasa al paso S29. Específicamente, el corrector de cantidad de control 276 corrige la relación de trabajo del proceso de control de asistencia multiplicando la relación de trabajo del proceso de control de asistencia adquirida en el paso S23 por el coeficiente de corrección ΔSOC para el proceso de control de asistencia que se adquirió en el paso S24. Consiguientemente, la relación de trabajo corregida del proceso de control de asistencia se expresa por la ecuación: la relación de trabajo corregida del proceso de control de asistencia = la relación de trabajo del proceso de control de asistencia x el coeficiente de corrección ΔSOC para el proceso de control de asistencia.

Como indica el mapa de corrección de valor integrado -ΔV representado en la figura 9A, cuando el valor integrado ΔV es negativo (cuando la bicicleta asistida 10 se decelera), dado que el coeficiente de corrección de valor integrado ΔV para el proceso de control de asistencia se mantiene en 1,0, la relación de trabajo del proceso de control de asistencia no es corregida por el coeficiente de corrección de valor integrado ΔV. Por otra parte, como indica el mapa de corrección de valor integrado +ΔV representado en la figura 9B, cuando el valor integrado ΔV es positivo (cuando la bicicleta asistida 10 se acelera), dado que el coeficiente de corrección de valor integrado ΔV para el proceso de control de asistencia es mayor que 1,0 cuando el valor absoluto del valor integrado ΔV es mayor que el segundo umbral, la relación de trabajo del proceso de control de asistencia se corrige a una relación de trabajo incrementada. La relación de trabajo incrementada del proceso de control de asistencia incrementa la relación de asistencia, dando lugar a un aumento de la relación del par de asistencia al par de pedaleo.

Si el valor absoluto del valor integrado +ΔV no es mayor que el segundo umbral, entonces la relación de trabajo no se corrige porque si el valor absoluto del valor integrado +ΔV no es mayor que el segundo umbral, es incierto si el ciclista de la bicicleta asistida 10 está accionando los pedales 50L, 50R con el fin de acelerar la bicicleta 10 o no, y por lo tanto se evita que la relación de asistencia se incremente contra la intención del ciclista.

En el paso S25, el corrector de cantidad de control 276 determina si el valor absoluto de la diferencia ΔV es mayor que el valor predeterminado. Si el valor absoluto de la diferencia ΔV no es mayor que el valor predeterminado, entonces la relación de trabajo no se corrige en base al coeficiente de corrección de valor integrado ΔV porque si el valor absoluto de la diferencia ΔV es igual o menor que el valor predeterminado, la velocidad de vehículo está sometida a pequeñas variaciones, y la conducibilidad de la bicicleta asistida 10 disminuye si la relación de trabajo se corrige cuando la velocidad de vehículo está sometida a pequeñas variaciones.

En el paso S29, el controlador de asistencia 270 realiza el proceso de control PWM en el accionador 106 con la

relación de trabajo puesta. Entonces, el controlador de asistencia 270 realiza el proceso de control PWM en el accionador 106 en base al tiempo de energización de asistencia puesto en el paso S22. Según el proceso de control PWM, la potencia eléctrica CC suministrada desde la batería 44 es convertida por el accionador 106 a potencia eléctrica CA trifásica, que es suministrada al motor sin escobillas 160 para energizar el motor sin escobillas 160.

Entonces, el controlador de asistencia 270 determina si se detecta o no un pico del valor de par T detectado por el sensor de fuerza de pedaleo 110 (paso S30). Un pico del valor de par T puede ser detectado determinando si el valor de par T detectado en un ciclo presente es menor que el valor de par T detectado en un ciclo previo cuando el valor de par detectado T esté aumentando gradualmente. Si el valor de par T detectado en el ciclo presente es menor que el valor de par T detectado en el ciclo previo, entonces el valor de par T detectado en el ciclo previo sirve como su pico.

Si el controlador de asistencia 270 determina en el paso S30 que se detecta un pico del valor de par T, entonces el controlador de asistencia 270 guarda la relación de trabajo establecida en el pico del par de pedaleo en la unidad de almacenamiento 252 (paso S31). En otros términos, dado que el valor de par T detectado en el ciclo previo tiene su pico, la relación de trabajo establecida en el ciclo previo se almacena en la unidad de almacenamiento 252. Entonces, el control vuelve al paso S1 representado en la figura 11. Por otra parte, si el controlador de asistencia 270 determina en el paso S30 que no se detecta ningún pico del valor de par T, entonces el control vuelve del paso S30 al paso S1.

Si se determina que el modo regenerativo es el modo a realizar en el paso S21, entonces el control pasa al paso S41 representado en la figura 13 en que el determinador de modo 264 determina si se detecta o no un pico del valor de par T detectado por el sensor de fuerza de pedaleo 110.

Si el determinador de modo 264 determina en el paso S41 que no se detecta ningún pico del valor de par T del par de pedaleo, el determinador de modo 264 determina si el modo transitorio de asistencia está siendo realizado actualmente o no (paso S42). Si el determinador de modo 264 determina en el paso S42 que el modo transitorio de asistencia se está realizando actualmente, entonces el control pasa al paso S57 representado en la figura 14. Si el determinador de modo 264 determina en el paso S42 que el modo transitorio de asistencia no se está realizando actualmente, entonces el controlador regenerativo 272 pone un tiempo de energización regenerativa para suministrar corrientes eléctricas a las bobinas de estator en las fases U, V, W del motor sin escobillas 160 dependiendo del desplazamiento angular del motor sin escobillas 160 que es detectado por el sensor de polo magnético 162 (paso S43). El controlador 108 realiza entonces el proceso de control PWM en el accionador 106 en base al tiempo de energización regenerativa.

Entonces, el controlador regenerativo 272 adquiere una relación de trabajo del proceso de control regenerativo del último mapa de decisión que se selecciona, usando el último valor de par T y el último valor de información de velocidad de vehículo V que son detectados (paso S44).

Entonces, el corrector de cantidad de control 276 adquiere el coeficiente de corrección ΔSOC para el proceso de control regenerativo que se almacena en la zona de almacenamiento de coeficientes de corrección ΔSOC 296 de la unidad de almacenamiento 252 (paso S45). Más adelante se describirá una secuencia de operación para almacenar el coeficiente de corrección ΔSOC para el proceso de control regenerativo en la zona de almacenamiento de coeficientes de corrección ΔSOC 296.

Entonces, el corrector de cantidad de control 276 determina si el valor absoluto de la última diferencia ΔV calculada en el paso S13 es mayor que un valor predeterminado (por ejemplo, 1 km/h) o no (paso S46).

Si el corrector de cantidad de control 276 determina en el paso S46 que el valor absoluto de la diferencia ΔV es mayor que el valor predeterminado, entonces el corrector de cantidad de control 276 adquiere, de los mapas de corrección de valor integrado ΔV, coeficientes de corrección de valor integrado ΔV para el proceso de control regenerativo en base al valor absoluto del valor integrado ΔV actualmente almacenado en la unidad de almacenamiento 252 (el valor integrado ΔV calculado y almacenado en el paso S15 representado en la figura 11 o el valor integrado ΔV almacenado en el paso S16 representado en la figura 11) (paso S47). Si el valor integrado ΔV es negativo, entonces el corrector de cantidad de control 276 adquiere, del mapa de corrección de valor integrado -ΔV, un coeficiente de corrección de valor integrado ΔV para el proceso de control regenerativo que corresponde al valor absoluto del valor integrado ΔV negativo (-) almacenado en la unidad de almacenamiento 252. Si el valor integrado ΔV es positivo, entonces el corrector de cantidad de control 276 adquiere, del mapa de corrección de valor integrado +ΔV, un coeficiente de corrección de valor integrado ΔV para el proceso de control regenerativo que corresponde al valor absoluto del valor integrado ΔV positivo (+) almacenado en la unidad de almacenamiento 252.

Entonces, el corrector de cantidad de control 276 corrige la relación de trabajo del proceso de control regenerativo adquirida en el paso S44, usando el coeficiente de corrección ΔSOC para el proceso de control regenerativo que se adquirió en el paso S45 y el coeficiente de corrección de valor integrado ΔV para el proceso de control regenerativo que se adquirió en el paso S47, y pone la relación de trabajo corregida como la relación de trabajo del proceso de control regenerativo (paso S48), después de lo que el control pasa al paso S50. Específicamente, el corrector de

cantidad de control 276 corrige la relación de trabajo del proceso de control regenerativo multiplicando la relación de trabajo del proceso de control regenerativo adquirida en el paso S44 por el coeficiente de corrección ΔSOC para el proceso de control regenerativo que se adquirió en el paso S45 y el coeficiente de corrección de valor integrado ΔV para el proceso de control regenerativo que se adquirió en el paso S47. Consiguientemente, la relación de trabajo corregida del proceso de control regenerativo se expresa por la ecuación: la relación de trabajo corregida del proceso de control regenerativo = la relación de trabajo del proceso de control regenerativo x el coeficiente de corrección ΔSOC para el proceso de control regenerativo x el coeficiente de corrección de valor integrado ΔV para el proceso de control regenerativo.

Por otra parte, si el corrector de cantidad de control 276 determina en el paso S46 que el valor absoluto de la diferencia ΔV no es mayor que el valor predeterminado, entonces el corrector de cantidad de control 276 corrige y pone la relación de trabajo del proceso de control regenerativo adquirida en el paso S44, usando el coeficiente de corrección ΔSOC para el proceso de control regenerativo que se adquirió en el paso S45 (paso S49), después de lo que el control pasa al paso S50. Específicamente, el corrector de cantidad de control 276 corrige la relación de trabajo del proceso de control regenerativo multiplicando la relación de trabajo del proceso de control regenerativo adquirida en el paso S44 por el coeficiente de corrección ΔSOC para el proceso de control regenerativo que se adquirió en el paso S45. Consiguientemente, la relación de trabajo corregida del proceso de control regenerativo se expresa por la ecuación: la relación de trabajo corregida del proceso de control regenerativo = la relación de trabajo del proceso de control regenerativo x el coeficiente de corrección ΔSOC para el proceso de control regenerativo.

En el paso S46, el corrector de cantidad de control 276 determina si el valor absoluto de la diferencia ΔV es mayor que el valor predeterminado. Si el valor absoluto de la diferencia ΔV no es mayor que el valor predeterminado, entonces la relación de trabajo no se corrige en base al coeficiente de corrección de valor integrado ΔV porque si el valor absoluto de la diferencia ΔV es igual o menor que el valor predeterminado, la velocidad de vehículo está sometida a pequeñas variaciones, y la conducibilidad de la bicicleta asistida 10 disminuye si la relación de trabajo se corrige cuando la velocidad de vehículo está sometida a pequeñas variaciones.

Como indica el mapa de corrección de valor integrado -ΔV representado en la figura 9A, cuando el valor integrado ΔV es negativo (cuando la bicicleta asistida 10 se decelera), dado que el coeficiente de corrección de valor integrado ΔV para el proceso de control regenerativo es menor que 1,0 cuando el valor absoluto del valor integrado ΔV es mayor que el primer umbral, la relación de trabajo del proceso de control regenerativo se corrige a una relación de trabajo reducida. Incluso cuando la velocidad rotacional de los pedales 50L, 50R se reduce por una fuerza de frenado regenerativa generada en el proceso de control regenerativo, la cantidad de control del proceso de control regenerativo se reduce para evitar que se reduzca la velocidad rotacional de los pedales 50L, 50R. Por otra parte, como indica el mapa de corrección de valor integrado +ΔV representado en la figura 9B, cuando el valor integrado ΔV es positivo (cuando la bicicleta asistida 10 se acelera), dado que el coeficiente de corrección de valor integrado ΔV para el proceso de control regenerativo se mantiene en 1,0, la relación de trabajo del proceso de control regenerativo no es corregida por el coeficiente de corrección de valor integrado ΔV. Si el valor absoluto del valor integrado -ΔV no es mayor que el primer umbral, entonces la relación de trabajo no se corrige porque si el valor absoluto del valor integrado -ΔV no es mayor que el primer umbral, es incierto si la velocidad rotacional de los pedales 50L, 50R se reduce o no, y por lo tanto se evita que se reduzca la cantidad de potencia eléctrica regenerada suministrada para cargar la batería 44.

En el paso S50, el controlador regenerativo 272 realiza el proceso de control PWM en el accionador 106 con la relación de trabajo establecida. Entonces, el control vuelve al paso S1 representado en la figura 11. Entonces, el controlador regenerativo 272 realiza el proceso de control PWM en el accionador 106 en base al tiempo de energización regenerativa puesto en el paso S43. Según el proceso de control PWM, la potencia eléctrica CA trifásica generada por el motor sin escobillas 160 es convertida por el accionador 106 a potencia eléctrica CC, que es suministrada a la batería 44.

Si se determina que el modo regenerativo es el modo a realizar y se detecta un pico del valor de par T del par de pedaleo en el paso S41 representado en la figura 13, entonces el control pasa al paso S51 representado en la figura 14 en que el determinador de modo 264 determina si el proceso de control de asistencia se realizó al tiempo en que el valor de par T tenía su pico en el ciclo previo o no.

Si el determinador de modo 264 determina en el paso S51 que el proceso de control de asistencia no se realizó al tiempo en que el valor de par T tenía su pico en el ciclo previo, es decir, si el determinador de modo 264 determina que el proceso de control regenerativo o el proceso de control transitorio de asistencia se realizó al tiempo en que el valor de par T tenía su pico en el ciclo previo, entonces el control vuelve al paso S42 representado en la figura 13. Si el determinador de modo 264 determina que se realizó el proceso de control de asistencia, entonces el control pasa al paso S52 en que el determinador de modo 264 determina el modo transitorio de asistencia como el modo a realizar. Entonces, la sección de establecimiento de coeficiente transitorio 280 pone un coeficiente transitorio de 1,0 o menor (0,8 en la presente realización) (paso S53).

Entonces, el controlador transitorio de asistencia 278 lee la relación de trabajo del proceso de control de asistencia que se realizó cuando el valor de par T tenía su pico en el ciclo previo, de la unidad de almacenamiento 252 (paso

S54), y corrige la relación de trabajo leída del proceso de control de asistencia con el coeficiente transitorio establecido en el paso S53 (paso S55). Específicamente, el controlador transitorio de asistencia 278 corrige la relación de trabajo del proceso de control de asistencia multiplicando la relación de trabajo por el coeficiente transitorio establecido.

Entonces, el controlador transitorio de asistencia 278 realiza el proceso de control PWM en el accionador 106 con la relación de trabajo corregida durante un período predeterminado (paso S56), después de lo que el control pasa al paso S57. El controlador transitorio de asistencia 278 puede poner un tiempo de energización transitoria de asistencia y puede realizar el proceso de control PWM en base al tiempo de energización transitoria de asistencia. Según el proceso de control PWM, durante un período predeterminado, el accionador 106 convierte la corriente continua de la batería 44 a corrientes trifásicas alternas, que son suministradas al motor sin escobillas 160 para energizar el motor sin escobillas 160.

En el paso S57, el detector de velocidad rotacional de cigüeñal 282 incrementa el valor de recuento. Específicamente, el detector de velocidad rotacional de cigüeñal 282 incrementa el valor de recuento en cada tiempo dado. Si no ha transcurrido el tiempo dado (por ejemplo, 10 ms) desde el tiempo en que el detector de velocidad rotacional de cigüeñal 282 incrementó el valor de recuento en el ciclo previo, el detector de velocidad rotacional de cigüeñal 282 no aumenta el valor de recuento y espera hasta que el tiempo dado haya transcurrido.

Entonces, el detector de velocidad rotacional de cigüeñal 282 determina si el tiempo presente es el tiempo en que el cigüeñal 48 ha efectuado media revolución o no en base al valor presente de recuento (paso S58). Si el detector de velocidad rotacional de cigüeñal 282 determina en el paso S58 que el tiempo presente no es el tiempo en que el cigüeñal 48 ha efectuado una revolución, entonces el detector de velocidad rotacional de cigüeñal 282 determina si el tiempo presente es el tiempo en que el cigüeñal 48 ha efectuado una revolución o no (paso S59). Si el detector de velocidad rotacional de cigüeñal 282 determina en el paso S59 que el tiempo presente no es el tiempo en que el cigüeñal 48 ha efectuado una revolución, entonces el control vuelve al paso S1 representado en la figura 11.

Por otra parte, si el detector de velocidad rotacional de cigüeñal 282 determina en el paso S58 si el tiempo presente es el tiempo en que el cigüeñal 48 ha efectuado media revolución, entonces la sección de establecimiento de coeficiente transitorio 280 pone un coeficiente transitorio (0,3 en la presente realización) que es menor que el coeficiente transitorio puesto previamente (paso S60). Entonces, el control vuelve al paso S55. De esta manera, la relación de trabajo leída en el paso S53 se corrige con el coeficiente transitorio nuevamente establecido (0,3) (paso S55), y el proceso de control PWM se lleva a cabo con la relación de trabajo nuevamente corregida durante un período predeterminado (paso S56).

Si el detector de velocidad rotacional de cigüeñal 282 determina en el paso S59 que el cigüeñal 48 ha efectuado una revolución, entonces el detector de velocidad rotacional de cigüeñal 282 reposiciona el valor de recuento (paso S61), y el determinador de modo 264 cancela el modo transitorio de asistencia (paso S62), después de lo que el control vuelve al paso S1 representado en la figura 11. Si el determinador de modo 264 determina que el modo de asistencia se ha de realizar en el paso S21 representado en la figura 12 durante el modo transitorio de asistencia (si se detecta un valor de par T del par de pedaleo mayor que el nivel predeterminado), el detector de velocidad rotacional de cigüeñal 282 también reposiciona el valor de recuento, y el determinador de modo 264 también cancela el modo transitorio de asistencia, después de lo que el control vuelve al paso S22 representado en la figura 22.

La figura 15 es un diagrama que representa valores de par T que son detectados por el sensor de fuerza de pedaleo 110 mientras el ciclista está moviendo la bicicleta asistida 10 accionando los pedales 50L, 50R. Los valores de par T detectados por el sensor de fuerza de pedaleo 110 son diferentes dependiendo de la posición angular del cigüeñal 48 (posición angular de cigüeñal). La figura 15 tiene un eje horizontal representativo del tiempo y un eje vertical de valores de par T. Como se representa en la figura 15, el par de pedaleo detectado se representa por una forma de onda que incluye un valor de par máximo T cada vez que el cigüeñal 48 efectúa media revolución. A efectos ilustrativos, el nivel predeterminado en la figura 15 es un nivel usado cuando el mapa de decisión de carga baja se selecciona como un mapa de decisión.

Cuando el valor de par T es igual o menor que el nivel predeterminado, se determina que el modo regenerativo es el modo a realizar. Por lo tanto, el proceso de control regenerativo se lleva a cabo mientras el valor de par T es igual o menor que el nivel predeterminado. Cuando el valor de par T es mayor que el nivel predeterminado, el modo de asistencia se determina como el modo a realizar. Por lo tanto, el proceso de control de asistencia se realiza mientras el valor de par T es mayor que el nivel predeterminado. En el proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo, la relación de trabajo se determina en base al valor de par T y el valor de información de velocidad de vehículo V que son detectados. La relación de trabajo se corrige en base al coeficiente de corrección ΔSOC y el coeficiente de corrección de valor integrado ΔV que dependen del estado de la diferencia ΔSOC y el estado del valor integrado ΔV, y el proceso de control PWM se lleva a cabo con la relación de trabajo corregida.

Como se representa en la figura 15, el valor de par detectado T se reduce gradualmente con el tiempo, y el pico del cuarto par de pedaleo es inferior al nivel predeterminado. Por lo tanto, el proceso de control regenerativo se realiza cuando se detecta el pico del cuarto par de pedaleo. Sin embargo, hasta el cuarto par de pedaleo, el proceso de

control de asistencia y el proceso de control regenerativo se llevan a cabo alternativamente de tal manera que el proceso de control regenerativo se realice cerca del valor de par mínimo T y el proceso de control de asistencia se realiza cerca del valor de par máximo T. Si el proceso de control regenerativo se lleva a cabo inesperadamente cerca del valor de par máximo T del cuarto par de pedaleo, es decir, si el proceso de control regenerativo se realiza en un rango completo de valores de par T desde el valor de par mínimo T al valor de par máximo T, entonces los pedales 50L, 50R se ralentizan bruscamente, imponiendo una mayor carga al ciclista de la bicicleta asistida 10 y haciendo que el ciclista tenga una sensación rara. Este inconveniente es producido no solamente por el proceso de control regenerativo que se realiza inesperadamente mientras el proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo se llevan a cabo alternativamente, sino también por el proceso de control regenerativo que se realiza inesperadamente en un rango completo de valores de par T desde el valor de par mínimo T al valor de par máximo T mientras el proceso de control de asistencia se realiza en un rango completo de valores de par T desde el valor de par mínimo T al valor de par máximo T.

Para evitar el inconveniente anterior, si el pico del valor de par T detectado por el sensor de fuerza de pedaleo 110 es igual o menor que el nivel predeterminado por vez primera después de que el modo de asistencia haya conmutado al modo regenerativo, entonces el proceso de control transitorio de asistencia, que es un proceso especial de control de asistencia con una relación de asistencia reducida, se realiza mientras el cigüeñal 48 está haciendo un número predeterminado de revoluciones (una revolución en la presente realización). Específicamente, si el pico del valor de par T detectado por el sensor de fuerza de pedaleo 110 es igual o menor que el nivel predeterminado por vez primera después de que el modo de asistencia haya conmutado al modo regenerativo, entonces el proceso de control PWM se realiza durante un período predeterminado en el accionador 106 con una relación de trabajo que se calcula multiplicando la cantidad de control (relación de trabajo) del proceso de control de asistencia en el pico del valor de par T detectado en el ciclo previo por un coeficiente transitorio menor que 1 (0,8 en la presente realización). En otros términos, si se detecta que el pico del valor de par T es igual o menor que el nivel predeterminado, entonces se suministra potencia eléctrica CA al motor sin escobillas 160 para energizar el motor sin escobillas 160 durante un período predeterminado a partir de la detección del pico del valor de par T. Por lo tanto, la bicicleta asistida 10 es asistida en su marcha durante el período predeterminado.

A continuación, si el cigüeñal 48 efectúa media revolución desde el tiempo en que el pico del valor de par T es igual o menor que el nivel predeterminado y el modo de asistencia no se realiza, entonces el proceso de control PWM se realiza en el accionador 106 con una relación de trabajo que se calcula multiplicando la cantidad de control del proceso de control de asistencia por un coeficiente transitorio que es mucho menor que el coeficiente transitorio previo (0,3 en la presente realización). En otros términos, cuando el cigüeñal 48 ha efectuado media revolución desde el tiempo en que el pico del valor de par T es detectado como igual o menor que el nivel predeterminado, se suministra potencia eléctrica CA al motor sin escobillas 160 para energizar el motor sin escobillas 160 durante un período predeterminado desde el tiempo en que el cigüeñal 48 ha efectuado media revolución.

Cuando el cigüeñal 48 ha efectuado una revolución desde el tiempo en que el pico del valor de par T es detectado como igual o menor que el nivel predeterminado, se cancela el modo transitorio de asistencia. Si el valor de par T del par de pedaleo es igual o menor que el nivel predeterminado, entonces se lleva a cabo el modo regenerativo.

Una secuencia de operación del aparato de control 250 para parar la bicicleta asistida 10 se describirá a continuación con referencia a un diagrama de flujo representado en la figura 16. Cuando el interruptor de potencia 206 se apaga, el detector de estado de carga 260 guarda el SOC de la batería 44 que se detectó inmediatamente antes de que el interruptor de potencia 206 se apagase, en la unidad de almacenamiento 252 (paso S71).

Entonces, el calculador ΔSOC 274 calcula la diferencia ΔSOC entre el SOC de la batería 44, almacenado en la unidad de almacenamiento 252, al tiempo en que el aparato de control 250 es activado, es decir, al tiempo en que la bicicleta asistida 10 empieza a usarse (el SOC almacenado en el paso S2 representado en la figura 11), y el SOC de la batería 44 al tiempo en que el aparato de control 250 es inactivado, es decir, al tiempo en que la bicicleta asistida 10 termina de usarse (paso S72). Específicamente, el calculador ΔSOC 274 calcula la diferencia ΔSOC restando el SOC de la batería 44 al tiempo en que el aparato de control 250 es inactivado del SOC de la batería 44 al tiempo en que el aparato de control 250 es activado. Consiguientemente, la diferencia ΔSOC se expresa por la ecuación: la diferencia ΔSOC = el SOC de la batería 44 al tiempo en que el aparato de control 250 es activado - el SOC de la batería 44 al tiempo en que el aparato de control 250 es inactivado.

Entonces, en base a la diferencia ΔSOC calculada, el corrector de cantidad de control 276 adquiere coeficientes de corrección ΔSOC de mapas de corrección ΔSOC y los guarda en la zona de almacenamiento de coeficientes de corrección ΔSOC 296 de la unidad de almacenamiento 252 (paso S73). Si la diferencia ΔSOC es positiva, entonces el corrector de cantidad de control 276 adquiere, del mapa de corrección +ΔSOC, el coeficiente de corrección ΔSOC para el proceso de control de asistencia y el coeficiente de corrección ΔSOC para el proceso de control regenerativo que corresponden al valor absoluto del +ΔSOC calculado, y guarda los coeficientes de corrección ΔSOC adquiridos en la unidad de almacenamiento 252. Si la diferencia ΔSOC es negativa, entonces el corrector de cantidad de control 276 adquiere, del mapa de corrección - ΔSOC, el coeficiente de corrección ΔSOC para el proceso de control de asistencia y el coeficiente de corrección ΔSOC para el proceso de control regenerativo que corresponden al valor absoluto del -ΔSOC calculado, y guarda los coeficientes de corrección ΔSOC adquiridos en la unidad de

almacenamiento 252. La diferencia ΔSOC hace posible reconocer el estado asistido y el estado regenerado en un solo evento de uso de la bicicleta asistida 10. Específicamente, si la diferencia ΔSOC es positiva, entonces se reconoce que el proceso de control de asistencia se realiza más que el proceso de control regenerativo, y si la diferencia ΔSOC es negativa, entonces se reconoce que el proceso de control regenerativo se realiza más que el proceso de control de asistencia.

Entonces, el controlador 108 apaga el aparato de control 250 de la bicicleta asistida 10 (paso S74). Los coeficientes de corrección ΔSOC para el proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo que están almacenados en la unidad de almacenamiento 252 serán usados para corregir las cantidades de control del proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo en un evento de uso siguiente de la bicicleta asistida 10.

Como se ha descrito anteriormente, se detecta el par de pedaleo en una posición angular del cigüeñal 48, y el proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo se llevan a cabo selectivamente dependiendo del valor de par T del par de pedaleo, es decir, dependiendo de si el valor de par T es o no igual o menor que el nivel predeterminado. Por lo tanto, el proceso de control regenerativo se realiza más frecuentemente para aumentar la frecuencia a la que se carga la batería 44, haciendo por ello efectiva la batería 44 durante un tiempo más largo.

Dado que las cantidades de control del proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo se corrigen usando el coeficiente de corrección de valor integrado ΔV dependiendo de un cambio en el valor de información de velocidad de vehículo V que representa la velocidad de vehículo de la bicicleta asistida 10, las variaciones en la velocidad rotacional del cigüeñal 48 debidas a conmutación entre el proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo durante la rotación del cigüeñal 48 se reducen haciendo que el ciclista de la bicicleta asistida 10 tenga una sensación menos extraña. Específicamente, si la velocidad rotacional del cigüeñal 48 se reduce debido al proceso de control regenerativo, es decir, si el valor absoluto del valor integrado -ΔV es mayor que el primer umbral, entonces la cantidad de control del proceso de control regenerativo se reduce para minimizar la reducción de la velocidad rotacional del cigüeñal 48, y si la velocidad rotacional del cigüeñal 48 se incrementa debido al proceso de control de asistencia, es decir, si el valor absoluto del valor integrado +ΔV es mayor que el segundo umbral, entonces la cantidad de control del proceso de control de asistencia se incrementa para realizar el proceso de control de asistencia para lograr rápidamente una velocidad de vehículo deseada por el ciclista, para minimizar por ello el aumento de la velocidad rotacional del cigüeñal 48.

Si el valor que se calcula restando el estado de carga al tiempo en que la bicicleta asistida 10 termina de usarse desde el estado de carga al tiempo en que la bicicleta asistida 10 empezó a usarse en el ciclo previo es positivo, entonces la cantidad de control del proceso de control regenerativo se controla a una cantidad de control incrementada usando el mapa de corrección +ΔSOC, y si el valor es negativo, entonces la cantidad de control del proceso de control de asistencia se controla a una cantidad de control incrementada usando el mapa de corrección -ΔSOC. Por lo tanto, el estado de carga de la batería 44 se puede poner en un rango aceptable, es decir, el rango de control deseado, lo más rápidamente posible. En la medida en que las cantidades de control del proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo son corregidas solamente si el valor absoluto del valor calculado restando el estado de carga al tiempo en que la bicicleta asistida 10 termina de usarse del estado de carga al tiempo en que la bicicleta asistida 10 empezó a usarse en el ciclo previo es mayor que el valor predeterminado, el proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo se pueden realizar con cantidades de control estables, y se evita que los coeficientes de corrección ΔSOC para corregir las cantidades de control del proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo varíen frecuentemente.

Si el pico del valor de par T detectado por el sensor de fuerza de pedaleo 110 es igual o menor que el nivel predeterminado, entonces se realiza el proceso de control transitorio de asistencia y a continuación conmuta al proceso de control regenerativo. Por lo tanto, se evita que el cigüeñal 48 se ralentice bruscamente, y no se impone una carga bruscamente incrementada al ciclista de la bicicleta asistida 10. El proceso de control regenerativo empieza así a realizarse suavemente sin hacer que el ciclista tenga una sensación extraña. Específicamente, si el pico del valor de par T detectado por el sensor de fuerza de pedaleo 110 es igual o menor que el nivel predeterminado después de que el modo de asistencia haya conmutado al modo regenerativo, entonces el modo transitorio de asistencia se determina como el modo a realizar. Consiguientemente, aunque el modo regenerativo deba ser realizado, la bicicleta asistida 10 es asistida con una relación de asistencia reducida a condición de que el modo transitorio de asistencia se determine como el modo a realizar. Como resultado, el ciclista no tiene una sensación extraña en la transición del modo de asistencia al modo regenerativo.

Además, dado que un coeficiente transitorio para reducir una relación de asistencia se pone cada vez que el cigüeñal 48 efectúa media revolución, el proceso de control de asistencia conmuta suavemente al proceso de control regenerativo sin hacer que el ciclista tenga una sensación extraña. Como hay una pluralidad de mapas de decisión seleccionables dependiendo del SOC de la batería 44, se puede seleccionar fácilmente un modo apropiado a realizar dependiendo del SOC de la batería 44. Los mapas de decisión que corresponden a SOCs más bajos de la batería 44 están asociados con niveles predeterminados más altos. Por lo tanto, cuando el SOC de la batería 44 es más bajo, es más probable que el modo regenerativo se determine como el modo a realizar, permitiendo que la batería 44 se cargue más probablemente.

La realización anterior se puede modificar de la siguiente manera.

(Modificación 1)

En la realización anterior, cuando el aparato de control 250 de la bicicleta asistida 10 es inactivado, se calcula una diferencia ΔSOC, y se adquiere un coeficiente de corrección ΔSOC correspondiente a la diferencia ΔSOC calculada de un mapa de corrección ΔSOC y se almacena en la zona de almacenamiento de coeficientes de corrección ΔSOC 296 de la unidad de almacenamiento 252. Sin embargo, cuando el aparato de control 250 de la bicicleta asistida 10 es inactivado, se puede calcular una diferencia ΔSOC y la diferencia ΔSOC calculada se puede almacenar en la unidad de almacenamiento 252.

Según la modificación 1, en el paso S24 representado en la figura 12 y el paso S45 representado en la figura 13, un coeficiente de corrección ΔSOC correspondiente a la diferencia ΔSOC almacenada en la unidad de almacenamiento 252 es adquirido de un mapa de corrección ΔSOC. El mapa de corrección ΔSOC se pone de tal manera que el coeficiente de corrección ΔSOC sea 1,0 si el valor absoluto de la diferencia ΔSOC calculada es igual o menor que un valor que es 5% del SOC presente de la batería 44.

El mapa de corrección ΔSOC se pone de tal manera que el coeficiente de corrección ΔSOC sea 1,0 si el valor absoluto de la diferencia ΔSOC calculada es igual o menor que el valor que es 5% del SOC presente de la batería 44 (es decir, el valor predeterminado que varía dependiendo del SOC), y el coeficiente de corrección ΔSOC aumenta o disminuye si el valor absoluto de la diferencia ΔSOC calculada es mayor que el valor que es 5% del SOC presente de la batería 44. Sin embargo, el mapa de corrección ΔSOC se puede poner de tal manera que el coeficiente de corrección ΔSOC sea 1,0 si el valor absoluto de la diferencia ΔSOC calculada es igual o menor que un valor predeterminado que es constante, y el coeficiente de corrección ΔSOC aumenta o disminuye si el valor absoluto de la diferencia ΔSOC calculada es mayor que el valor predeterminado que es constante.

(Modificación 2)

En la realización anterior y la modificación 1, el controlador 108 puede almacenar la diferencia ΔSOC o los coeficientes de corrección ΔSOC que se almacenan en la unidad de almacenamiento 252, en la tarjeta de memoria 200 montada en la unidad de presentación 68. La tarjeta de memoria 200 que guarda la diferencia ΔSOC o los coeficientes de corrección ΔSOC se puede quitar de la unidad de presentación 68 y se puede montar en otra bicicleta asistida 10. El aparato de control 250 de la otra bicicleta asistida 10 con la tarjeta de memoria 200 montada en ella puede corregir las cantidades de control del proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo en base a la diferencia ΔSOC o los coeficientes de corrección ΔSOC almacenados en la tarjeta de memoria 200.

Las tarjetas de memoria 200 que almacenan dichos datos pueden ser usadas de la siguiente manera: una tarjeta de memoria 200 que guarde una diferencia ΔSOC o coeficientes de corrección ΔSOC que se obtienen cuando una bicicleta asistida 10 es usada por un ciclista que tiende a usar el modo de asistencia más a menudo, se puede montar en otra bicicleta asistida 10 donde el SOC de la batería 44 sea bajo, para recuperar rápidamente el SOC de la batería 44. Una tarjeta de memoria 200 que guarde una diferencia ΔSOC o coeficientes de corrección ΔSOC que se obtienen cuando una bicicleta asistida 10 es usada por un ciclista que tiende a usar el modo regenerativo más a menudo, se puede montar en otra bicicleta asistida 10 que sea usada por una mujer con menor potencia física, para operar la otra bicicleta asistida 10 en un proceso de control de asistencia más fuerte.

(Modificación 3)

En la realización anterior, la modificación 1 y la modificación 2, el proceso de control transitorio de asistencia se lleva a cabo mientras el cigüeñal 48 hace una revolución. Sin embargo, el proceso de control transitorio de asistencia se realiza mientras el cigüeñal 48 hace un número predeterminado de revoluciones (por ejemplo, cinco revoluciones). En lugar de reducir el coeficiente transitorio cada vez que el cigüeñal 48 efectúa media revolución (0,5 revolución), el coeficiente transitorio se puede reducir cada vez que el cigüeñal 48 efectúe un cierto número de revoluciones, por ejemplo, una revolución, 1,5 revoluciones, etc.

(Modificación 4)

En la realización anterior y las modificaciones 1 a 3, se usan los mapas incluyendo los mapas de decisión, los mapas de corrección de valor integrado ΔV, los mapas de corrección ΔSOC, etc. Sin embargo, se puede usar cálculos más bien que estos mapas. Por ejemplo, un modo a realizar puede ser determinado por medio de cálculos y las cantidades de control se pueden calcular a partir del valor de par T y el valor de información de velocidad de vehículo V.

Las realizaciones preferidas de la presente invención se han descrito anteriormente. Sin embargo, el alcance técnico de la presente invención no se limita a la descripción de las realizaciones. Es obvio a los expertos en la técnica que se puede hacer varios cambios y mejoras en las realizaciones. Es evidente por la descripción del alcance de las

reivindicaciones que dichos cambios y mejoras quedan cubiertos por el alcance técnico de la presente invención. Los números de referencia entre paréntesis indicados en el alcance de las reivindicaciones son según los números de referencia de los dibujos acompañantes para una fácil comprensión de la presente invención, y la presente invención no deberá ser interpretada limitada a los elementos denotados por dichos números de referencia.

La presente invención se refiere a proporcionar un aparato de control para una bicicleta asistida por motor que incrementa la frecuencia a la que se carga una batería.

Un aparato de control para una bicicleta asistida por motor detecta un par de pedaleo aplicado a un cigüeñal con un sensor de fuerza de pedaleo, controla una unidad de motor de la bicicleta asistida por motor en un proceso de control regenerativo para cargar una batería si el valor de par del par de pedaleo detectado es igual o menor que un nivel predeterminado, y controla la unidad de motor en un proceso de control de asistencia si el valor de par es mayor que el nivel predeterminado. El aparato de control controla la unidad de motor en el proceso de control regenerativo en una posición angular del cigüeñal en la que el valor de par detectado por el sensor de fuerza de pedaleo es igual o menor que el nivel predeterminado, y conmuta del proceso de control regenerativo al proceso de control de asistencia para controlar la unidad de motor en una posición angular del cigüeñal en la que el valor de par detectado por el sensor de fuerza de pedaleo es más alto que el nivel predeterminado..

REIVINDICACIONES

1. Un aparato de control (250) para una bicicleta asistida por motor (10) que detecta un par de pedaleo aplicado a un cigüeñal (48) con un sensor de fuerza de pedaleo (110), controla una unidad de motor (28) de la bicicleta asistida por motor (10) en un proceso de control regenerativo para cargar una batería (44) si el valor de par del par de pedaleo detectado es igual o menor que un nivel predeterminado, y controla la unidad de motor (28) en un proceso de control de asistencia si dicho valor de par es mayor que dicho nivel predeterminado, donde dicho aparato de control (250) controla dicha unidad de motor (28) en el proceso de control regenerativo en una posición angular del cigüeñal en la que dicho valor de par detectado por dicho sensor de fuerza de pedaleo (110) es igual o menor que dicho nivel predeterminado, y conmuta del proceso de control regenerativo al proceso de control de asistencia para controlar dicha unidad de motor (28) en una posición angular del cigüeñal en la que dicho valor de par detectado por dicho sensor de fuerza de pedaleo (110) es más alto que dicho nivel predeterminado, y

dicho aparato de control (250) incluye un detector de información de velocidad de vehículo (66) que detecta un valor de información de velocidad del vehículo que representa una velocidad del vehículo de dicha bicicleta asistida por motor (10), y un corrector de cantidad de control (276) que corrige una cantidad de control del proceso de control regenerativo en base a un cambio en el valor de información de velocidad del vehículo que es detectado,

caracterizado porque

el corrector de cantidad de control (276) corrige además una calidad de control del proceso de control de asistencia en base al cambio en el valor de información de velocidad del vehículo que es detectado; y

dicho corrector de cantidad de control (276) integra el cambio en el valor de información de velocidad del vehículo que es detectado por dicho detector de información de velocidad de vehículo (66) dependiendo de su valor positivo o negativo, y si el valor integrado es un valor integral negativo y el valor absoluto del valor integral negativo es mayor que un primer umbral, dicho corrector de cantidad de control (276) corrige la cantidad de control del proceso de control regenerativo a una cantidad de control reducida dependiendo del valor absoluto del valor integral negativo, y si el valor integrado es un valor integral positivo y el valor absoluto del valor integral positivo es mayor que un segundo umbral, dicho detector de cantidad de control (276) corrige la cantidad de control del proceso de control de asistencia a una cantidad de control incrementada dependiendo del valor absoluto del valor integral positivo.

2. El aparato de control (250) para la bicicleta asistida por motor (10) según la reivindicación 1, donde dicho corrector de cantidad de control (276) corrige la cantidad de control del proceso de control de asistencia y la cantidad de control del proceso de control regenerativo solamente si el valor absoluto del cambio que es detectado por dicho detector de información de velocidad de vehículo es mayor que un valor predeterminado.

3. El aparato de control (250) para la bicicleta asistida por motor (10) según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, donde dicho corrector de cantidad de control (276) corrige la cantidad de control del proceso de control regenerativo a una cantidad de control incrementada si un valor que se calcula restando el estado de carga al tiempo en que dicha bicicleta asistida por motor (10) terminó de usarse en un ciclo previo del estado de carga al tiempo en que dicha bicicleta asistida por motor (10) empezó a usarse en el ciclo previo es positivo, y corrige la cantidad de control del proceso de control de asistencia a una cantidad de control incrementada si el valor calculado es negativo.

4. El aparato de control (250) para la bicicleta asistida por motor (10) según la reivindicación 3, donde dicho corrector de cantidad de control (276) corrige la cantidad de control del proceso de control de asistencia y la cantidad de control del proceso de control regenerativo solamente si el valor absoluto del valor que se calcula restando el estado de carga al tiempo en que dicha bicicleta asistida por motor (10) terminó de usarse en el ciclo previo del estado de carga de la batería (44) al tiempo en que dicha bicicleta asistida por motor (10) empezó a usarse en el ciclo previo es mayor que un valor predeterminado.

5. El aparato de control (250) para la bicicleta asistida por motor (10) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, donde dicho detector de información de velocidad de vehículo (66) detecta la velocidad del vehículo de dicha bicicleta asistida por motor (10) a partir de la velocidad rotacional de una rueda de dicha bicicleta asistida por motor (10).

6. El aparato de control (250) para la bicicleta asistida por motor (10) según la reivindicación 1, donde dicho aparato de control (250) conmuta del proceso de control de asistencia al proceso de control regenerativo en una posición angular del cigüeñal en la que dicho valor de par detectado por dicho sensor de fuerza de pedaleo (110) es igual o menor que dicho nivel predeterminado y si el valor de información de velocidad del vehículo que es detectado es igual o menor que un valor de velocidad predeterminado, y conmuta del proceso de control regenerativo al proceso de control de asistencia al menos en una posición angular del cigüeñal en la que dicho valor de par detectado por dicho sensor de fuerza de pedaleo (110) es mayor que dicho nivel predeterminado.

7. El aparato de control (250) para la bicicleta asistida por motor (10) según la reivindicación 6, donde dicho aparato de control (250) varía dicho nivel predeterminado y dicho valor de velocidad predeterminado dependiendo del estado

de carga de dicha batería (44).

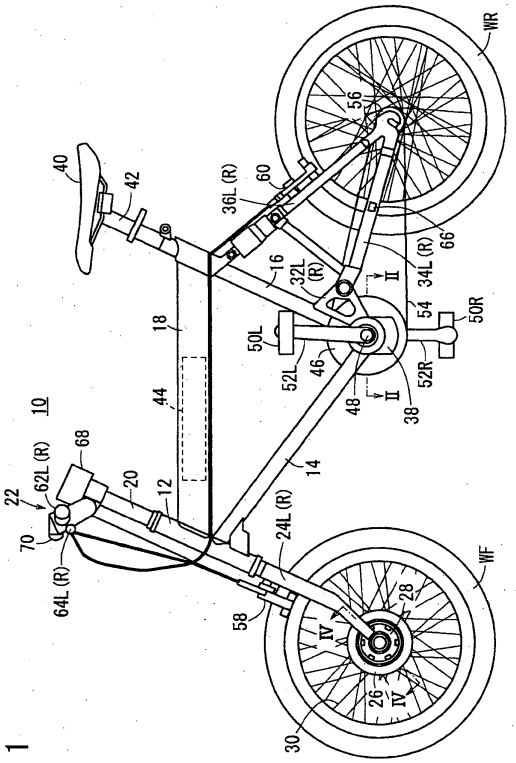

10
12
14
16
18
20
22
24L (R)
26
28
30
32L (R)
34L (R)
36L (R)
38
40
42
44
46
48
50L
50R
52L
52R
54
56
58
60
62L (R)
64L (R)
66
68
70
WF
WR
II
IV

FIG. 1

FIG. 2

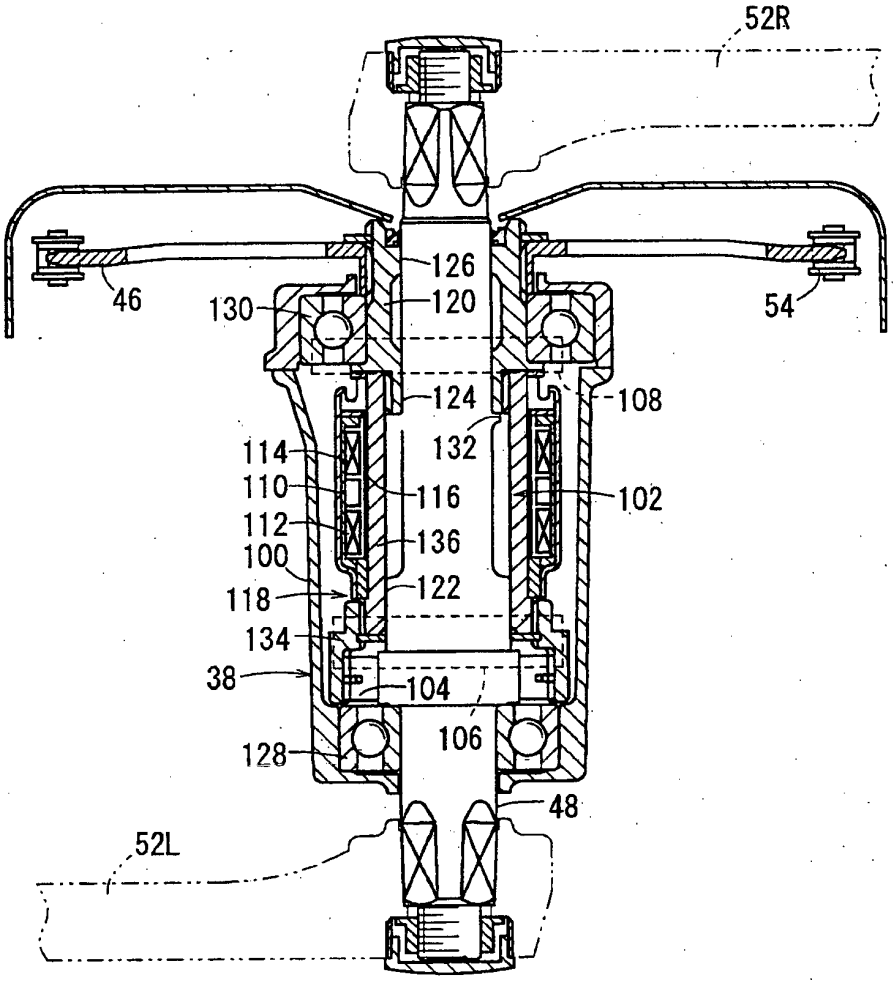

52R
126
46
130
120
54
124
108
114
132
110
116
102
112
136
100
118
122
134
38
104
106
128
48
52L

FIG. 3

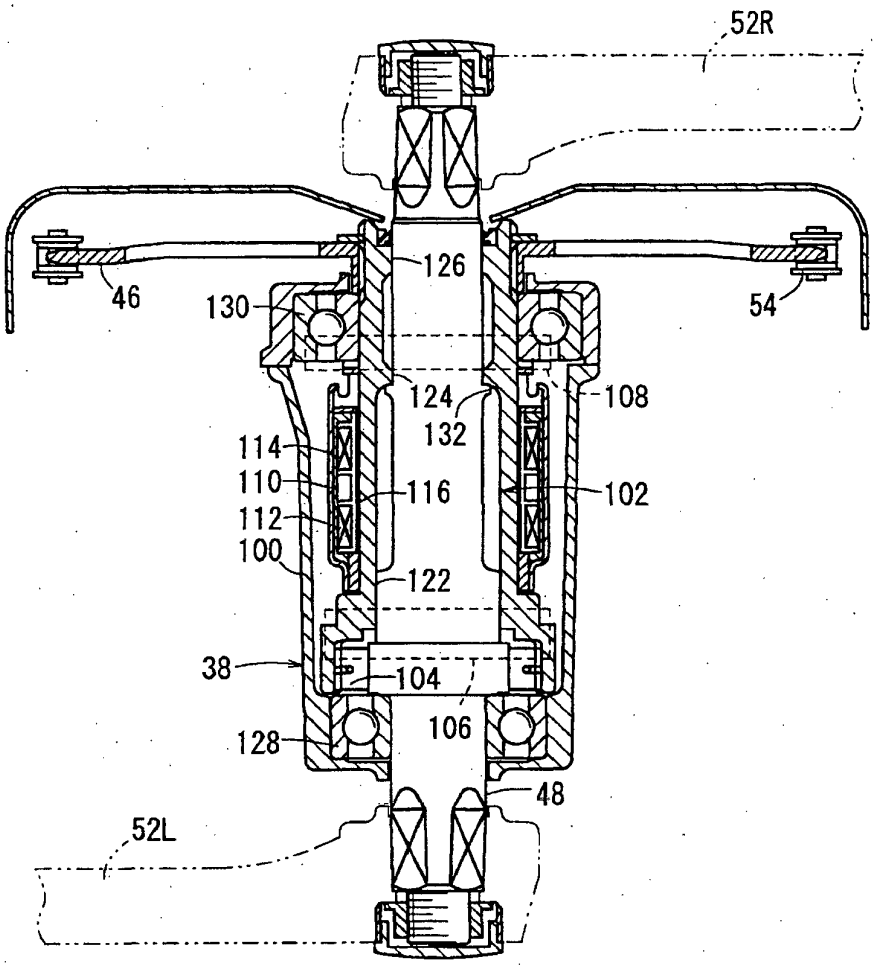

52R
126
46
130
54
124
108
132
114
110
116
102
112
100
122
38
104
106
128
48
52L

FIG. 4

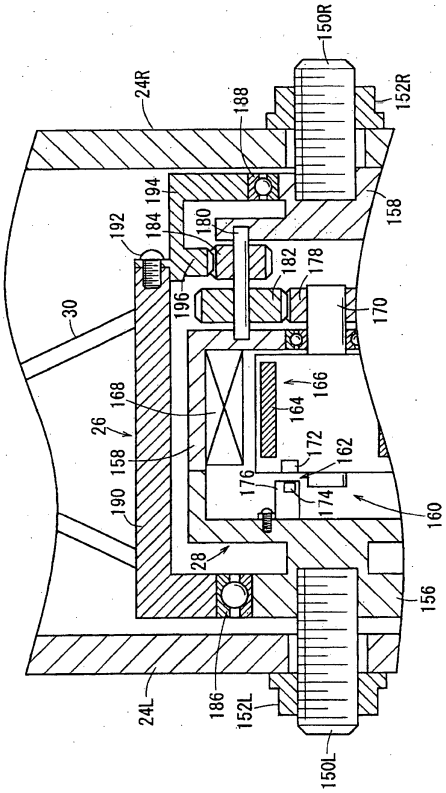
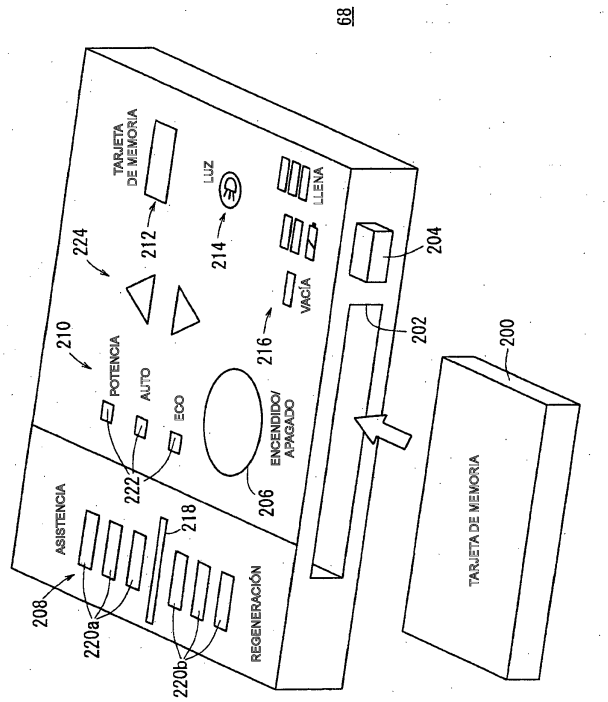

24R
188
150R
152R
194
184
192
180
158
182
178
30
196
170
168
166
164
26
158
172
162
176
174
190
160
28
156
24L
186
152L
150L

FIG. 5


68
TARJETA DE MEMORIA
LUZ
LLENA
VACÍA
224
212
214
204
210
POTENCIA
AUTO
ECO
216
202
200
ENCENDIDO/ APAGADO
222
206
ASISTENCIA
218
TARJETA DE MEMORIA
208
220a
220b
REGENERACIÓN

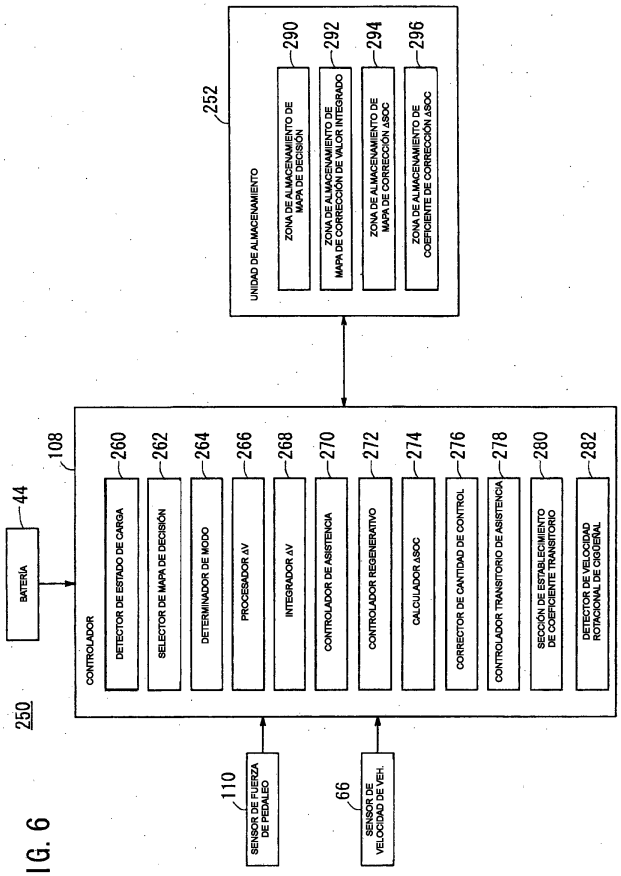

250
BATERÍA
44
108
CONTROLADOR
DETECTOR DE ESTADO DE CARGA
260
SELECTOR DE MAPA DE DECISIÓN
262
DETERMINADOR DE MODO
264
PROCESADOR ΔV
266
INTEGRADOR ΔV
268
CONTROLADOR DE ASISTENCIA
270
CONTROLADOR REGENERATIVO
272
CALCULADOR ΔSOC
274
CORRECTOR DE CANTIDAD DE CONTROL
276
CONTROLADOR TRANSITORIO DE ASISTENCIA
278
SECCIÓN DE ESTIMAMIENTO DE COEFICIENTE TRANSITORIO
280
DETECTOR DE VELOCIDAD ROTACIONAL DE CIGÜEÑAL
282
110
SENSOR DE FUERZA DE PEDALEO
66
SENSOR DE VELOCIDAD DE VEH.
252
UNIDAD DE ALMACENAMIENTO
ZONA DE ALMACENAMIENTO DE MAPA DE DECISIÓN
290
ZONA DE ALMACENAMIENTO DE MAPA DE CORRECCIÓN DE VALOR INTEGRADO
292
ZONA DE ALMACENAMIENTO DE MAPA DE CORRECCIÓN ΔSOC
294
ZONA DE ALMACENAMIENTO DE COEFICIENTE DE CORRECCIÓN ΔSOC
296

FIG. 6

FIG. 7A

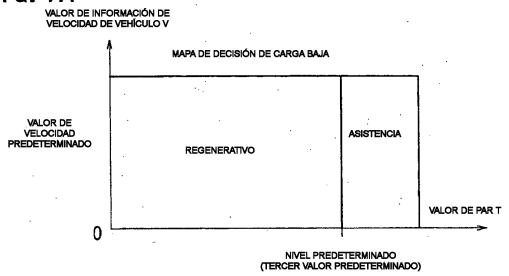


FIG. 7B

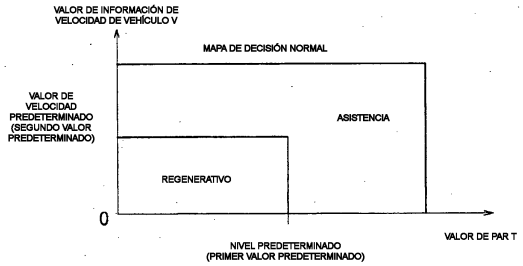


FIG. 7C

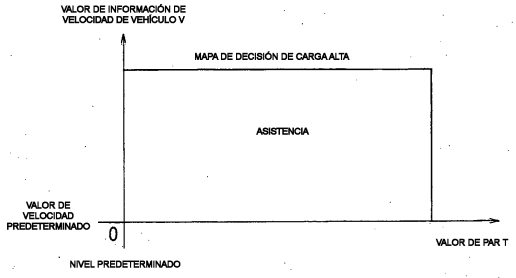


FIG. 8

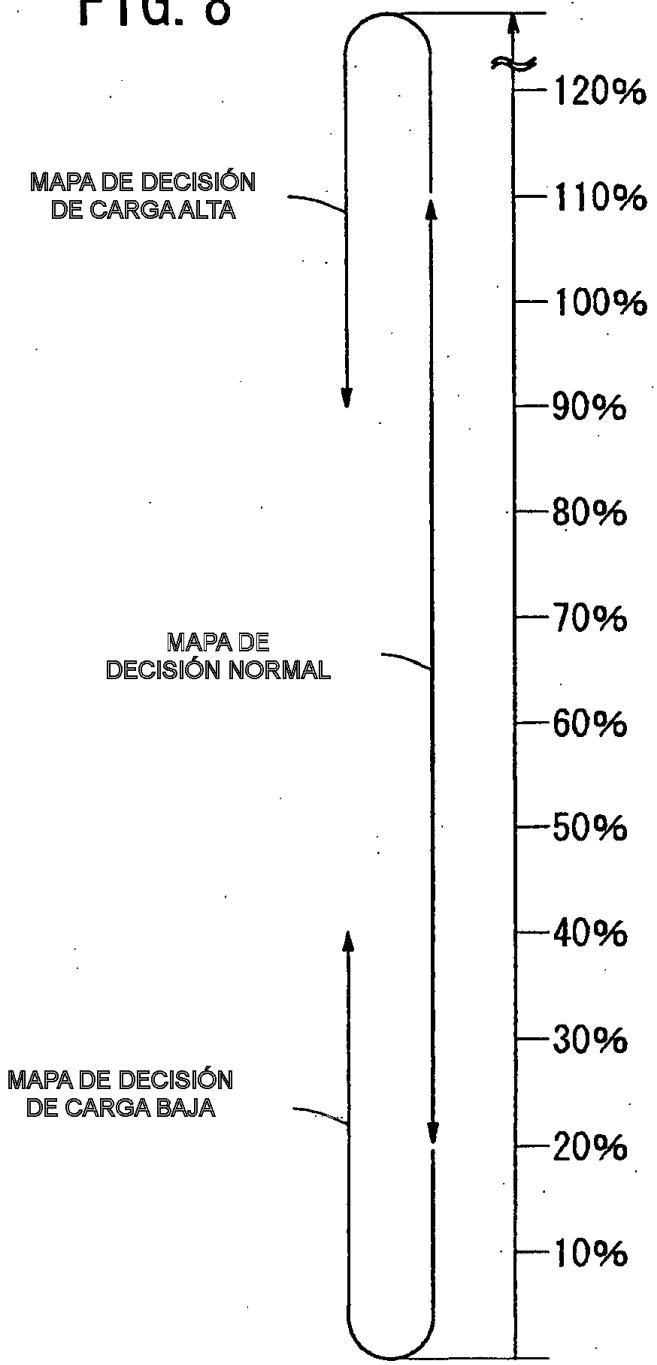

MAPA DE DECISIÓN DE CARGA ALTA
MAPA DE DECISIÓN NORMAL
MAPA DE DECISIÓN DE CARGA BAJA
120%
110%
100%
90%
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%

FIG. 9A

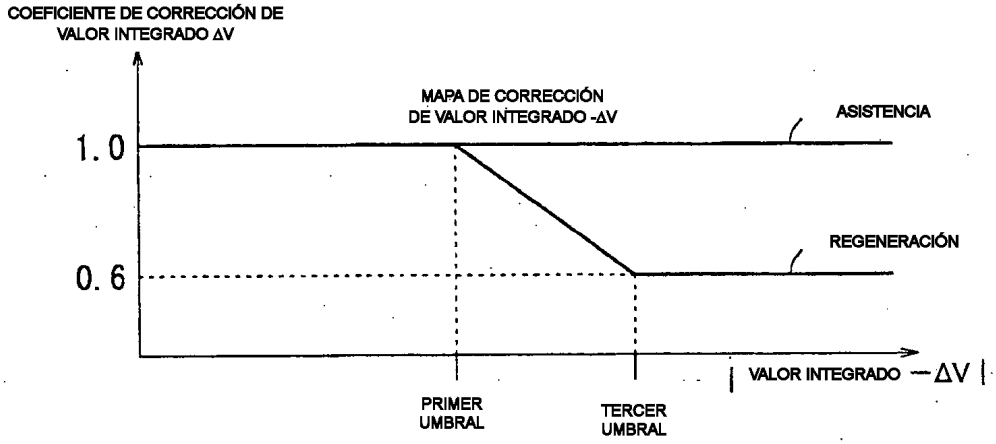

COEFICIENTE DE CORRECCIÓN DE VALOR INTEGRADO ΔV
MAPA DE CORRECCIÓN DE VALOR INTEGRADO -ΔV
ASISTENCIA
1.0
REGENERACIÓN
0.6
| VALOR INTEGRADO −ΔV |
PRIMER UMBRAL
TERCER UMBRAL

FIG. 9B

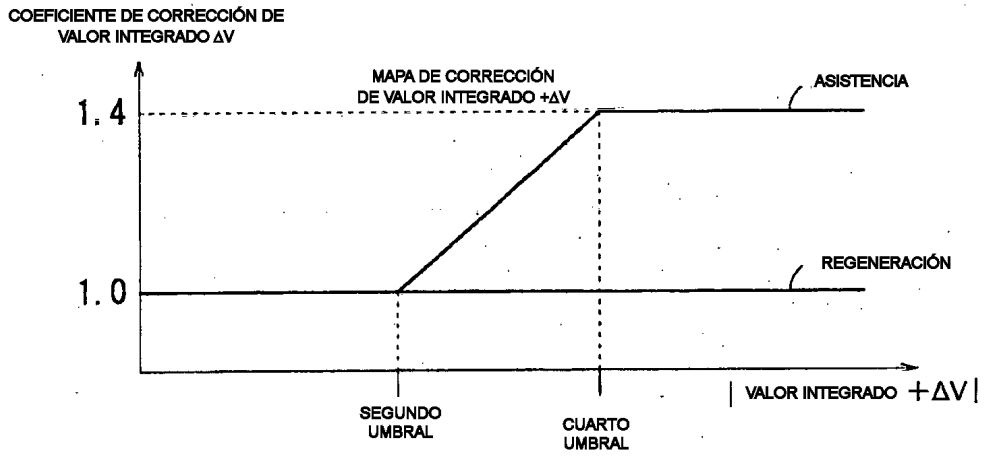

COEFICIENTE DE CORRECCIÓN DE VALOR INTEGRADO ΔV
MAPA DE CORRECCIÓN DE VALOR INTEGRADO +ΔV
ASISTENCIA
1.4
REGENERACIÓN
1.0
| VALOR INTEGRADO +ΔV |
SEGUNDO UMBRAL
CUARTO UMBRAL

FIG. 10A

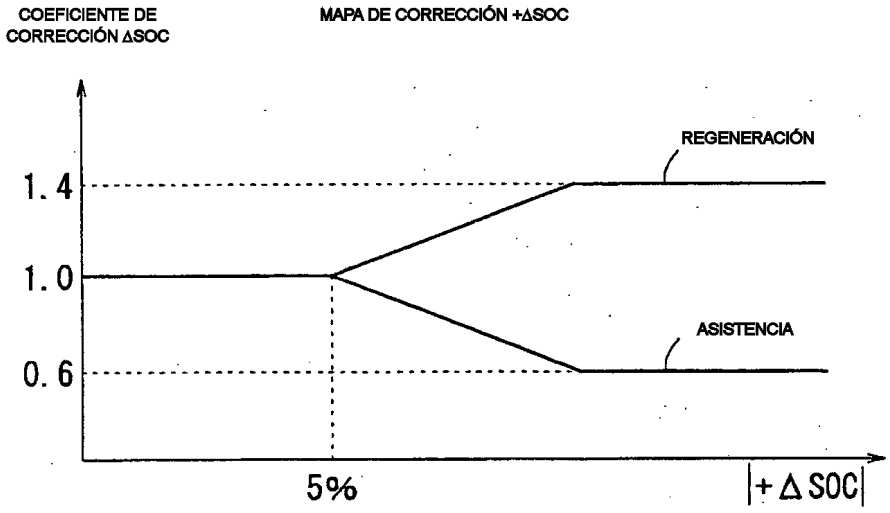


FIG. 10B

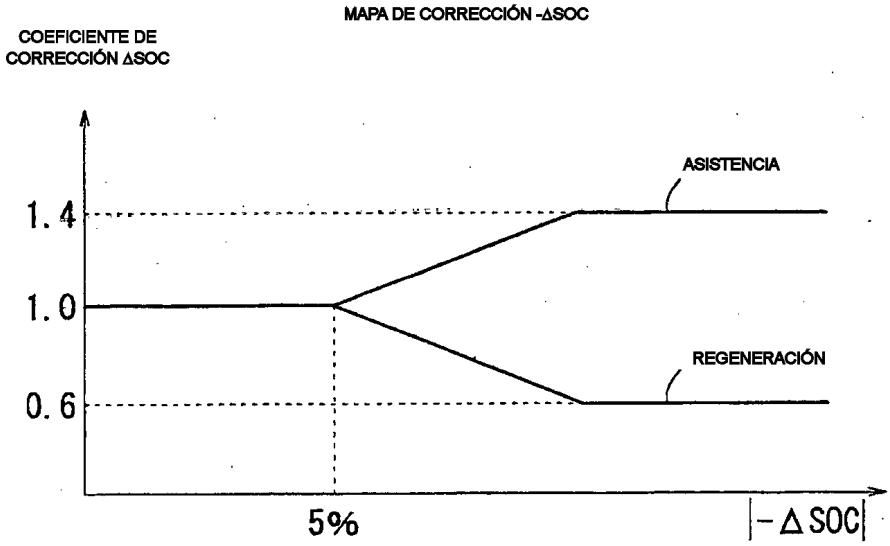


FIG. 11

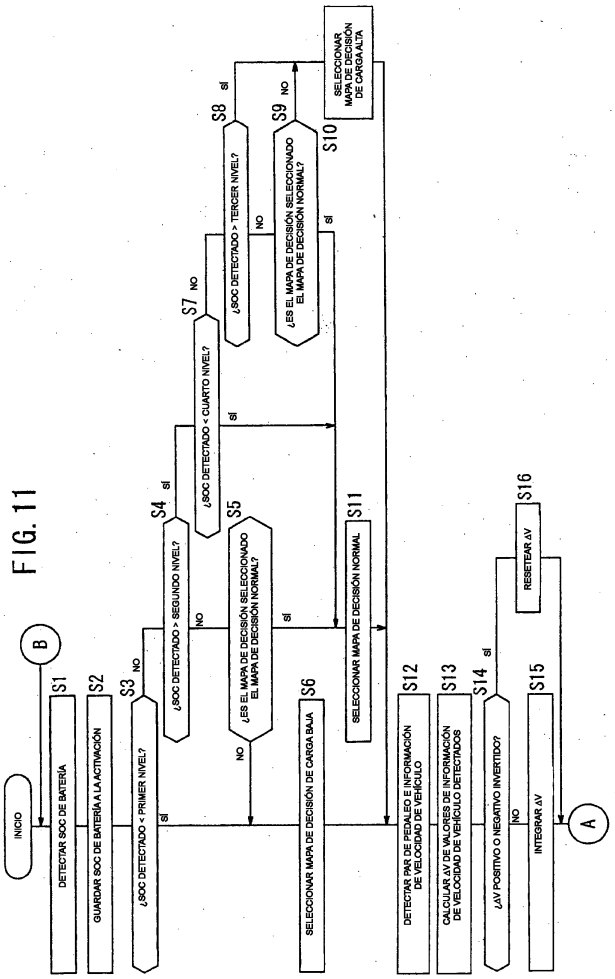

INICIO
B
S1
DETECTAR SOC DE BATERÍA
S2
GUARDAR SOC DE BATERÍA A LA ACTIVACIÓN
S3
¿SOC DETECTADO < PRIMER NIVEL?
NO
sí
S4
¿SOC DETECTADO > SEGUNDO NIVEL?
sí
NO
S5
¿ES EL MAPA DE DECISIÓN SELECCIONADO EL MAPA DE DECISIÓN NORMAL?
NO
sí
S6
SELECCIONAR MAPA DE DECISIÓN DE CARGA BAJA
S7
¿SOC DETECTADO < CUARTO NIVEL?
NO
sí
S8
¿SOC DETECTADO > TERCER NIVEL?
sí
NO
S9
¿ES EL MAPA DE DECISIÓN SELECCIONADO EL MAPA DE DECISIÓN NORMAL?
NO
sí
S10
SELECCIONAR MAPA DE DECISIÓN DE CARGA ALTA
S11
SELECCIONAR MAPA DE DECISIÓN NORMAL
S12
DETECTAR PAR DE PEDALEO E INFORMACIÓN DE VELOCIDAD DE VEHÍCULO
S13
CALCULAR ΔV DE VALORES DE INFORMACIÓN DE VELOCIDAD DE VEHÍCULO DETECTADOS
S14
¿ΔV POSITIVO O NEGATIVO INVERTIDO?
sí
NO
S15
INTEGRAR ΔV
S16
RESETEAR ΔV
A

FIG. 12

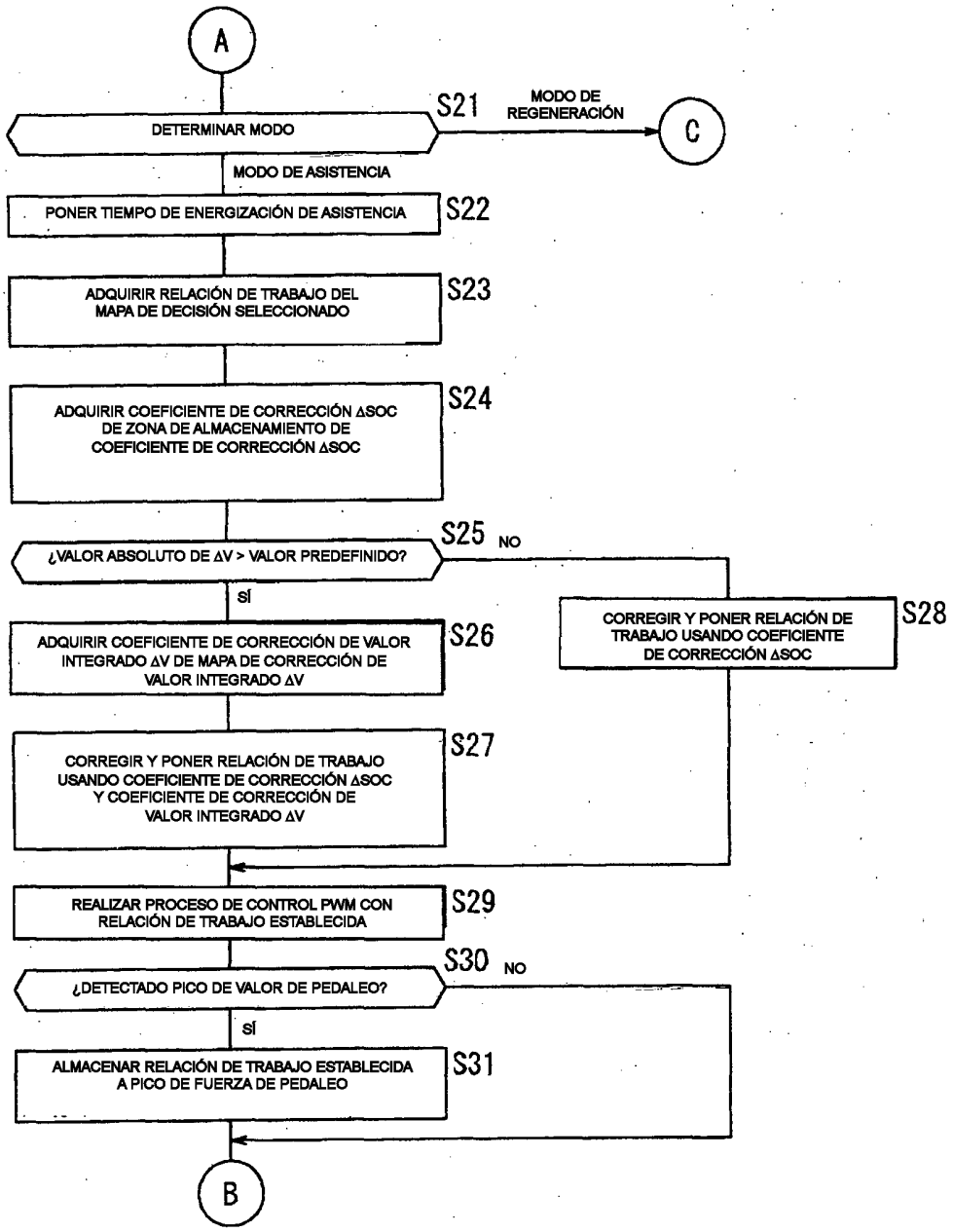

A
DETERMINAR MODO
S21
MODO DE REGENERACIÓN
C
MODO DE ASISTENCIA
PONER TIEMPO DE ENERGIZACIÓN DE ASISTENCIA
S22
ADQUIRIR RELACIÓN DE TRABAJO DEL MAPA DE DECISIÓN SELECCIONADO
S23
ADQUIRIR COEFICIENTE DE CORRECCIÓN ΔSOC DE ZONA DE ALMACENAMIENTO DE COEFICIENTE DE CORRECCIÓN ΔSOC
S24
¿VALOR ABSOLUTO DE ΔV > VALOR PREDEFINIDO?
S25
NO
SÍ
ADQUIRIR COEFICIENTE DE CORRECCIÓN DE VALOR INTEGRADO ΔV DE MAPA DE CORRECCIÓN DE VALOR INTEGRADO ΔV
S26
CORREGIR Y PONER RELACIÓN DE TRABAJO USANDO COEFICIENTE DE CORRECCIÓN ΔSOC
S28
CORREGIR Y PONER RELACIÓN DE TRABAJO USANDO COEFICIENTE DE CORRECCIÓN ΔSOC Y COEFICIENTE DE CORRECCIÓN DE VALOR INTEGRADO ΔV
S27
REALIZAR PROCESO DE CONTROL PWM CON RELACIÓN DE TRABAJO ESTABLECIDA
S29
¿DETECTADO PICO DE VALOR DE PEDALEO?
S30
NO
SÍ
ALMACENAR RELACIÓN DE TRABAJO ESTABLECIDA A PICO DE FUERZA DE PEDALEO
S31
B

FIG. 13

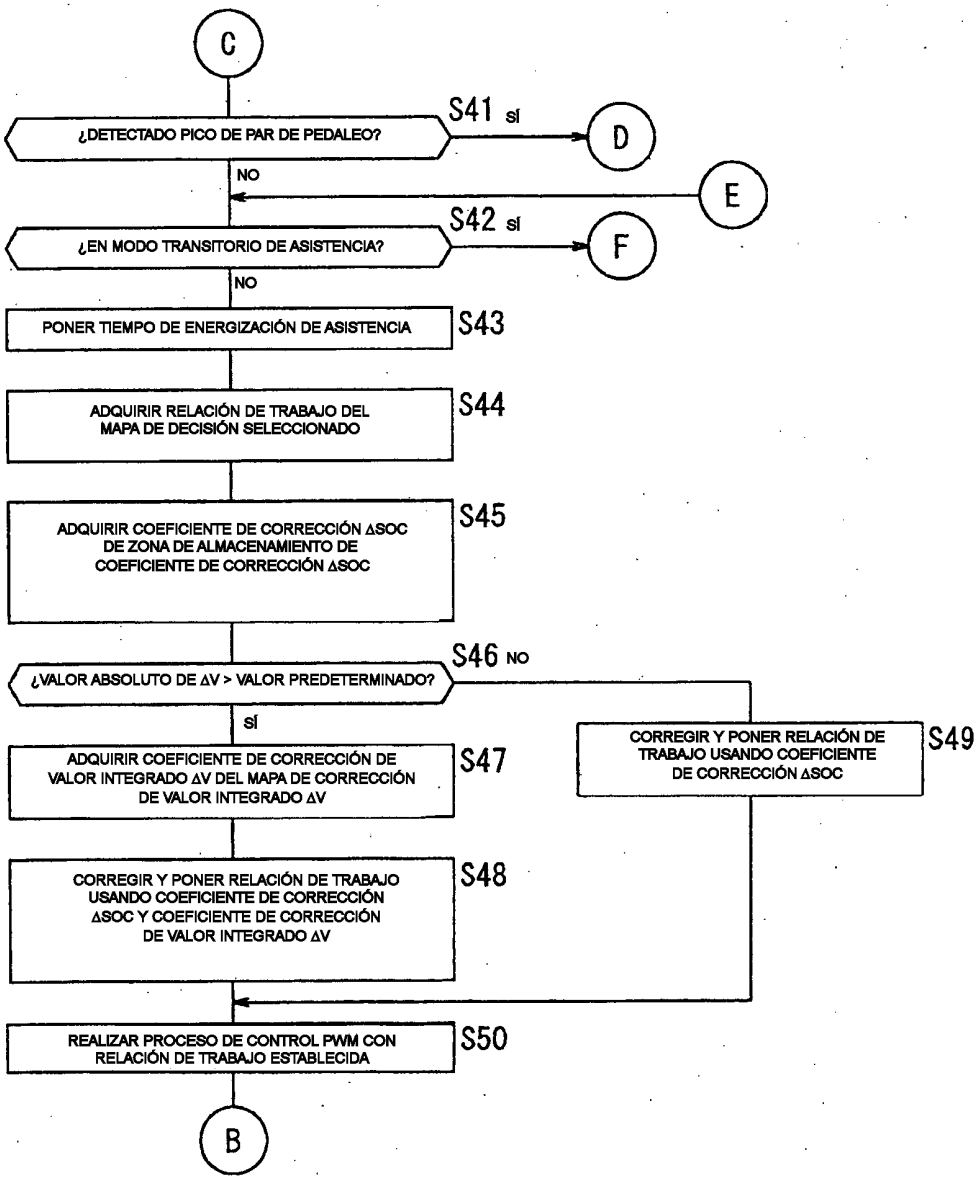

C
¿DETECTADO PICO DE PAR DE PEDALEO?
S41 SÍ
D
NO
E
¿EN MODO TRANSITORIO DE ASISTENCIA?
S42 SÍ
F
NO
PONER TIEMPO DE ENERGIZACIÓN DE ASISTENCIA
S43
ADQUIRIR RELACIÓN DE TRABAJO DEL MAPA DE DECISIÓN SELECCIONADO
S44
ADQUIRIR COEFICIENTE DE CORRECCIÓN ΔSOC DE ZONA DE ALMACENAMIENTO DE COEFICIENTE DE CORRECCIÓN ΔSOC
S45
¿VALOR ABSOLUTO DE ΔV > VALOR PREDETERMINADO?
S46 NO
SÍ
ADQUIRIR COEFICIENTE DE CORRECCIÓN DE VALOR INTEGRADO ΔV DEL MAPA DE CORRECCIÓN DE VALOR INTEGRADO ΔV
S47
CORREGIR Y PONER RELACIÓN DE TRABAJO USANDO COEFICIENTE DE CORRECCIÓN ΔSOC
S49
CORREGIR Y PONER RELACIÓN DE TRABAJO USANDO COEFICIENTE DE CORRECCIÓN ΔSOC Y COEFICIENTE DE CORRECCIÓN DE VALOR INTEGRADO ΔV
S48
REALIZAR PROCESO DE CONTROL PWM CON RELACIÓN DE TRABAJO ESTABLECIDA
S50
B

FIG. 14

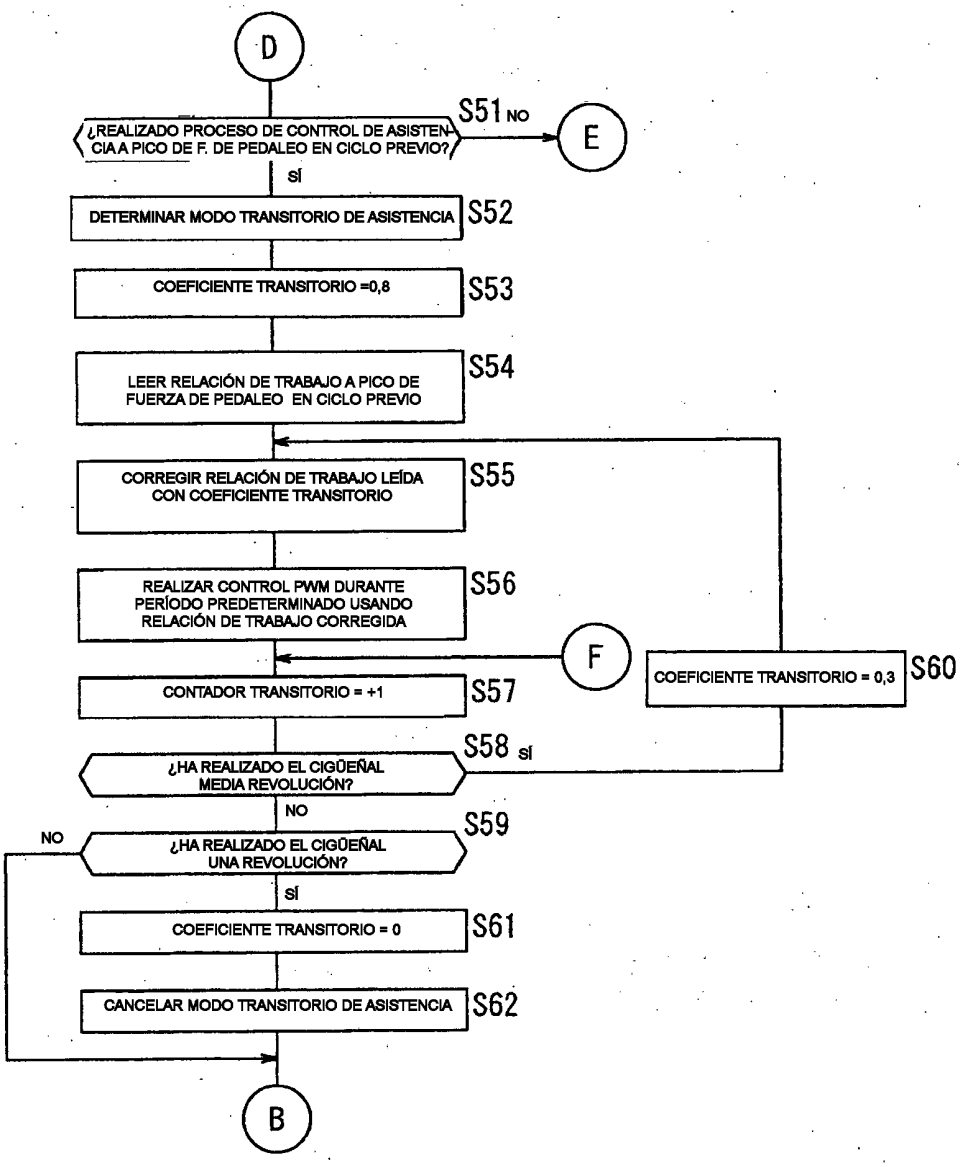

D
¿REALIZADO PROCESO DE CONTROL DE ASISTENCIA A PICO DE F. DE PEDALEO EN CICLO PREVIO?
S51
NO
E
SÍ
DETERMINAR MODO TRANSITORIO DE ASISTENCIA
S52
COEFICIENTE TRANSITORIO =0,8
S53
LEER RELACIÓN DE TRABAJO A PICO DE FUERZA DE PEDALEO EN CICLO PREVIO
S54
CORREGIR RELACIÓN DE TRABAJO LEÍDA CON COEFICIENTE TRANSITORIO
S55
REALIZAR CONTROL PWM DURANTE PERÍODO PREDETERMINADO USANDO RELACIÓN DE TRABAJO CORREGIDA
S56
F
COEFICIENTE TRANSITORIO = 0,3
S60
CONTADOR TRANSITORIO = +1
S57
¿HA REALIZADO EL CIGÜEÑAL MEDIA REVOLUCIÓN?
S58
SÍ
NO
¿HA REALIZADO EL CIGÜEÑAL UNA REVOLUCIÓN?
S59
NO
SÍ
COEFICIENTE TRANSITORIO = 0
S61
CANCELAR MODO TRANSITORIO DE ASISTENCIA
S62
B

FIG. 15

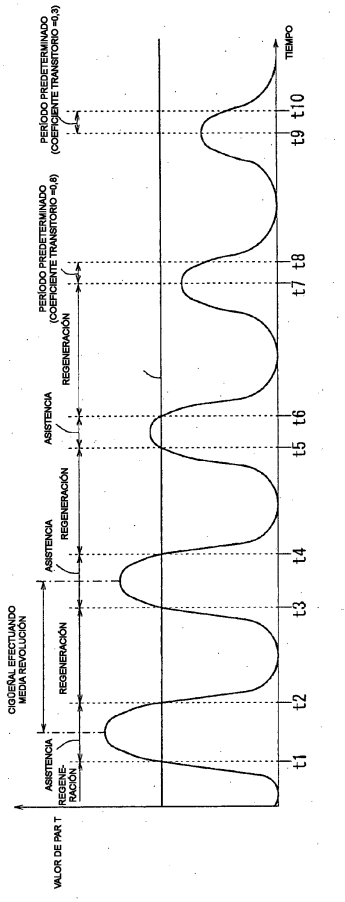
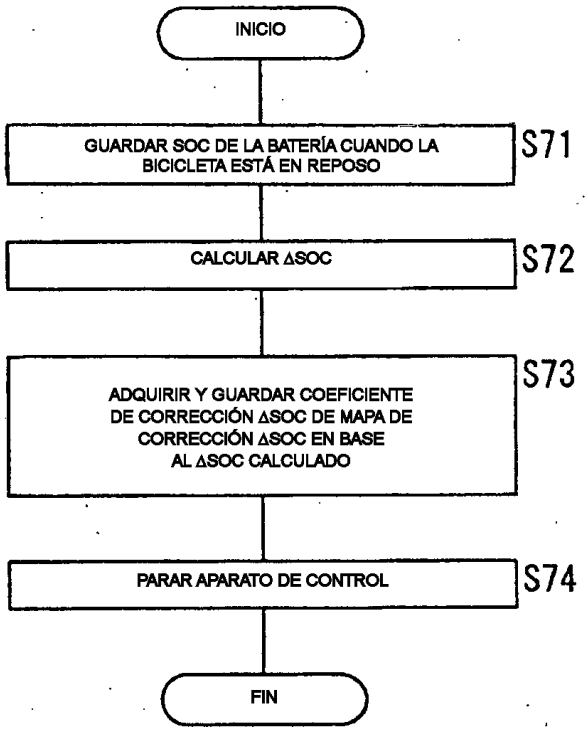

VALOR DE PAR T
ASISTENCIA
REGENE-RACIÓN
CIGÜEÑAL EFECTUANDO MEDIA REVOLUCIÓN
REGENERACIÓN
ASISTENCIA
REGENERACIÓN
ASISTENCIA
REGENERACIÓN
PERÍODO PREDETERMINADO (COEFICIENTE TRANSITORIO =0,8)
PERÍODO PREDETERMINADO (COEFICIENTE TRANSITORIO =0,3)
t1
t2
t3
t4
t5
t6
t7
t8
t9
t10
TIEMPO

FIG. 16


INICIO
GUARDAR SOC DE LA BATERÍA CUANDO LA BICICLETA ESTÁ EN REPOSO
S71
CALCULAR ΔSOC
S72
ADQUIRIR Y GUARDAR COEFICIENTE DE CORRECCIÓN ΔSOC DE MAPA DE CORRECCIÓN ΔSOC EN BASE AL ΔSOC CALCULADO
S73
PARAR APARATO DE CONTROL
S74
FIN