

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 567 274**

51 Int. Cl.:

**B62M 6/45**

(2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.10.2012** **E 12188771 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.03.2016** **EP 2604499**

54 Título: **Bicicleta asistida por potencia eléctrica**

30 Prioridad:

**12.12.2011 JP 2011271586**

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

**21.04.2016**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**SHINAGAWA, MASATAKA**

74 Agente/Representante:

**UNGRÍA LÓPEZ, Javier**

**ES 2 567 274 T3**

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

**DESCRIPCIÓN**

Bicicleta asistida por potencia eléctrica

**5 Campo técnico**

La presente invención se refiere a una bicicleta asistida por potencia eléctrica provista de un motor para asistir la fuerza de accionamiento en base a la fuerza de pedaleo en relación a la fuerza de pedaleo generada cuando un operador acciona los pedales, y más en concreto a la bicicleta asistida por potencia eléctrica que permite que la asistencia proporcionada por el motor se suministre eficientemente a altas velocidades de rotación de los pedales.

**Antecedentes de la invención**

La bicicleta asistida por potencia eléctrica está compuesta por un sensor de fuerza de pedaleo para detectar la fuerza de pedaleo generada en un pedal, un motor para asistir la fuerza de accionamiento en respuesta a una salida del sensor de fuerza de pedaleo, un sensor de ángulo de calado para detectar el ángulo de un cigüeñal conectado al pedal, y un sensor de frecuencia rotacional de manivela para detectar la frecuencia rotacional del cigüeñal.

Como se representa en la referencia de patente 1, por ejemplo, se describe la estructura que determina un ciclo de rotación del cigüeñal y genera par de asistencia a un valor que multiplica la fuerza de pedaleo introducida por un valor predeterminado con el fin de evitar una sensación débil del par cerca de una fuerza de pedaleo cero minimizando la fluctuación de ciclo del par detectado y disminuyendo la corriente de accionamiento del motor.

**Referencia de la técnica anterior**

Referencia de patente 1: Solicitud de Patente japonesa publicada número 2004-314753.

**Descripción de la invención****30 Problema a resolver con la invención**

Sin embargo, según la estructura anterior, aunque el par (par de entrada) aplicado a la fuerza de pedaleo se suministre en proporción al ciclo de rotación, se desarrolla una diferencia de fase entre el ciclo de rotación y el par de entrada a altas velocidades de rotación o análogos cuando aumenta la frecuencia rotacional del cigüeñal.

Por ejemplo, el pedaleo de la bicicleta en el caso donde el punto muerto superior de un pedal con relación a un cigüeñal 71 representado en la figura 7 es 0 (cero) grado tiene una relación tal que, a bajas velocidades de rotación del cigüeñal, la fuerza de pedaleo humana (un eje vertical) con relación a un eje horizontal que representa un ángulo de calado (una fase) indica un valor máximo a 90 grados, como se representa en la figura 8(a). Por otra parte, a altas velocidades de rotación del cigüeñal 71, el valor máximo de la fuerza de pedaleo se detecta cerca de 135 grados del ángulo de calado dado que la fuerza de pedaleo que la persona aplica al pedal tiene tendencia a retardarse inconscientemente a altas velocidades de rotación del cigüeñal 71, como se representa en la figura 8(b).

En el caso donde la asistencia de la fuerza de pedaleo en respuesta al ciclo de rotación se lleva a cabo cuando se retarda el valor máximo de la fuerza de pedaleo, el valor de par máximo basado en una composición de la fuerza de pedaleo y la fuerza de accionamiento de asistencia se retarda más de 90 grados. Por lo tanto, existe el problema de que el par de entrada realizado por el motor no se puede aplicar eficientemente a la fuerza de pedaleo, disminuyendo por ello la eficiencia de pedaleo que asiste la fuerza de pedaleo.

Una bicicleta asistida por un motor eléctrico que tiene los elementos del preámbulo de la reivindicación 1 se conoce por DE 102 43 751 A1. El motor eléctrico asiste una fuerza de pedaleo que es suministrada por el usuario a un cigüeñal. Al objeto de lograr el efecto deseado, se incluye en la bicicleta un medio para detectar la fuerza de pedaleo así como un medio para detectar el ángulo del cigüeñal. Se calcula la frecuencia rotacional de manivela, y cuando la frecuencia calculada no es menor que un valor predeterminado y en respuesta a una fase del ángulo de calado detectado, el motor genera una cantidad de asistencia de fuerza de accionamiento con relación a la fuerza de pedaleo en base al control de una sección de control de cantidad de asistencia.

La presente invención se ha realizado en vista de las circunstancias antes descritas, y un objeto de la presente invención es proporcionar una bicicleta asistida por potencia eléctrica que tiene un mecanismo para permitir que el par de entrada producido por un motor sea aplicado eficientemente a una fuerza de pedaleo incluso a altas velocidades de rotación de un cigüeñal en la bicicleta asistida por potencia eléctrica.

**Medios para resolver el problema**

Con el fin de lograr el objeto anterior, según la reivindicación 1, se facilita una bicicleta asistida por potencia eléctrica incluyendo un sensor de fuerza de pedaleo (2) para detectar la fuerza de pedaleo generada en un pedal, un motor

(5) para asistir una fuerza de accionamiento en respuesta a una salida del sensor de fuerza de pedaleo (2), un sensor de ángulo de calado (3) para detectar un ángulo de calado de un cigüeñal conectado al pedal, un medio de cálculo de frecuencia rotacional de manivela (14) para calcular la frecuencia rotacional del cigüeñal a partir del ángulo de calado, y una sección de control de cantidad de asistencia (10) para permitir que el motor (5) genere una cantidad de asistencia de fuerza de accionamiento configurada con relación a la fuerza de pedaleo (un valor de par de rotación  $f$  del cigüeñal) detectada por el sensor de fuerza de pedaleo (2), en respuesta a una fase del ángulo de calado detectado por el sensor de ángulo de calado (3) cuando la frecuencia rotacional de manivela calculada a través del medio de cálculo de frecuencia rotacional de manivela (14) no es menor que un valor predeterminado (un segundo valor umbral).

La cantidad de asistencia de fuerza de accionamiento proporcionada a la fuerza de pedaleo está configurada de tal manera que el par compuesto de la cantidad de asistencia de fuerza de accionamiento y la fuerza de pedaleo produzca un valor de par máximo en una fase de 90 grados cuando el punto muerto superior del pedal en base al cigüeñal sea 0 (cero) grados.

La cantidad de asistencia de fuerza de accionamiento se aplica en una condición de la cantidad de asistencia de fuerza de accionamiento y la fase tal que, en el caso donde una posición intermedia entre el punto muerto superior del pedal y el punto muerto inferior del pedal tenga una diferencia de fase del valor de par máximo al detectar una curva de par de la fuerza de pedaleo en una rotación previa del cigüeñal, el valor de par máximo del par compuesto cancele la diferencia de fase.

Según la reivindicación 2, en una bicicleta asistida por potencia eléctrica como la expuesta en la reivindicación 1, la sección de control de cantidad de asistencia realiza de forma continua la configuración de la cantidad de asistencia de fuerza de accionamiento cuando hay dicha diferencia de fase.

Según la reivindicación 3, en una bicicleta asistida por potencia eléctrica como la expuesta en la reivindicación 1, la cantidad de asistencia de fuerza de accionamiento es configurada por una fase que se determina según un mapa que memoriza una relación entre la frecuencia rotacional de manivela y la fase y por la fuerza de accionamiento que se calcula en base a la fuerza de pedaleo (el valor de par de rotación  $f$  del cigüeñal).

Según la reivindicación 4, en una bicicleta asistida por potencia eléctrica como la expuesta en la reivindicación 1, la sección de control de cantidad de asistencia incluye un medio para verificar la mala detección de la diferencia de fase. Al tiempo de la verificación de la mala detección, la cantidad de asistencia de fuerza de accionamiento en proporción a la fuerza de pedaleo calculada por el sensor de fuerza de pedaleo (por ejemplo, la fuerza de pedaleo detectada por sensor o un valor efectivo de fuerza de pedaleo) se genera en respuesta a la fase del ángulo de calado detectado por el sensor de ángulo de calado.

Según la reivindicación 5, en una bicicleta asistida por potencia eléctrica como la expuesta en la reivindicación 1, la sección de control de cantidad de asistencia genera la cantidad de asistencia de fuerza de accionamiento en proporción a la fuerza de pedaleo calculada por el sensor de fuerza de pedaleo (por ejemplo, una fuerza de pedaleo detectada por sensor o un valor efectivo de fuerza de pedaleo) en respuesta a la fase del ángulo de calado detectado por el sensor de ángulo de calado.

### Efectos de la invención

Según la estructura de la reivindicación 1, dado que, a altas velocidades de rotación, la cantidad de asistencia de fuerza de accionamiento configurada para la fuerza de pedaleo (el valor de par de rotación  $f$  del cigüeñal) se aplica en respuesta a la fase, se realiza una corrección al tiempo de la generación del valor de par máximo con relación a la fuerza de pedaleo con el fin de eliminar la discrepancia en una entrada de ciclo, y la fuerza de accionamiento que proporciona una sensación más directa se puede aplicar con relación a una entrada de la cantidad de asistencia a bajas velocidades de rotación.

Dado que la cantidad de asistencia de fuerza de accionamiento se configura de tal manera que el par compuesto de la cantidad de asistencia de fuerza de accionamiento y la fuerza de pedaleo produzca el valor de par máximo en la fase de 90 grados cuando el punto muerto superior del pedal basado en el cigüeñal sea 0 (cero) grados, el valor de par máximo se puede configurar en la fase que tiene más necesidad del pedaleo y la asistencia ideal de la fuerza de accionamiento por el motor se puede realizar a altas velocidades de rotación.

La cantidad de asistencia de fuerza de accionamiento se aplica en una condición de la cantidad de asistencia de fuerza de accionamiento y la fase tal que, en el caso donde la posición intermedia entre el punto muerto superior de pedal y el punto muerto inferior de pedal tiene la diferencia de fase del valor de par máximo al detectar la curva de par de la fuerza de pedaleo en la rotación previa del cigüeñal, el valor de par máximo del par compuesto cancele la diferencia de fase. Por lo tanto, la asistencia ideal de la fuerza de accionamiento por el motor puede ser realizada a altas velocidades de rotación del cigüeñal.

Según la estructura de la reivindicación 2, dado que una entrada de la cantidad de asistencia se ejecuta de forma

continua cuando la fase del valor de par máximo de la fuerza de pedaleo tiene la diferencia de fase con relación a 90 grados, es posible un acercamiento a la asistencia ideal de la fuerza de accionamiento producida por el motor.

5 Según la estructura de la reivindicación 3, la cantidad de asistencia de fuerza de accionamiento es configurada por la fase que se determina según el mapa que memoriza la relación entre la frecuencia rotacional de manivela y la fase y por la fuerza de accionamiento que se calcula en base a la fuerza de pedaleo (el valor de par de rotación  $f$  del cigüeñal). Por lo tanto, la asistencia ideal de la fuerza de accionamiento por el motor puede ser realizada a altas velocidades de rotación del cigüeñal.

10 Según la estructura de la reivindicación 4, dado que la sección de control de cantidad de asistencia incluye el medio para verificar la mala detección de la diferencia de fase, la asistencia de la fuerza de accionamiento en una fase normal se puede aplicar al tiempo de la verificación de la mala detección.

15 Según la estructura de la reivindicación 5, dado que la discrepancia entre la entrada de ciclo y el tiempo de generación de par ideal máximo es pequeña en una región de la baja frecuencia rotacional de manivela, la cantidad de asistencia de fuerza de accionamiento en proporción a la fuerza de pedaleo calculada por el sensor de fuerza de pedaleo (por ejemplo, la fuerza de pedaleo detectada por sensor o el valor efectivo de fuerza de pedaleo) se facilita en la sección de control de cantidad de asistencia. Por lo tanto, el control se puede llevar a cabo sin deteriorar dicha sensación de asistencia al mismo tiempo que se acciona el pedal.

20 **Breve descripción de los dibujos**

La figura 1 es una vista lateral explicativa de una bicicleta asistida por potencia eléctrica.

25 La figura 2 es un diagrama de bloques de un dispositivo de control de fuerza de accionamiento de asistencia de la bicicleta asistida por potencia eléctrica.

La figura 3 es un diagrama de bloques de un medio de configuración de cantidad de asistencia de fuerza de accionamiento que constituye el dispositivo de control de fuerza de accionamiento de asistencia.

30 La figura 4 es un diagrama de flujo para explicar los pasos de configuración con respecto a una fase de asistencia y una cantidad de asistencia en el medio de configuración de cantidad de asistencia de fuerza de accionamiento.

35 La figura 5 es un gráfico que representa una relación entre una curva de par de una fuerza de pedaleo con relación a una fase de un cigüeñal y una curva de par de una cantidad de asistencia de fuerza de accionamiento.

La figura 6 es un diagrama de flujo que representa los pasos de verificación en un medio de verificación de mala detección de diferencia de fase, donde (a) corresponde a un control de alimentación directa y (b) corresponde a un control de realimentación.

40 La figura 7 es un diagrama de modelo para explicar la fase del cigüeñal.

45 Y las figuras 8(a) y (b) muestran una curva de par de fuerza de pedaleo con relación a la fase del cigüeñal, donde (a) es un gráfico a bajas velocidades de rotación y (b) es un gráfico a altas velocidades de rotación.

**Mejor modo de llevar a la práctica la invención**

50 A continuación se describirá una de las realizaciones de una bicicleta asistida por potencia eléctrica según la presente invención con referencia a los dibujos acompañantes. La figura 1 es una vista lateral de la bicicleta asistida por potencia eléctrica provista de un dispositivo de control de fuerza de accionamiento de asistencia que es una característica distintiva de la presente invención. El dispositivo de control de fuerza de accionamiento de asistencia es un dispositivo para proporcionar eficientemente asistencia de una fuerza de accionamiento por un motor a altas velocidades de rotación de un pedal, especialmente en una situación en la que se sigue pedaleando a alta rotación.

55 La bicicleta asistida por potencia eléctrica 50 tiene un tubo delantero 51 situado en una porción delantera de un cuerpo, un bastidor descendente 52 que se extiende hacia atrás y hacia abajo del tubo delantero 51, y un tubo de asiento 53 que se extiende hacia arriba desde un extremo trasero del bastidor descendente 52. Una horquilla delantera que se extiende hacia abajo 54 está conectada al tubo delantero 51 de manera dirigible. En un extremo inferior de la horquilla delantera 54 se soporta pivotantemente una rueda delantera WF. La rueda delantera WF está provista de un sensor de velocidad de vehículo 1 para detectar la velocidad de la bicicleta asistida por potencia eléctrica 50. Un manillar 55 está montado en una porción superior del tubo delantero 51.

60 En un extremo trasero del bastidor descendente se ha dispuesto una horquilla trasera que se extiende hacia atrás 56 mientras que en un extremo trasero de esta horquilla trasera 56 se soporta pivotantemente una rueda trasera WR. Además, entre una porción superior del tubo de asiento 53 y el extremo trasero de la horquilla trasera 56 se ha dispuesto un par de soportes izquierdo y derecho 57.

- Una unidad de accionamiento de asistencia 60 se soporta en el bastidor descendente 52 y la horquilla trasera 56. Un poste de asiento 59 que tiene un asiento 58 en su extremo superior está montado en el tubo de asiento 53 de tal manera que las posiciones superior e inferior del asiento 58 se puedan regular. En el lado trasero del tubo de asiento 53, una batería 62 para suministrar potencia eléctrica a la unidad de accionamiento de asistencia 60 está montada de forma desmontable en los soportes 63 del tubo de asiento 53.
- Un cigüeñal 71 pasa a través de la unidad de accionamiento de asistencia 60 y un piñón (una sección de salida) 64 extendiéndose en una dirección transversal del cuerpo. En ambos extremos del cigüeñal 71 va montada una manivela 73L que tiene un pedal 72L y una manivela 73R que tiene un pedal 72R. Cuando un operador acciona los pedales 72L, 72R, se aplica par de rotación (potencia) al cigüeñal 71. El par de rotación aplicado al cigüeñal 71 hace girar el piñón 64, y la rotación del piñón 64 es transmitida a través de una cadena 65 a un piñón 66 en el lado de la rueda trasera WR para girar por ello la rueda trasera WR.
- Un sensor de fuerza de pedaleo (un sensor de par del tipo de magnetostricción) 2 para detectar un valor de par de rotación  $f$  aplicado al cigüeñal 71 está dispuesto en el cigüeñal 71. Dicho sensor de fuerza de pedaleo 2 detecta el valor de par de rotación  $f$  del cigüeñal 71 en un ciclo predeterminado.
- La fuerza de pedaleo (el valor de par de rotación  $f$ ) aplicada al cigüeñal 71 por el operador es una fuerza componente en la dirección rotacional de la fuerza de pedaleo  $F$  que se genera cuando el operador acciona el pedal 72, como se representa en la figura 7, y es diferente de la fuerza de pedaleo (un valor efectivo de fuerza de pedaleo)  $F$  que el operador aplica realmente al pedal. El valor de par de rotación  $f$  y la fuerza de pedaleo  $F$  se pueden expresar con una fórmula relacional: el valor de par de rotación  $f =$  la fuerza de pedaleo  $F \times \cos \theta$ . Cuando el operador acciona los pedales 72L, 72R, los pedales 72L, 72R son empujados en una dirección vertical. Por lo tanto, la dirección de la fuerza de pedaleo  $F$  es la dirección vertical.
- Además, cerca del cigüeñal 71 va montado un sensor de ángulo de calado 3 para detectar un ángulo de calado de la manivela 73 conectada al cigüeñal 71.
- La unidad de accionamiento de asistencia 60 está configurada para sujetar integralmente dentro de una caja un motor 5, un circuito de accionamiento de motor (un activador de operación) 6 para mover el motor 5, una sección de control de cantidad de asistencia 10 para llevar a cabo un control PWM del circuito de accionamiento de motor en base al valor de par de rotación  $f$  detectado por el sensor de fuerza de pedaleo 2, y un piñón de asistencia 61 que se hace girar por la fuerza de accionamiento transmitida desde un eje de accionamiento de motor 67 del motor 5. Una cadena 65 está montada en el piñón de asistencia 61, por lo que la unidad de accionamiento de asistencia 60 transmite la fuerza de accionamiento del motor 5 a dicho mecanismo de accionamiento.
- La sección de control de asistencia 10 lleva a cabo el control PWM del circuito de accionamiento de motor (lleva a cabo un control de asistencia) de tal manera que el motor 5 genere par de asistencia (una fuerza de asistencia) calculado en base al valor de par de rotación  $f$  detectado por el sensor de fuerza de pedaleo 2.
- El par de asistencia (la fuerza de asistencia) se calcula en pasos diferentes con relación al valor de par de rotación  $f$  entre las velocidades de rotación altas y las velocidades de rotación bajas del cigüeñal. A saber, a altas velocidades de rotación del cigüeñal, el par de asistencia se calcula en base al valor de par de rotación  $f$ , mientras que a bajas velocidades de rotación, la fuerza de pedaleo (el valor efectivo de fuerza de pedaleo)  $F$  que aplica el operador al pedal en la dirección vertical se calcula a partir del valor de par de rotación  $f$ , de modo que se calcule el par de asistencia de un valor predeterminado con relación a la fuerza de pedaleo  $F$ . Los detalles de los pasos de cálculo con respecto al par de asistencia a altas velocidades de rotación y a velocidades de rotación bajas del cigüeñal se describirán más adelante.
- El par de asistencia generado por el motor 5 es transmitido a través del piñón de asistencia 61 a la cadena 65. Por lo tanto, cuando el operador acciona el pedal 72L, 72R, el par de rotación  $f$  (la potencia de accionamiento) aplicado al cigüeñal 71 y el par de asistencia generado por el motor 5 son transmitidos a través de la cadena 65 al piñón 66 en el lado de rueda trasera, por lo que la rueda trasera WR gira. Además, detrás del piñón de asistencia 61 se facilita un tensor 68 para incrementar el ángulo de contacto de la cadena 65.
- Además, la unidad de accionamiento de asistencia 60 tiene un mecanismo que permite que el piñón 64 gire cuando los pedales 72L, 72R sean accionados en la dirección (la dirección hacia delante) en la que la bicicleta asistida por potencia eléctrica 50 se mueve hacia delante y que no permite que el piñón 64 gire cuando los pedales 72L, 72R sean accionados en la dirección opuesta a la dirección hacia delante.
- El dispositivo de control de fuerza de accionamiento de asistencia de la bicicleta asistida por potencia eléctrica se describirá a continuación con referencia a los diagramas de bloques de la figura 2 y la figura 3.
- Dicho dispositivo de control de par, como se representa en la figura 2, está compuesto por un sensor de velocidad 1 para detectar la velocidad de la bicicleta asistida por potencia eléctrica, el sensor de fuerza de pedaleo 2 para

5 detectar la fuerza de pedaleo (el valor de par de rotación) generada en el pedal, el sensor de ángulo de calado 3 para detectar el ángulo del cigüeñal al que los pedales están conectados, el motor 5 para asistir la fuerza de accionamiento en respuesta a una salida del sensor de fuerza de pedaleo 2, la sección de control de cantidad de asistencia 10 para controlar la cantidad de asistencia de la fuerza de accionamiento, y el circuito de accionamiento de motor 6 para mover el motor 5 en base a una señal de accionamiento procedente de la sección de control de cantidad de asistencia 10.

10 La sección de control de cantidad de asistencia 10 está compuesta por un medio de cálculo de velocidad y cantidad de cambio 11 para calcular la velocidad y la cantidad de cambio de la velocidad en base a una señal procedente del sensor de velocidad 1, un medio detector de valor efectivo de fuerza de pedaleo 12 para detectar el valor efectivo de fuerza de pedaleo en base a una señal procedente del sensor de fuerza de pedaleo 2, un medio detector de ángulo de calado 13 para detectar el ángulo de calado en base a una señal procedente del sensor de ángulo de calado 3, un medio de cálculo de frecuencia rotacional de manivela y cantidad de cambio 14 para calcular la frecuencia rotacional de manivela y la cantidad de cambio de la frecuencia rotacional de manivela en base a una señal procedente del sensor de ángulo de calado 3, y un medio de configuración de cantidad de asistencia de fuerza de accionamiento 20 para configurar la cantidad de asistencia de fuerza de accionamiento en base a la velocidad y la cantidad de cambio de velocidad procedente del medio de cálculo de velocidad y cantidad de cambio 11, el valor de par de rotación y el valor efectivo de fuerza de pedaleo del medio detector de valor efectivo de fuerza de pedaleo 12, el ángulo de calado procedente del medio detector de ángulo de calado 13, la frecuencia rotacional de manivela y la cantidad de cambio de la frecuencia rotacional de manivela procedente del medio de cálculo de frecuencia rotacional de manivela y cantidad de cambio 14.

25 El medio de cálculo de velocidad y cantidad de cambio 11 introduce la señal procedente del sensor de velocidad 1 a intervalos de un cierto período para calcular la velocidad y calcula la cantidad de cambio de velocidad a intervalos de un cierto tiempo.

El medio detector de ángulo de calado 13 introduce la señal procedente del sensor de ángulo de calado 3 a intervalos de un cierto período para detectar el ángulo de calado en el momento presente.

30 El medio de cálculo de frecuencia rotacional de manivela y cantidad de cambio 14 introduce la señal procedente del sensor de ángulo de calado 3 a intervalos de un cierto período para calcular la frecuencia rotacional de manivela y calcula la cantidad de cambio de frecuencia rotacional de manivela a intervalos de un cierto tiempo.

35 El medio detector de valor efectivo de fuerza de pedaleo 12 estima y detecta el valor efectivo de fuerza de pedaleo  $F$  (la fuerza de pedaleo realmente aplicada por el operador a los pedales 72) que es la fuerza que opera hacia abajo en la dirección vertical, a partir de la fuerza de pedaleo durante la marcha (el valor de par de rotación  $f$  que opera en la dirección vertical con relación al cigüeñal) detectada por el sensor de fuerza de pedaleo 2. Además, sin proporcionar el medio detector de valor efectivo de fuerza de pedaleo 12, es posible utilizar simplemente un valor de salida (un valor de par de rotación) del sensor de fuerza de pedaleo 2.

40 El medio de configuración de cantidad de asistencia de fuerza de accionamiento 20, en respuesta a la fase del ángulo de calado, configura la cantidad de asistencia de fuerza de accionamiento que es un valor predeterminado con relación al valor de par de rotación detectado por el sensor de fuerza de pedaleo 2 o con relación al valor efectivo de fuerza de pedaleo calculado por el medio detector de valor efectivo de fuerza de pedaleo 12.

45 El medio de configuración de cantidad de asistencia de fuerza de accionamiento 20 está provisto de un medio de memoria de fuerza de pedaleo 21 para memorizar el valor efectivo de fuerza de pedaleo generado en los pedales (o el valor de salida del sensor de fuerza de pedaleo 2), un medio de cálculo de cantidad de asistencia 22 para calcular la cantidad de asistencia de fuerza de pedaleo en base a la frecuencia rotacional de manivela, el ángulo de calado, el valor de par de rotación o el valor efectivo de fuerza de pedaleo, un medio de cálculo de valor de par-corriente eléctrica 23 para calcular un valor de corriente eléctrica correspondiente a la cantidad de asistencia de fuerza de accionamiento calculada, un medio de cálculo de relación de trabajo 24 para calcular una relación de trabajo del valor de corriente eléctrica, y un medio de verificación de mala detección de diferencia de fase 26 (figura 3). El medio de configuración de cantidad de asistencia de fuerza de accionamiento 20 está compuesto por una CPU, por ejemplo, y cada medio es ejecutado en base a un programa previamente configurado o un circuito físico.

55 El medio de memoria de fuerza de pedaleo 21 memoriza secuencialmente a intervalos de un cierto período la fuerza de pedaleo (el valor de par de rotación) con relación a varios ciclos del cigüeñal.

60 El medio de cálculo de cantidad de asistencia 22, a altas velocidades de rotación del cigüeñal, detecta una curva de par a partir de la fuerza de pedaleo en una rotación previa del cigüeñal, calculando por ello, en esta curva de par, una diferencia de fase de una posición intermedia entre el punto muerto superior de pedal y el punto muerto inferior de pedal a partir de un valor de par máximo, y calcula un valor de par de trabajo necesario para la cantidad de asistencia de fuerza de accionamiento (la cantidad de asistencia de fuerza de accionamiento que es un valor predeterminado con relación a la fuerza de pedaleo) a partir de la fuerza de pedaleo (el valor de par de rotación). A saber, dicho valor de par de trabajo está configurado de tal manera que el par compuesto de la cantidad de

asistencia de fuerza de accionamiento y la fuerza de pedaleo produzca un valor de par máximo en una fase de 90 grados cuando el punto muerto superior de pedal en base al cigüeñal sea 0 (cero) grados. Un método específico de calcular el valor de par de trabajo se describirá más adelante.

5 El medio de cálculo de par-corriente eléctrica 23 introduce el valor de par de trabajo para calcular por ello un valor de orden de corriente eléctrica en respuesta al valor de par de trabajo.

El medio de cálculo de relación de trabajo 24 calcula una relación de trabajo de un pulso de accionamiento para enviarla por ello como una salida PWM al circuito de accionamiento de motor 6.

10 En el circuito de accionamiento de motor 6, el control de par se realiza en respuesta a la salida PWM para mover el motor 5. El circuito de accionamiento de motor 6 tiene cada elemento de conmutación de múltiples fases (tres fases: UVW), y la sección de control de asistencia 10 realiza control de encendido/apagado de cada elemento de conmutación de la fase UVW a una relación de trabajo predeterminada para controlar por ello en PWM el circuito de  
15 accionamiento de motor 6. En base a dicho control PWM, el circuito de accionamiento de motor 6 convierte la potencia de corriente continua de la batería 62 a una potencia de corriente alterna trifásica y pasa una corriente alterna trifásica a través de una bobina de estator de fase U, una bobina de estator de fase V y una bobina de estator de fase W del motor 5 con el fin de girar el eje de accionamiento de motor 67 del motor 5.

20 Un medio de memoria MAP 25 estima y proporciona una fase de asistencia en el caso de aplicar la asistencia de fuerza de accionamiento en el medio de cálculo de cantidad de asistencia 22, y en él se memoriza un mapa que configura previamente una relación entre la frecuencia rotacional y la fase.

25 El medio de verificación de mala detección de diferencia de fase 26 está configurado para reconocer la mala detección de la diferencia de fase cuando la fase de asistencia estimada es un valor que es teóricamente imposible. La verificación de si es mala detección o no se ejecuta de tal forma que se determine si la diferencia de fase de 90 grados o más se desarrolla en la fase de asistencia con relación a la fase detectada del ángulo de calado, por ejemplo. Entonces, en el caso de que haya una diferencia de fase de 90 grados o más, se reconoce mala detección.  
30 En este caso, la determinación de verificación se puede efectuar poniendo el valor umbral para la mala detección a 90 grados.

Los pasos de configurar la cantidad de asistencia de fuerza de accionamiento por el medio de configuración de cantidad de asistencia de fuerza de accionamiento 20 se describirán a continuación con referencia a la figura 4.

35 Cuando se selecciona un modo de una marcha de asistencia al tiempo de la marcha de la bicicleta asistida por potencia eléctrica (paso 100), en primer lugar la cantidad de cambio de frecuencia rotacional de pedal introducida a partir del medio de cálculo de frecuencia rotacional de manivela y cantidad de cambio 14 o la cantidad de cambio de velocidad introducida a partir del medio de cálculo de velocidad y cantidad de cambio de velocidad 11 se compara con un primer valor umbral configurado al valor predeterminado (paso 101). Dado que, cuando este valor (cantidad de cambio) no es menor que el primer valor umbral, se supone el caso donde los pedales no son accionados sucesivamente a alta velocidad de rotación o el caso donde la velocidad se reduce por la operación de frenado, se determina que no es adecuado para el control a altas velocidades de rotación del pedal, de modo que se lleva a cabo un control de asistencia (un control de asistencia normal) en condiciones normales (a las velocidades de rotación bajas).  
40

45 En el control de asistencia normal, se calcula el valor efectivo de fuerza de pedaleo (paso 201), y la cantidad de asistencia en proporción al valor efectivo de fuerza de pedaleo se calcula mediante un control proporcional de fuerza de pedaleo (paso 202), de modo que la fuerza de accionamiento (el valor de par de trabajo) se aplica al valor de par máximo en proporción al valor efectivo de fuerza de pedaleo. Además, en el caso del control de asistencia normal, cuando solamente se usa el valor de salida (el valor de par de rotación) del sensor de pedaleo 2 sin usar el valor efectivo de fuerza de pedaleo, la fuerza de accionamiento (el valor de par de trabajo) se aplica al valor de par máximo en proporción al valor de par de rotación.  
50

Además, en el control de asistencia normal, la cantidad de asistencia puede ser calculada por el control proporcional de velocidad como un sucedáneo del control proporcional de fuerza de pedaleo.  
55

Por otra parte, cuando la frecuencia rotacional de pedal o la cantidad de cambio de la velocidad es menor que el primer valor umbral, la fuerza de pedaleo (el valor de par de rotación) detectada por el sensor de fuerza de pedaleo 2 se almacena en el medio de memoria de fuerza de pedaleo 21 (paso 102).  
60

A continuación se lleva a cabo la comparación entre la frecuencia rotacional de pedal (la frecuencia rotacional de manivela) que se introduce secuencialmente desde el medio de cálculo de frecuencia rotacional de manivela 14 y un segundo valor umbral (paso 103). El segundo valor umbral (la frecuencia rotacional de pedal) se pone a 70 rotaciones por minuto que no tiene lugar en la marcha normal, por ejemplo.  
65

Cuando la frecuencia rotacional de pedal es menor que el segundo valor umbral, se determina que los pedales no

giran a alta velocidad de rotación, de modo que se lleva a cabo el control de asistencia al tiempo de la condición normal (a las velocidades de rotación bajas) (pasos 201 y 202).

5 Cuando la frecuencia rotacional de pedal no es menor que el segundo valor umbral, se determina que los pedales giran a alta velocidad de rotación, de modo que, en primer lugar, se detecta el ángulo de calado en el momento presente (paso 104). Luego se calcula la frecuencia rotacional de manivela (paso 105).

10 A continuación, el cálculo de la fase (la fase de asistencia) para aplicar la fuerza de accionamiento, en base al ángulo de calado detectado y la frecuencia rotacional de manivela (paso 106), un reclamo de la fuerza de pedaleo (el valor de par de rotación) en la rotación previa (paso 107) y el cálculo de la cantidad de asistencia (paso 108) se realizan en procesado serio.

15 Por ejemplo, en el caso de control de alimentación hacia delante en el que la fase de asistencia es estimada por el mapa de la fase de frecuencia rotacional, por ejemplo, la fase de asistencia correspondiente a la frecuencia rotacional de manivela se halla usando el mapa del medio de memoria MAP 25, a partir de la frecuencia rotacional de manivela detectada, para hallar por ello la cantidad de asistencia de la asistencia de fuerza de accionamiento con una fórmula de cálculo predeterminada. La fase de asistencia y la cantidad de asistencia en este caso están configuradas de tal manera que el par compuesto de la cantidad de asistencia de fuerza de accionamiento y la fuerza de pedaleo produzca el valor de par máximo en la fase de 90 grados (270 grados) cuando el punto muerto superior de pedal en base al eje de manivela 71 sea 0 (cero) grados.

25 Además, en el caso del control de realimentación en el que la fase de asistencia y la cantidad de asistencia se determinan en consideración de la fuerza de pedaleo (el valor de par de rotación) generada en el ciclo previo, cuando la curva de par basada en la fuerza de pedaleo en el ciclo previo (0~360 grados) es una curva X como se representa en la figura 5 a altas velocidades de rotación del cigüeñal, por ejemplo, la cantidad de asistencia de fuerza de accionamiento es controlada para aplicación en una condición de la fuerza de accionamiento (la cantidad de asistencia) y la fase (cada fase de asistencia de 0~360 grados) tal que, al tiempo de asistir la fuerza de accionamiento en el ciclo siguiente (0~360 grados), cuando hay diferencia de fase  $\theta$  con relación a la curva de par X de la fuerza de pedaleo entre el valor de par máximo y la posición intermedia entre el punto muerto superior de pedal y el punto muerto inferior de pedal, el valor de par máximo del par compuesto de la curva de par X y una curva de par Y de la fuerza de accionamiento de asistencia cancele la diferencia de fase  $\theta$ .

30 En el caso donde el accionamiento de motor se realiza por la cantidad de asistencia de fuerza de accionamiento y la fase calculada a través del control de alimentación hacia delante y el control de realimentación, se realiza una comprobación de condición de marcha para determinar si la cantidad de asistencia con relación a la velocidad es adecuada (paso 109), y la cantidad de asistencia es ordenada a través del circuito de accionamiento de motor 6 al motor 5 permitiendo por ello que el motor 5 se mueva. En la comprobación de condición de marcha, por ejemplo, se determina si cae bajo dicha configuración original que la asistencia no se lleve a cabo en el caso donde la velocidad supere el cierto nivel (o que la cantidad de asistencia sea adecuada con relación a la velocidad), etc.

35 Además, en la sección de control de cantidad de asistencia 10, cuando hay diferencia de fase en el valor de par máximo con relación a la curva de par de la fuerza de pedaleo en el ciclo previo, la configuración y la aplicación de la cantidad de asistencia de fuerza de accionamiento se ejecutan de forma continua.

40 Los pasos de verificación por el medio de verificación de mala detección de diferencia de fase 26 en cada uno del control de alimentación hacia delante y el control de realimentación se describirán a continuación con referencia a las figuras 6(a) y (b).

45 En el caso del control de alimentación hacia delante, como se representa en la figura 6(a), al realizar un cálculo de ciclo de fase de asistencia en base a la detección de ángulo de calado (paso 301), se usa el mapa del medio de memoria MAP 25 para detectar una fase correspondiente a partir de la frecuencia rotacional de manivela detectada (paso 302). Cuando dicha fase de asistencia tiene una fase del valor umbral o más (por ejemplo, 90 grados) con relación al ángulo de calado detectado, se verifica como una mala detección de diferencia de fase (paso 303) finalizando el cálculo de la fase de asistencia (paso 304), de modo que la asistencia normal (el control de asistencia normal) se realiza en la fase del ángulo de calado detectado.

50 A saber, al tiempo de la verificación de mala detección, la cantidad de asistencia de la fuerza de accionamiento en proporción al valor efectivo de fuerza de pedaleo calculado por el medio detector de valor efectivo de fuerza de pedaleo 12 se genera en respuesta a la fase del ángulo de calado detectado por el medio detector de ángulo de calado 13.

55 En el caso del control de realimentación, como se representa en la figura 6(b), al realizar un cálculo de ciclo de fase de asistencia en base a la detección de ángulo de calado (paso 401), la fase de asistencia se halla a partir de la frecuencia rotacional de manivela detectada por la fórmula de cálculo predeterminada de tal manera que el par compuesto de la cantidad de asistencia de fuerza de accionamiento y la fuerza de pedaleo produzca el valor de par

máximo en una fase de 90 grados (la posición intermedia entre el punto muerto superior de pedal y el punto muerto inferior de pedal) cuando el punto muerto superior de pedal en base al cigüeñal sea 0 (cero) grados (paso 402), como se ha descrito con referencia a la figura 5. Cuando dicha fase de asistencia tiene una fase del valor umbral o más (por ejemplo, 90 grados) con relación al ángulo de calado detectado, se verifica como mala detección de diferencia de fase (paso 403) finalizando el cálculo de la fase de asistencia (paso 404), de modo que la asistencia normal (el control de asistencia normal) se realice en la fase del ángulo de calado detectado.

A saber, al tiempo de la verificación de mala detección, la cantidad de asistencia de la fuerza de accionamiento en proporción al valor efectivo de fuerza de pedaleo calculado por el medio detector de valor efectivo de fuerza de pedaleo 12 se genera en respuesta a la fase del ángulo de calado detectado por el medio detector de ángulo de calado 13.

Según la bicicleta asistida por potencia eléctrica antes descrita, cuando la frecuencia rotacional de manivela detectada por el medio de cálculo de frecuencia rotacional de manivela 14 no es menor que el segundo valor umbral (70 rotaciones por minuto), la fase de asistencia se configura en respuesta a la fase del ángulo de calado detectado por el sensor de ángulo de calado 3, y la cantidad de asistencia de fuerza de accionamiento que es el valor predeterminado calculado por la fórmula predeterminada, con relación a la fuerza de pedaleo (el valor de par de rotación  $f$ ) calculada por el sensor de fuerza de pedaleo 2 se genera en el motor 5. Por lo tanto, como se ha descrito con referencia a la figura 5, el par compuesto de la cantidad de asistencia de fuerza de accionamiento y la fuerza de pedaleo se puede configurar para producir el valor de par máximo en una fase de 90 grados (la posición intermedia entre el punto muerto superior de pedal y el punto muerto inferior de pedal) cuando el punto muerto superior de pedal en base al cigüeñal 71 es 0 (cero) grado, de modo que la asistencia ideal de la fuerza de accionamiento por el motor se pueda realizar a altas velocidades de rotación, haciendo por ello posible lograr una eficiencia de pedal apropiada.

#### **Descripción de caracteres de referencia**

1: sensor de velocidad, 2: sensor de fuerza de pedaleo, 3: sensor de ángulo de calado, 5: motor, 6: circuito de accionamiento de motor, 10: sección de control de cantidad de asistencia, 11: medio de cálculo de velocidad y cantidad de cambio, 12: medio detector de valor efectivo de fuerza de pedaleo, 13: medio detector de ángulo de calado, 14: medio de cálculo de frecuencia rotacional de manivela y cantidad de cambio, 20: medio de configuración de cantidad de asistencia de fuerza de accionamiento, 25: medio de memoria MAP, 26: medio de verificación de mala detección de diferencia de fase, 50: bicicleta asistida por potencia eléctrica, 60: unidad de accionamiento de asistencia, 61: piñón de asistencia, 67: eje de accionamiento de motor, 71: cigüeñal, 72: pedal, 73: manivela,  $f$ : valor de par de rotación,  $F$ : valor efectivo de fuerza de pedaleo.

**REIVINDICACIONES**

1. Una bicicleta asistida por potencia eléctrica incluyendo:

5 un sensor de fuerza de pedaleo (2) para detectar una fuerza de pedaleo generada en un pedal;

un motor (5) para asistir una fuerza de accionamiento en respuesta a una salida de dicho sensor de fuerza de pedaleo (2);

10 una sección de control de cantidad de asistencia (10) para permitir que dicho motor (5) genere una cantidad de asistencia de fuerza de accionamiento configurada con relación a la fuerza de pedaleo detectada por dicho sensor de fuerza de pedaleo (2), en respuesta a una fase de un ángulo de calado, cuando la frecuencia rotacional de manivela no es menor que un valor predeterminado, donde la cantidad de asistencia de fuerza de accionamiento proporcionada para la fuerza de pedaleo está configurada de tal manera que el par compuesto de la cantidad de asistencia de fuerza de accionamiento y la fuerza de pedaleo produzca un valor de par máximo en una fase de 90 grados cuando un punto muerto superior de dicho pedal en base a dicho cigüeñal sea 0 grado; **caracterizada porque**

20 la bicicleta asistida por potencia eléctrica incluye además:

un sensor de ángulo de calado (3) para detectar dicho ángulo de calado de un cigüeñal conectado a dicho pedal; un medio de cálculo de frecuencia rotacional de manivela (14) para calcular dicha frecuencia rotacional de dicho cigüeñal a partir del ángulo de calado; y porque la cantidad de asistencia de fuerza de accionamiento se aplica en una condición de la cantidad de asistencia de fuerza de accionamiento y la fase tal que, en el caso donde el valor de par máximo tiene una diferencia de fase con relación a una posición intermedia entre el punto muerto superior de dicho pedal y el punto muerto inferior de dicho pedal al detectar una curva de par de la fuerza de pedaleo en una rotación previa de dicho cigüeñal, el valor de par máximo de dicho par compuesto cancela la diferencia de fase.

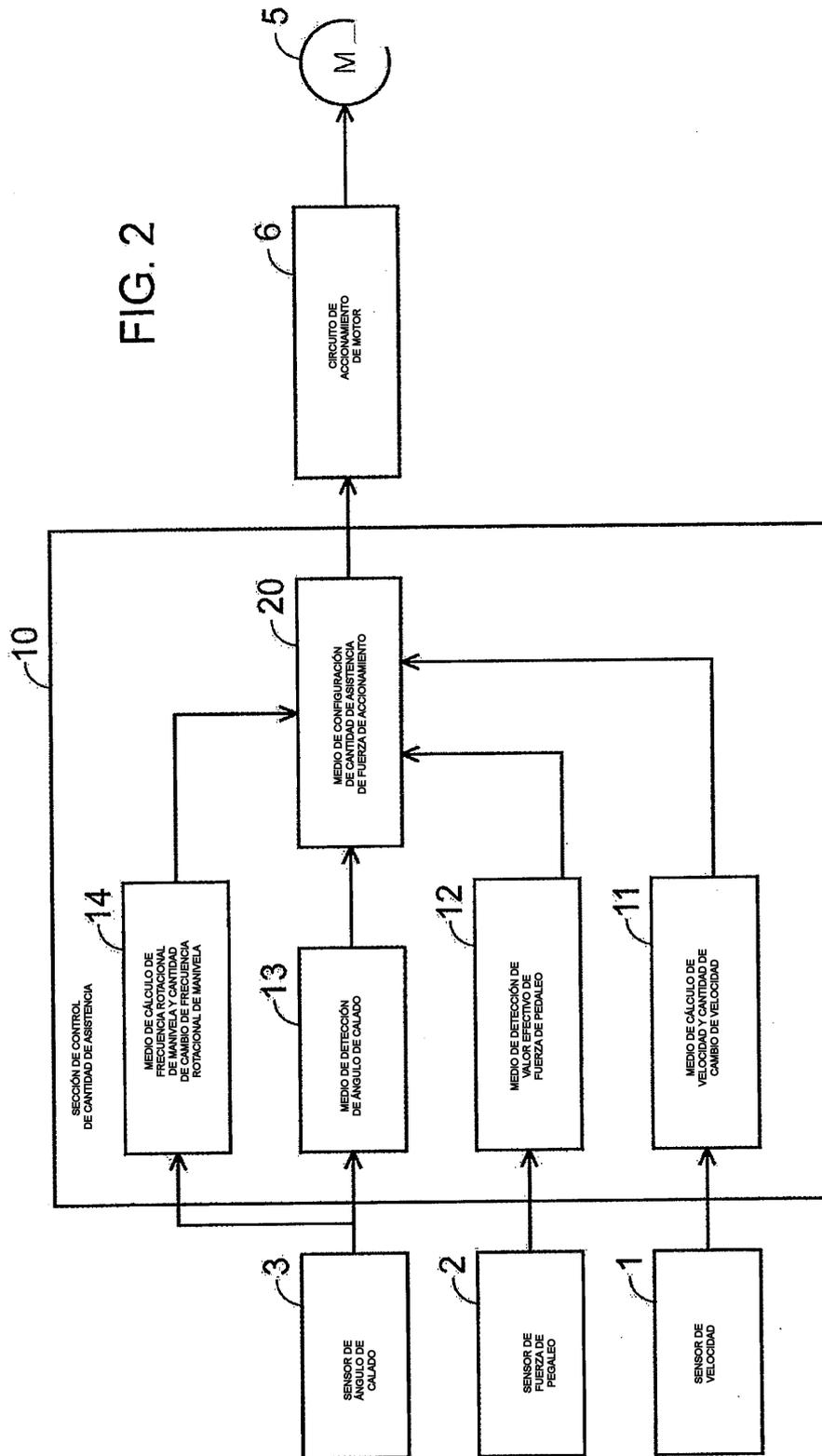
2. Una bicicleta asistida por potencia eléctrica según la reivindicación 1, donde dicha sección de control de cantidad de asistencia ejecuta de forma continua la configuración de la cantidad de asistencia de fuerza de accionamiento cuando hay diferencia de fase.

3. Una bicicleta asistida por potencia eléctrica según la reivindicación 1, donde la cantidad de asistencia de fuerza de accionamiento es configurada por una fase que se determina según un mapa que memoriza una relación entre la frecuencia rotacional de manivela y la fase y por la fuerza de accionamiento que se calcula en base a la fuerza de pedaleo.

4. Una bicicleta asistida por potencia eléctrica según la reivindicación 1, donde dicha sección de control de cantidad de asistencia incluye un medio para verificar una mala detección de la diferencia de fase, y donde, al tiempo de la verificación de la mala detección, la cantidad de asistencia de fuerza de accionamiento en proporción a la fuerza de pedaleo calculada por dicho sensor de fuerza de pedaleo se genera en respuesta a la fase del ángulo de calado detectado por dicho sensor de ángulo de calado.

5. Una bicicleta asistida por potencia eléctrica según la reivindicación 1, donde, cuando la frecuencia rotacional de manivela es menor que un valor predeterminado, dicha sección de control de cantidad de asistencia genera la cantidad de asistencia de fuerza de accionamiento en proporción a la fuerza de pedaleo calculada por dicho sensor de fuerza de pedaleo en respuesta a la fase del ángulo de calado detectado por dicho sensor de ángulo de calado.





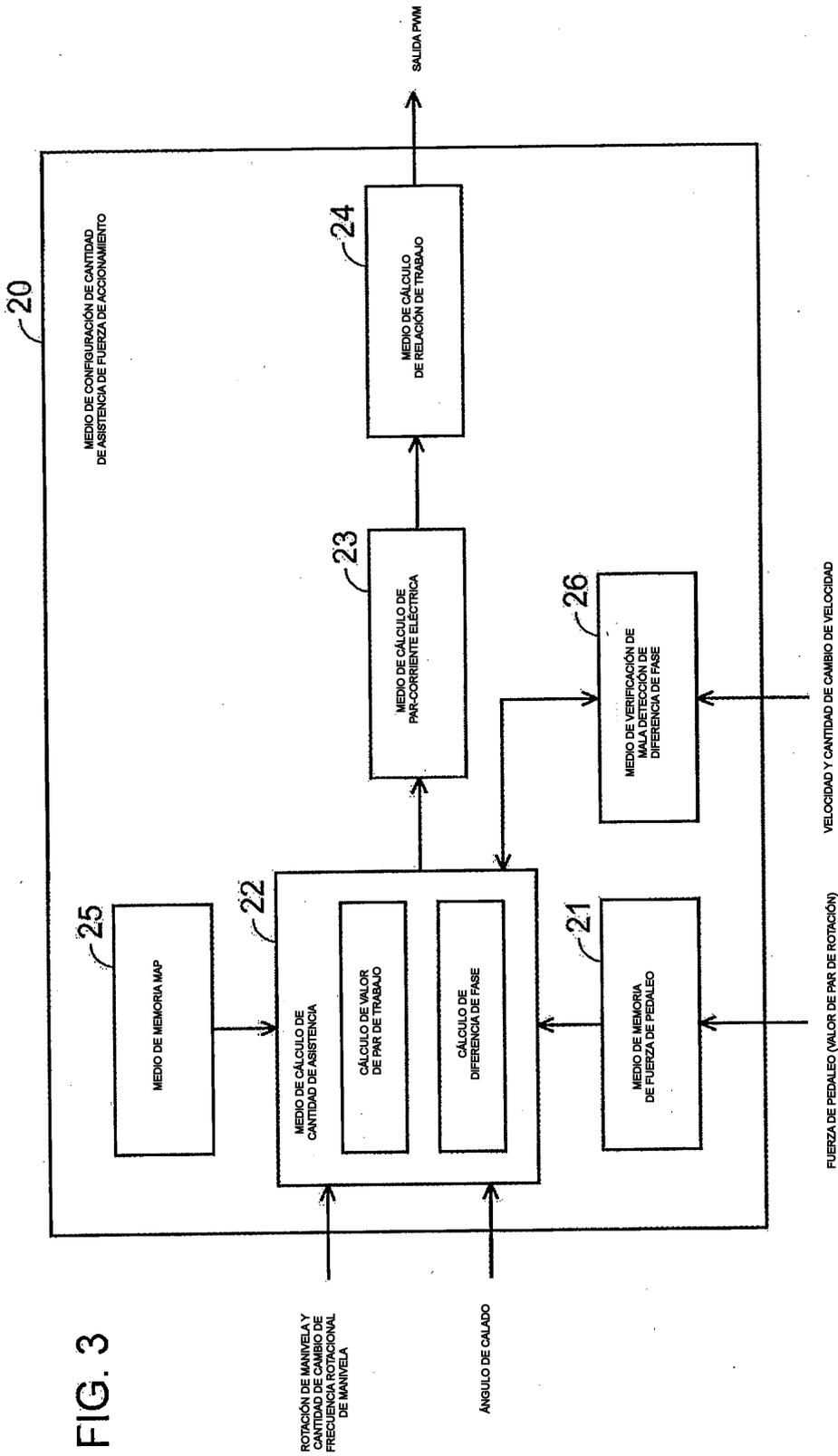
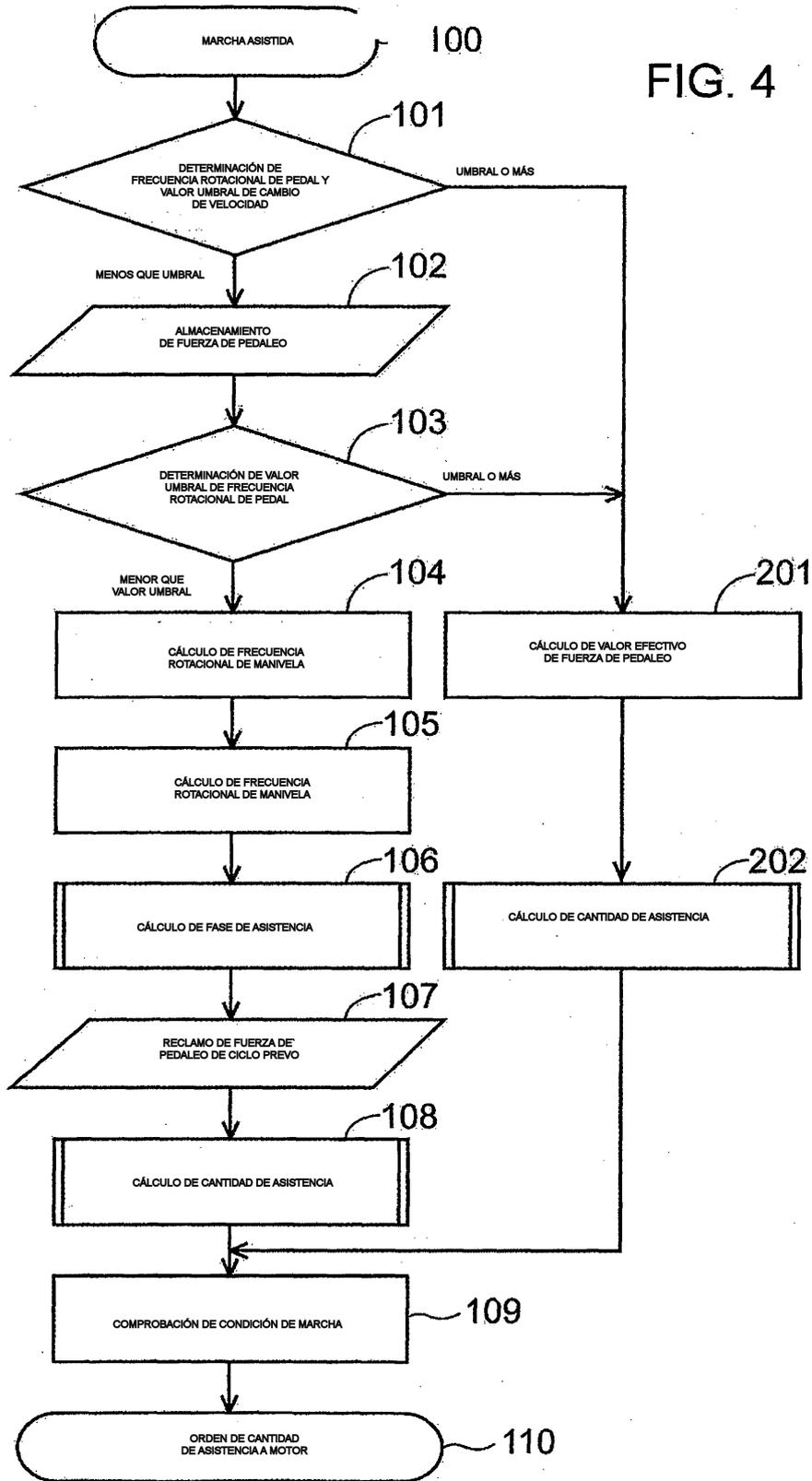


FIG. 3

FIG. 4



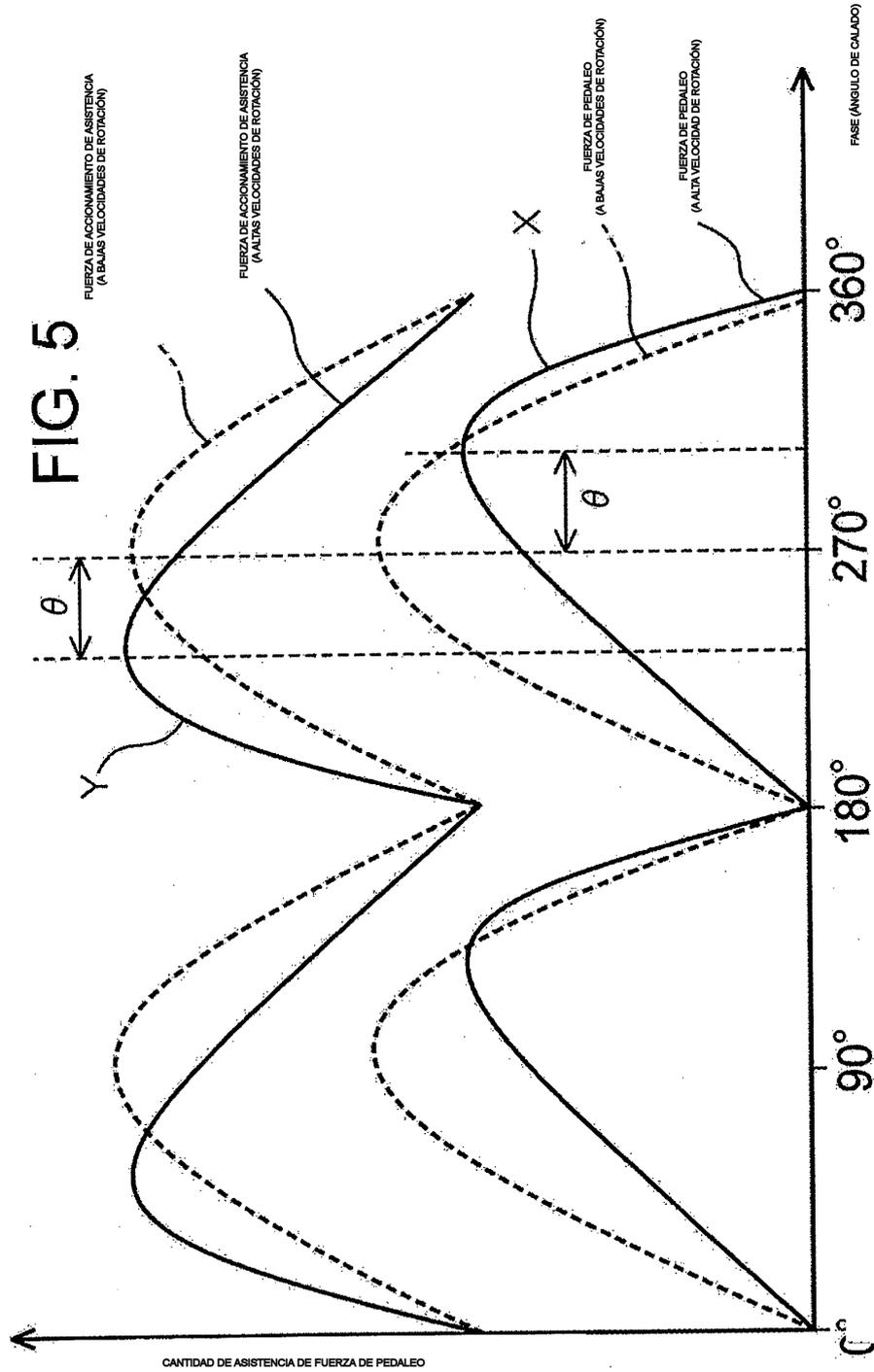
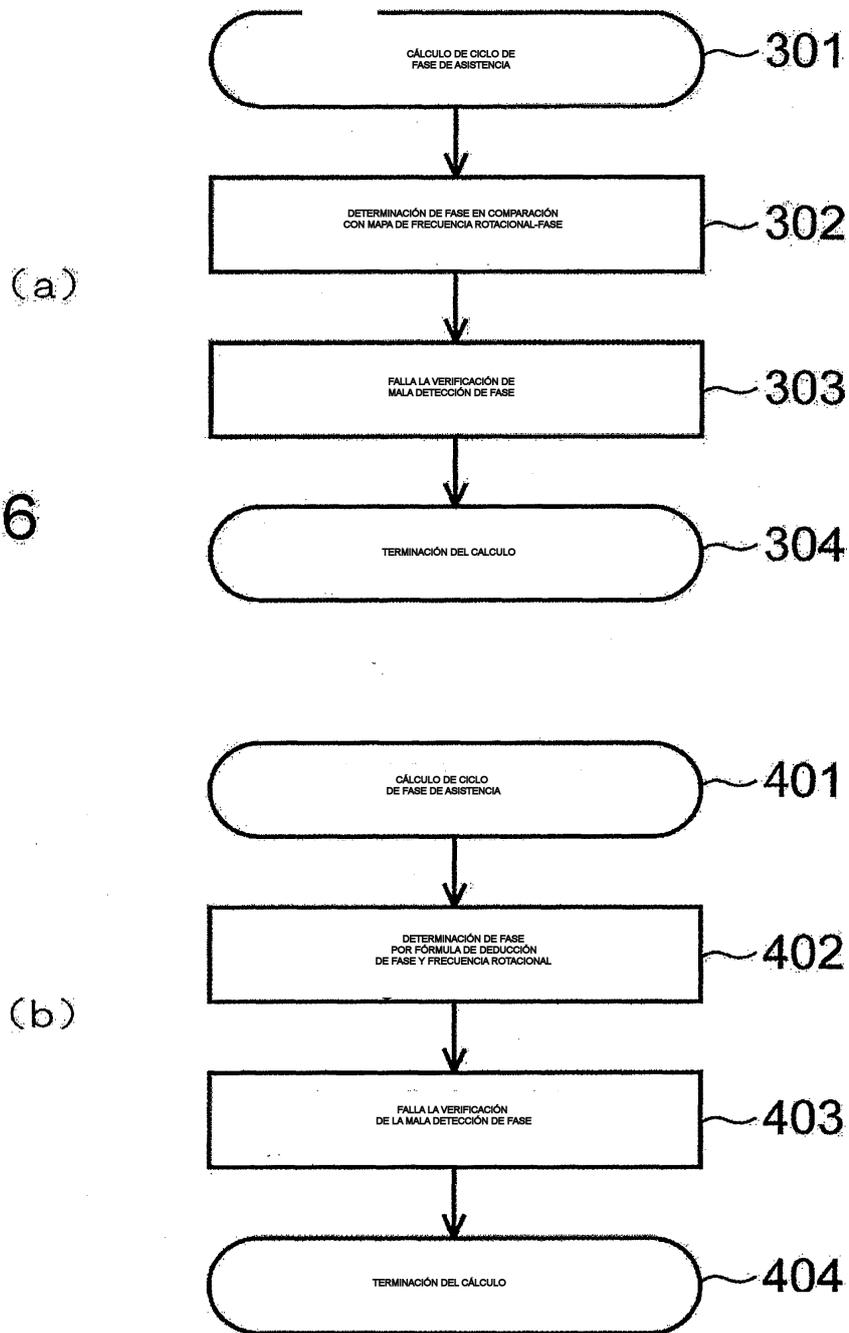
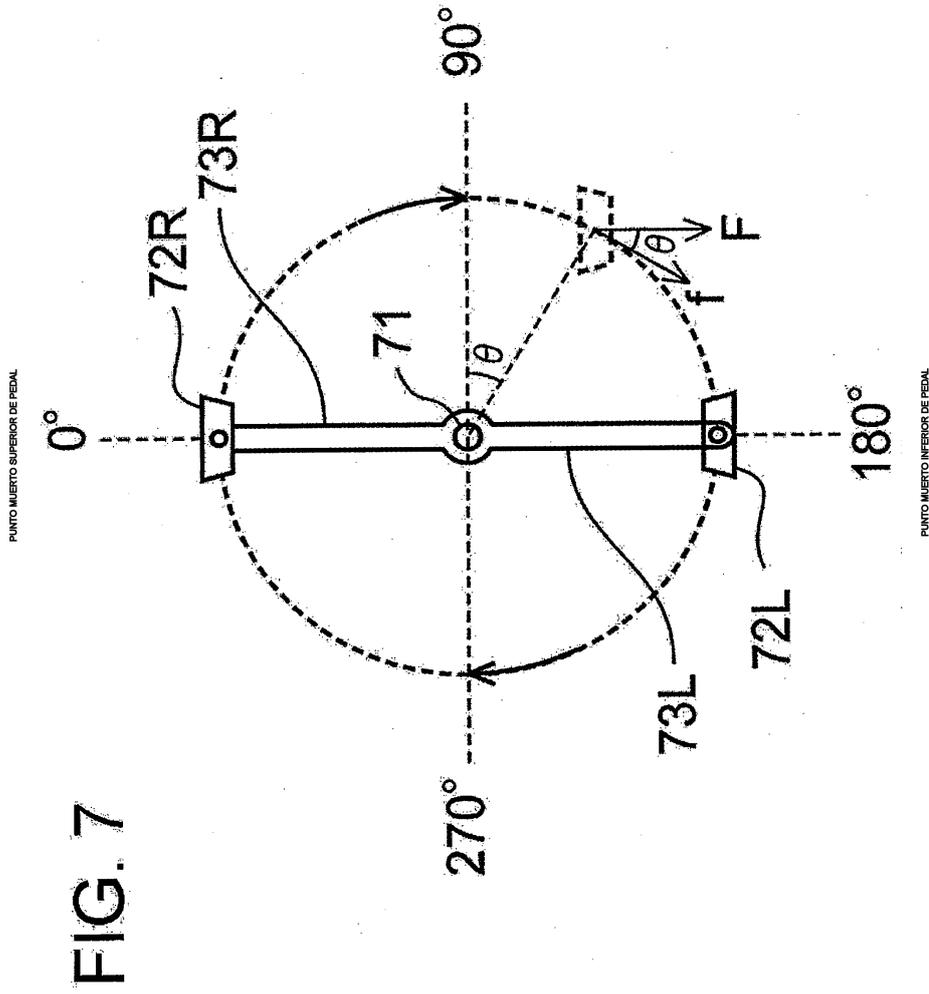


FIG. 6





(a)

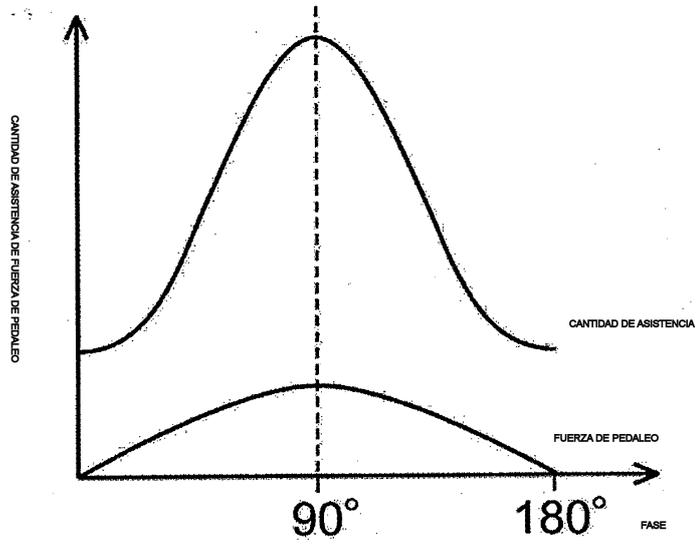


FIG. 8

(b)

