

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 566 751**

51 Int. Cl.:

B60L 11/18 (2006.01)
B60L 7/10 (2006.01)
B60L 3/00 (2006.01)
B60L 7/00 (2006.01)
B60L 7/18 (2006.01)
B60L 15/20 (2006.01)
B60L 7/14 (2006.01)
B60L 15/00 (2006.01)
H02P 21/00 (2006.01)
H02P 3/22 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.11.2010** **E 10860105 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.01.2016** **EP 2644439**

54 Título: **Vehículo eléctrico de dos ruedas**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
15.04.2016

73 Titular/es:

**YAMAHA HATSUDOKI KABUSHIKI KAISHA
(100.0%)
2500 Shingai
Iwata-shi, Shizuoka 438-8501, JP**

72 Inventor/es:

**SHIRAZAWA, HIDEKI;
TANAKA, HIROSHI;
ATSUMI, TAKAYUKI;
SUZUKI, HIDEAKI y
MATSUEDA, HIDEKI**

74 Agente/Representante:

ARIZTI ACHA, Monica

ES 2 566 751 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).

Vehículo eléctrico de dos ruedas

DESCRIPCIÓN

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a un vehículo eléctrico de dos ruedas dispuestas de tal manera que una fuerza de accionamiento, generada por un motor eléctrico de CA de tres fases, se transmite a una rueda motriz.

10 **Antecedentes de la técnica**

La literatura de Patente 1 divulga un controlador de motor para un vehículo eléctrico. El controlador de motor está dispuesto para frenar el motor cortocircuitando las tres fases del motor. Más específicamente, en una situación en la que el vehículo eléctrico está desplazándose por una pendiente descendente estando su batería casi completamente cargada y acelera a pesar de que el acelerador no se está pisado, se realiza el cortocircuito de tres fases y el motor desacelera sin cargar la batería. La sobrecarga de la batería se evita de este modo y se modera una cantidad de accionamiento de un dispositivo de freno mecánico.

20 **Lista de citación**

Literatura de patente

Literatura de patente 1: Publicación de solicitud de patente japonesa no examinada N.º 2010-207053

25 **Sumario de la invención**

Solución al problema

En la literatura de patente 1, no hay una descripción específica de cómo se libera el cortocircuito de tres fases después de que se haya ejecutado el cortocircuito de tres fases en las circunstancias descritas anteriormente.

Con los vehículos eléctricos de dos ruedas, existe una demanda para realizar un cortocircuito de tres fases para disminuir la velocidad cuando la velocidad aumenta en una pendiente descendente, etc., y alcanza una velocidad límite superior. Por otro lado, también existe una demanda para liberar el cortocircuito de tres fases de cargar la batería o realizar un control normal cuando la velocidad desacelera a no más de la velocidad límite superior.

Como resultado de continuar la investigación sobre la liberación de un cortocircuito de tres fases, los presentes inventores han encontrado que con el fin de proteger la batería, el cortocircuito de tres fases debe liberarse de acuerdo con un procedimiento determinado y por lo tanto han llegado a la presente invención.

La presente invención proporciona un vehículo eléctrico de dos ruedas que tiene una rueda motriz, y que incluye una batería, un motor eléctrico de CA de tres fases, que tiene unas bobinas de una primera fase, una segunda fase, y una tercera fase, para generar una fuerza de accionamiento para transmitir a una rueda motriz, y un controlador de motor para controlar un suministro de corriente desde la batería a las bobinas del motor eléctrico. El controlador de motor incluye un circuito de accionamiento que incluye un primer circuito de fase, un segundo circuito de fase, y un tercer circuito de fase, que se corresponden respectivamente con la primera fase, la segunda fase y la tercera fase, teniendo cada uno de los mismos un circuito en serie de un elemento de conmutación de brazo superior y un elemento de conmutación de brazo inferior, y que están conectados en paralelo con respecto a la batería, un medio de control de cortocircuitos que abre todos los elementos de conmutación de brazo inferior del primer circuito de fase, del segundo circuito de fase, y del tercer circuito de fase para cortocircuitar las bobinas de la primera fase, la segunda fase, y la tercera fase para poner el motor eléctrico en un estado de cortocircuito en respuesta al cumplimiento de una condición de cortocircuito predeterminada, y un medio de control de liberación que libera el estado de cortocircuito cerrando el elemento de conmutación de brazo inferior de un circuito de fase en un periodo en el que la salida de corriente de la bobina de fase correspondiente es igual a o menor que un valor previsto en respuesta al cumplimiento de una condición de liberación predeterminada cuando el motor eléctrico está en el estado de cortocircuito.

Con esta disposición, cuando se cumple la condición de cortocircuito predeterminada, todos los elementos de conmutación de brazo inferior de la primera, segunda, tercera fase y circuitos de conmutación están abiertos. El motor eléctrico se pone de este modo en el estado de cortocircuito (el estado de cortocircuito de tres fases). Cuando se cumple la condición de liberación predeterminada, se libera el estado de cortocircuito. En el proceso de liberación, el elemento de conmutación de brazo inferior de cada circuito de fase está cerrado en un periodo en el que la salida de corriente de la bobina de fase correspondiente es igual a o menor que el valor previsto. Mediante esta disposición, no se suministrará una gran corriente de irrupción a la batería cuando se libera el estado de

cortocircuito y puede de este modo protegerse la batería. Por lo tanto, puede proporcionarse un vehículo eléctrico de dos ruedas que puede liberarse del estado de cortocircuito del motor eléctrico mientras que se protege la batería.

En una realización preferida de la presente invención, el vehículo eléctrico de dos ruedas incluye además un medio de detección de velocidad de rotación para detectar la velocidad de rotación del motor eléctrico, y la condición de cortocircuito incluye la velocidad de rotación detectada por el medio de detección de velocidad de rotación para que sea igual a o que exceda de un umbral de cortocircuito predeterminado. Con esta disposición, el motor eléctrico se pone en el estado de cortocircuito cuando la velocidad de rotación del motor eléctrico es igual al umbral de cortocircuito o supera el umbral de cortocircuito. Mediante esta disposición, en una situación en la que el motor eléctrico gira a alta velocidad y una tensión inducida se hace de este modo alta, se entra en el estado de cortocircuito de tres fases y se corta el suministro de energía eléctrica a la batería. La batería, de capacidad limitada, que está instalada en el vehículo eléctrico de dos ruedas puede de este modo protegerse de manera eficaz.

En una realización preferida de la presente invención, la condición de liberación incluye la velocidad de rotación detectada por el medio de detección de velocidad de rotación que es igual a o menor que un umbral de liberación predeterminado. Con esta disposición, el estado de cortocircuito se libera cuando la velocidad de rotación del motor eléctrico se convierte en igual al umbral de liberación o se hace menor que el umbral de liberación. Mediante esta disposición, el suministro de energía eléctrica a la batería puede realizarse cuando la velocidad de rotación del motor eléctrico es suficientemente baja y la tensión inducida es de un valor adecuado para suministrar energía eléctrica a la batería. Además, liberando el estado de cortocircuito, puede reiniciarse el control normal con respecto al motor eléctrico. El control normal puede ser, por ejemplo, el control de accionamiento del motor eléctrico de acuerdo con una cantidad de operación de un operador del acelerador incluido en el vehículo eléctrico de dos ruedas.

Al ajustar el umbral de liberación en un valor menor que el umbral de cortocircuito, puede proporcionarse una histéresis en la ejecución y la liberación del cortocircuito de tres fases, y el control puede de este modo estabilizarse.

En una realización preferida de la presente invención, la condición de liberación incluye la velocidad de rotación detectada por el medio de detección de velocidad de rotación que es igual a o menor que la velocidad de rotación a la que se ha cumplido la condición de cortocircuito. Con esta disposición, el cortocircuito de tres fases puede liberarse cuando la velocidad de rotación del motor no es mayor que el valor al que se ha cumplido la condición de cortocircuito. La batería puede de este modo protegerse de manera fiable.

En una realización preferida de la presente invención, el vehículo eléctrico de dos ruedas incluye además un controlador de batería, que tiene un medio de detección de carga que detecta si la batería se está cargando o no, para controlar la carga/descarga de la batería proporcionando una orden de regeneración al controlador de motor de acuerdo con el estado de la batería. El controlador de motor incluye además un medio de control de regeneración para controlar el circuito de accionamiento para suministrar la corriente regenerativa, generada por el motor eléctrico, a la batería de acuerdo con la orden de regeneración del controlador de batería. Además, la condición de cortocircuito incluye que el medio de detección de carga detecte que la batería se está cargando a pesar de que la orden de regeneración no se ha generado desde el controlador de batería.

Si la batería se está cargando a pesar de que el controlador de batería no está generando la orden de regeneración, el control de regeneración por el controlador de motor no está funcionando adecuadamente. Más específicamente, una corriente regenerativa involuntaria puede generarse debido a la velocidad de rotación del motor eléctrico que es alta y a la tensión inducida que es alta. Por lo tanto, usando, como una condición de cortocircuito, la condición de que la carga se está realizando a pesar de que no se ha generado la orden de regeneración, puede evitarse la carga de la batería por una corriente regenerativa involuntaria. La batería puede de este modo protegerse.

En una realización preferida de la presente invención, el vehículo eléctrico de dos ruedas incluye además un medio de detección de tensión de batería para detectar una tensión de batería. La condición de cortocircuito incluye la tensión de batería que es igual a o supera una tensión de umbral de cortocircuito predeterminada. Con esta disposición, se ejecuta el cortocircuito de tres fases cuando la tensión de batería es igual a la tensión de umbral de cortocircuito o es de un valor alto que supera la tensión de umbral de cortocircuito. Mediante esta disposición, la tensión de batería no se hace demasiado alta, y la batería puede de este modo protegerse.

En una realización preferida de la presente invención, la condición de liberación incluye la tensión de batería que es igual a o menor que una tensión de umbral de liberación predeterminada. Con esta disposición, se libera el cortocircuito de tres fases cuando la tensión de batería se hace igual a la tensión de umbral de liberación o se hace menor que la tensión de umbral de liberación. Mediante esta disposición, puede cargarse la batería mediante la corriente regenerativa cuando la tensión de batería es lo suficientemente baja.

En una realización preferida de la presente invención, el controlador de motor incluye además un medio de evaluación de asignación de control para evaluar si existe o no una asignación para el control de corriente del motor eléctrico, y la condición de cortocircuito incluye el medio de evaluación de asignación de control que evalúa que no existe una asignación de control de corriente. Con esta disposición, se realiza el cortocircuito de tres fases cuando

no existe una asignación de control de corriente. Más específicamente, el cortocircuito de tres fases se realiza cuando la velocidad de rotación del motor eléctrico se hace tan alta que no existe una asignación de control. Mediante esta disposición, puede evitarse la carga de la batería por una corriente regenerativa involuntaria. La batería puede de este modo protegerse.

5 En una realización preferida de la presente invención, el controlador de motor incluye además un medio de control de debilitamiento de campo para suministrar una corriente para debilitar el campo magnético de las bobinas de la primera fase, la segunda fase y la tercera fase cuando se cumple una condición de ejecución de debilitamiento de campo predeterminada, y no se cumple la condición de liberación que incluye la condición de ejecución de debilitamiento de campo. Con esta disposición, que la condición de ejecución debilitamiento de campo no se cumpla
10 es una condición para liberar el cortocircuito de tres fases. Si el cortocircuito de tres fases se libera cuando se cumple la condición de ejecución de debilitamiento de campo, puede que no haya asignación de control. Por lo tanto mediante la condición de ejecución de debilitamiento de campo que no se está cumpliendo siendo una condición para liberar el cortocircuito de tres fases, puede evitarse la carga de la batería por una corriente regenerativa involuntaria. La batería puede de este modo protegerse.

15 En una realización preferida de la presente invención, el medio de control de cortocircuitos está dispuesto para cerrar el elemento de conmutación de brazo inferior de los circuitos de fase respectivos en un periodo en el que se cierran los elementos de conmutación de brazo superior de los circuitos de fase correspondientes. El flujo de una corriente de penetración debida a que los elementos de conmutación de brazo superior y a los elementos de conmutación de brazo inferior que están activos de manera simultánea y llegando a cortocircuitarse, puede de este modo evitarse.

20 En una realización preferida de la presente invención, el controlador de motor incluye además un medio de detección de corriente para detectar una primera corriente de fase, una segunda corriente de fase, y una tercera corriente de fase que fluyen, respectivamente, en el primer circuito de fase, el segundo circuito de fase, y el tercer circuito de fase, y el medio de control de liberación cierra el elemento de conmutación de brazo inferior del primer circuito de fase en un periodo en el que la primera corriente de fase, detectada por el medio de detección de corriente, toma un valor correspondiente a una dirección de introducción en la bobina de la primera fase, cierra el elemento de conmutación de brazo inferior del segundo circuito de fase en un periodo en el que la segunda corriente de fase, detectada por el medio de detección de corriente, toma un valor correspondiente a una dirección de introducción en la bobina de la segunda fase, y cierra el elemento de conmutación de brazo inferior del tercer circuito de fase cuando la tercera corriente de fase, detectada por el medio de detección de corriente, indica que una corriente de salida de la bobina de la tercera fase es igual a o menor que el valor previsto. Con esta disposición, se cierra el elemento de conmutación de brazo inferior del primer circuito de fase de conmutación cuando la primera corriente de fase está fluyendo en la dirección de introducción en la bobina de la primera fase. Por lo tanto, una corriente de irrupción no fluye en la dirección de la batería cuando se cierra el elemento de conmutación de brazo inferior y la batería puede de este modo protegerse. Lo mismo se aplica al segundo circuito de fase. Cuando se desconectan los elementos de conmutación de brazo inferior del primer circuito de fase y el segundo circuito de fase, la corriente fluye de manera exclusiva en la dirección que sale de la bobina de la tercera fase. El elemento de conmutación de brazo inferior del tercer circuito de fase se cierra de este modo cuando esta corriente de salida es igual a o menor que el valor previsto. Mediante esta disposición, no fluye una gran corriente de irrupción en la batería, e incluso puede protegerse la batería de pequeña capacidad que se instala en el vehículo eléctrico de dos ruedas.

45 En una realización preferida de la presente invención, el controlador de motor incluye además un medio de detección de corriente para detectar las corrientes de fase que fluyen, respectivamente, en el primer circuito de fase, el segundo circuito de fase, y el tercer circuito de fase, y el medio de control de liberación vueltas se cierra, en un periodo en el que cualquiera de las corrientes de fase detectada por el medio de detección de corriente fluye en la dirección de introducción en el motor eléctrico, el elemento de conmutación de brazo inferior del circuito de fase de la fase correspondiente, a partir de entonces se cierra, en un periodo en el que cualquiera de las corrientes de fase correspondiente a las dos fases restantes fluye en la dirección de introducción en el motor eléctrico, el elemento de conmutación de brazo inferior del circuito de fase de la fase correspondiente, y a partir de entonces se cierra el elemento de conmutación de brazo inferior del circuito de fase de la fase única restante cuando la corriente de fase del motor eléctrico correspondiente a la fase indica una salida de corriente de o menor que el valor previsto. Con esta disposición, cuando la corriente de fase de una determinada fase es la de la dirección de introducción en el motor eléctrico, se cierra el elemento de conmutación de brazo inferior de esta fase, y a continuación, cuando la corriente de fase de otra fase es la de la dirección de introducción en el motor eléctrico, se cierra el elemento de conmutación de brazo inferior de esta fase. Con la única fase restante, la dirección de la corriente será de manera exclusiva la dirección de salida. El elemento de conmutación de brazo inferior de esta fase se cierra de este modo
50 cuando la corriente de salida es igual a o menor que el valor previsto. Mediante esta disposición, no fluye una gran corriente de irrupción en la batería, e incluso puede protegerse la batería de pequeña capacidad que se instala en el vehículo eléctrico de dos ruedas.

En una realización preferida de la presente invención, después de cerrar el elemento de conmutación de brazo

inferior de los circuitos de fase de dos fases, el medio de control de liberación cierra el elemento de conmutación de brazo inferior del circuito de fase correspondiente a la única fase restante en respuesta a la rotación del motor eléctrico en un ángulo de rotación predeterminado. Con esta disposición, cuando se realiza la rotación en el ángulo de rotación predeterminado después de que se hayan cerrado los elementos de conmutación de brazo inferior de dos fases, el elemento de conmutación de brazo inferior de la única fase restante también se cierra. Mediante esta disposición, un estado en el que solo está cortocircuitada una única fase no se mantiene durante un largo periodo de tiempo, y por lo tanto puede acortarse un tiempo durante el cual una gran corriente fluye en la única fase. El motor eléctrico y el circuito de accionamiento pueden de este modo protegerse.

10 Breve descripción de los dibujos

[FIG. 1] La figura 1 es una vista lateral izquierda de un vehículo eléctrico de dos ruedas de acuerdo con una realización preferida de la presente invención.

[FIG. 2] La figura 2 es una vista lateral derecha de una parte trasera del vehículo eléctrico de dos ruedas.

[FIG. 3] La figura 3 es una vista en perspectiva despiezada de una unidad de balanceo incluida en el vehículo eléctrico de dos ruedas y muestra un estado en el que la unidad de balanceo se ve de manera oblicua hacia atrás desde la derecha.

[FIG. 4] La figura 4 es una vista en sección parcial de la unidad de balanceo y una rueda trasera y muestra un estado en el que la unidad de balanceo y la rueda trasera se ven desde arriba.

[FIG. 5] La figura 5 es una vista lateral derecha parcialmente despiezada de la unidad de balanceo y muestra un estado en el que se eliminan un rotor y un primer estator de un motor eléctrico.

[FIG. 6] La figura 6 es una vista lateral derecha del motor eléctrico y muestra un estado en el que se ha eliminado el rotor.

[FIG. 7] La figura 7 es una vista en sección de un segundo estator y muestra una sección del segundo estator seccionada a lo largo de una dirección circunferencial.

[FIG. 8] La figura 8A y la figura 8B son vistas ilustrativas de las partes principales para describir los cambios de las características de salida del motor eléctrico de acuerdo con el desplazamiento (la rotación alrededor de un árbol de motor) del segundo estator.

[FIG. 9] La figura 9 es un diagrama de bloques de una disposición eléctrica relacionada con el control del motor eléctrico y un dispositivo de accionamiento de estator.

[FIG. 10] La figura 10 es un diagrama de bloques para describir las funciones de una CPU proporcionada en un controlador de motor.

[FIG. 11] La figura 11 es un ejemplo de un esquema de referencia para un valor actual de límite superior del eje q.

[FIG. 12] La figura 12 es un ejemplo de un esquema de referencia para un valor actual de límite superior del eje d y un valor actual de límite inferior del eje d.

[FIG. 13] La figura 13 muestra un ejemplo de un esquema de entrehierro de destino referenciado por una parte de cálculo de entrehierro de destino.

[FIG. 14] La figura 14 muestra un ejemplo de un esquema de umbral de cortocircuito referenciado por una parte de procesamiento de cortocircuito/liberación.

[FIG. 15] La figura 15 es un diagrama de flujo para describir un proceso de evaluación de ejecución de cortocircuito realizado por la parte de procesamiento de cortocircuito/liberación.

[FIG. 16] La figura 16 es un diagrama de flujo para describir un proceso de cortocircuito de tres fases y un proceso de liberación para el mismo.

[FIG. 17] Las figuras 17A a 17D son diagramas principales para describir los tiempos de liberación de los estados de cortocircuito de las fases respectivas.

[FIG. 18] Las figuras 18A a 18D son diagramas para describir de manera específica la liberación de un cortocircuito de tres fases.

50 Descripción de las realizaciones

La figura 1 es una vista lateral izquierda de un vehículo eléctrico de dos ruedas 1 de acuerdo con una realización preferida de la presente invención. En la presente realización preferida, el vehículo eléctrico de dos ruedas 1 es un vehículo tipo scooter. El vehículo eléctrico de dos ruedas 1 es capaz de desplazarse con una carga que se coloca en su parte delantera y en su parte trasera y es adecuado para su uso como un vehículo de carga.

Cada una de las direcciones delante, atrás, arriba, abajo, derecha e izquierda mencionadas en la siguiente descripción se basa en un punto de vista de un motociclista (conductor) cuando está orientado hacia delante en el vehículo eléctrico de dos ruedas 1 estando en una actitud básica que corresponde a un estado de desplazarse directamente sobre una superficie horizontal. La disposición del vehículo eléctrico de dos ruedas 1 se describirá basándose en que el vehículo eléctrico de dos ruedas 1 está en un estado de pie en posición vertical con una rueda delantera 3 y una rueda trasera 4 en tierra en una superficie de carretera A1 y sin el motociclista montado sobre el mismo.

ES 2 566 751 T3

El vehículo eléctrico de dos ruedas 1 incluye un bastidor de carrocería de vehículo 2, la rueda delantera 3, la rueda trasera 4, un motor eléctrico 5, una batería 6, y una cubierta de carrocería de vehículo 7. En el vehículo eléctrico de dos ruedas 1, el motor eléctrico 5 se acciona mediante la energía eléctrica suministrada desde la batería 6 y la rueda trasera 4 se acciona como una rueda motriz mediante la salida del motor eléctrico 5.

5 El vehículo eléctrico de dos ruedas 1 tiene un tubo de dirección 8 dispuesto en una parte superior delantera del vehículo eléctrico de dos ruedas 1. Un árbol de dirección 9 se inserta de manera giratoria en el tubo de dirección 8. Un par de horquillas delanteras derecha e izquierda 10 están montadas en una parte de extremo inferior del árbol de dirección 9. La rueda delantera 3 está montada en la horquilla delantera 10.

10 Un manillar 11 está montado en una parte de extremo superior del árbol de dirección 9. El motociclista puede girar el árbol de dirección 9, la horquilla delantera 10, y la rueda delantera 3 alrededor de un eje del árbol de dirección 9 haciendo funcionar el manillar 11.

15 Unos mangos 12 están dispuestos en las partes de extremo derecha e izquierda del manillar 11, respectivamente (solamente se muestra en la figura el mango izquierdo). El mango derecho es un mango de acelerador (operador de acelerador). El motociclista puede ajustar la salida del motor eléctrico 5 girando el mango de acelerador. Las palancas de freno 16 (operadores de freno) están dispuestas respectivamente en frente de los mangos derecho e izquierdo 12. Las palancas de freno 16 están dispuestas para hacerse funcionar en la parte delantera y trasera por los dedos del motociclista. Por ejemplo, la palanca de freno derecha 16 está dispuesta para hacerse funcionar para frenar la rueda delantera 3, y la palanca de freno izquierda 16 está dispuesta para hacerse funcionar para frenar de la rueda trasera 4.

20 Un contador 13 está dispuesto cerca de un centro del manillar 11. Una plataforma de carga 14 está dispuesta por debajo del contador 13. La plataforma de carga 14 se fija al tubo de dirección 8. Una lámpara de dirección 15 se fija a una parte inferior de la plataforma de carga 14.

25 El bastidor de carrocería de vehículo 2 se extiende hacia atrás desde el tubo de dirección 8. El bastidor de carrocería de vehículo 2 incluye un tubo de bajada 19 y un par de cuerpos principales de bastidor derecho e izquierdo 20 dispuestos detrás del tubo de bajada 19. El tubo de bajada 19 se extiende de manera oblicua hacia la parte trasera de una parte inferior del tubo de dirección 8. En una vista lateral, cada cuerpo principal de bastidor 20 se extiende hacia atrás desde una parte de extremo inferior del tubo descendente 19 y se forma una parte intermedia del mismo en una dirección de vehículo delantera-trasera X1 en una conformación sigmoidea. Para ser más detallada, cada cuerpo principal de bastidor 20 incluye una primera parte de bastidor 21, una segunda parte de bastidor 22, una tercera parte de bastidor 23, y una cuarta parte de bastidor 24. La primera parte de bastidor 21 se extiende sustancialmente recta hacia la parte trasera de la parte de extremo inferior del tubo descendente 19 y está ligeramente inclinada de manera oblicua hacia arriba hacia la parte trasera. La segunda parte de bastidor 22 se eleva de manera oblicua hacia arriba hacia la parte trasera, una parte de extremo inferior de la misma está acoplada con una parte de extremo trasera de la primera parte de bastidor 21, y una parte de extremo superior de la misma está acoplada con la tercera parte de bastidor 23. La tercera parte de bastidor 23 se extiende hacia atrás en una actitud que está ligeramente inclinada de manera oblicua hacia arriba hacia la parte trasera. La cuarta parte de bastidor 24 se extiende hacia atrás desde una parte intermedia de la segunda parte de bastidor 22, se curva de manera oblicua hacia arriba hacia la parte trasera en una parte intermedia, y está conectada a una parte intermedia de la tercera parte de bastidor 23.

30 La cubierta de carrocería de vehículo 7 está montada en el bastidor de carrocería de vehículo 2. La cubierta de carrocería de vehículo 7 incluye una cubierta delantera 25 que cubre el tubo de dirección 8, una cubierta inferior 26 que se extiende hacia atrás desde una parte inferior de la cubierta delantera 25, y una cubierta trasera 27 dispuesta detrás de la cubierta delantera 25.

35 La cubierta delantera 25 rodea el tubo de dirección 8 y una parte del árbol de dirección 9, y rodea el tubo de bajada 19. La cubierta inferior 26 se extiende hacia atrás desde una parte inferior de la cubierta delantera 25 y cubre una parte de los cuerpos principales de bastidor 20 desde abajo y desde ambos lados derecho e izquierdo. Las partes de reposapiés 28 están dispuestas en unas partes de extremo superior de la cubierta inferior 26. Las partes de reposapiés 28 se proporcionan para que un motociclista ponga sus pies sobre las mismas y se forman para que sean sustancialmente planas.

40 Como un conjunto, la cubierta trasera 27 se conforma con el fin de extenderse de manera oblicua hacia arriba hacia la parte trasera desde una parte trasera de la cubierta inferior 26. La cubierta trasera 27 cubre una parte de los cuerpos principales de bastidor 20 desde el lado delantero y desde tanto el lado derecho como el izquierdo.

45 Por debajo de un asiento 29, se forma un espacio de alojamiento entre el par de cuerpos principales de bastidor derecho e izquierdo 20. En este espacio de alojamiento, está dispuesta una batería 6 como una fuente de alimentación del motor eléctrico 5. La batería 6 es una batería secundaria recargable.

Una plataforma de carga 45 está dispuesta por detrás del asiento 29. Este está dispuesto por encima de la tercera parte de bastidor 23 y está soportado por la tercera parte de bastidor 23.

5 La figura 2 es una vista lateral derecha de una parte trasera del vehículo eléctrico de dos ruedas 1. El vehículo eléctrico de dos ruedas 1 incluye una unidad de balanceo 47 que está acoplada de tal manera que puede balancearse hacia el bastidor de carrocería de vehículo 2. La unidad de balanceo 47 incluye una caja de motor 67 y un par de brazos de acoplamiento derecho e izquierdo 68 que sobresalen desde una parte de extremo delantera de la caja de motor 67. Los brazos de acoplamiento 68 se extienden de manera oblicua hacia arriba hacia la parte
10 delantera de la caja de motor 67. Las partes extremas delanteras de los brazos de acoplamiento respectivos 68 están acopladas al par de cuerpos principales de bastidor 20 a través de un árbol de pivote 51. La unidad de balanceo 47 se habilita de este modo para balancearse alrededor del árbol de pivote 51. La unidad de balanceo 47 está dispuesta a la derecha de la rueda trasera 4. Una parte trasera de la unidad de balanceo 47 está acoplada a la tercera parte de bastidor 23 a través de un amortiguador 69.

15 La figura 3 es una vista en perspectiva despiezada de la unidad de balanceo 47 y muestra un estado en el que la unidad de balanceo 47 se ve de manera oblicua hacia atrás desde la derecha. Además, la figura 4 es una vista en sección parcial de la unidad de balanceo 47 y la rueda trasera 4 y muestra un estado en el que la unidad de balanceo 47 y la rueda trasera 4 se ven desde arriba. La caja de motor 67 de la unidad de balanceo 47 incluye un cuerpo principal de caja de motor 71, un miembro de acoplamiento 72 fijado a una parte de extremo delantera del cuerpo principal de caja de motor 71, y una cubierta 73 que cubre una superficie lateral derecha.

20 El cuerpo principal de caja de motor 71 tiene una parte de extremo delantera 67a que se extiende en una dirección de derecha a izquierda Y1 y se forma para una conformación que se extiende hacia atrás desde una parte derecha de la parte de extremo delantera 67a.

30 El miembro de acoplamiento 72 está dispuesto a la izquierda de la parte de extremo delantera del cuerpo principal de caja de motor 71. El miembro de acoplamiento 72 y la parte de extremo delantera del cuerpo principal de caja de motor 71 se fijan usando una pluralidad de miembros de tornillo 74. El brazo de acoplamiento 68L (68) se forma de manera integral con el miembro de acoplamiento 72. El otro brazo de acoplamiento 68R (68) se forma de manera integral con la parte de extremo delantera del cuerpo principal de caja de motor 71. La parte de extremo delantera 67a de la caja de motor 67 se forma por el miembro de acoplamiento 72 y la parte de extremo delantera del cuerpo principal de caja de motor 71.

35 El cuerpo principal de caja de motor 71 incluye una pared lateral 75 que se extiende en la dirección delantera-trasera X1 y una pared periférica tubular 76 que se extiende hacia la derecha desde una parte de borde periférico exterior de la pared lateral 75. Un espacio de alojamiento de motor SP1, capaz de alojar el motor eléctrico 5, está formado por la pared lateral 75 y la pared periférica 76. La cubierta 73 está dispuesta a la derecha de la pared periférica 76 y cubre el espacio de alojamiento de motor SP1. La cubierta 73 se fija usando una pluralidad de miembros de tornillo
40 77 a una superficie de extremo derecha de la pared periférica 76. Una junta no ilustrada, etc., están dispuestos entre la pared periférica 76 y la cubierta 73. En el espacio de alojamiento de motor SP1, se aloja un controlador de motor 78 más hacia delante que el motor eléctrico 5.

45 La unidad de balanceo 47 incluye un mecanismo de reducción de velocidad 131 para transmitir la salida del motor eléctrico 5 a la rueda trasera 4. El mecanismo de reducción de velocidad 131 está dispuesto para desacelerar la rotación de un árbol de motor 85 del motor eléctrico 5 para amplificar el par motor desde el árbol de motor 85 y emitir el par motor amplificado a la rueda trasera 4. El mecanismo de reducción de velocidad 131 está alojado en una caja de engranajes 132 fijada a la caja de motor 67. La caja de engranajes 132 está fijada a una superficie lateral izquierda de la caja de motor 67 usando una pluralidad de miembros de tornillo 139. Un espacio de alojamiento de engranajes SP2, que aloja el mecanismo de reducción de velocidad 131, se forma en la caja de engranajes 132.

50 El mecanismo de reducción de velocidad 131 está dispuesto como un dispositivo de reducción de velocidad de dos estados. Específicamente, el mecanismo de reducción de velocidad 131 incluye un engranaje de entrada 140, un árbol intermedio 141, un engranaje intermedio 142, y un engranaje de salida 144 dispuesto en un eje 143. En la presente realización preferida, los engranajes respectivos 140, 142, y 144 son unos engranajes rectos. El engranaje de entrada 140 está dispuesto de manera integral en el árbol de motor 85, que es un árbol de salida del motor eléctrico 5. El árbol de motor 85 se inserta a través de un orificio de inserción 145 formado en la pared lateral 75 del cuerpo principal de caja de motor 71. Un cojinete 103 está dispuesto entre el orificio de inserción 145 y una parte intermedia del árbol de motor 85. El árbol de motor 85 se extiende hacia la izquierda del cojinete 103 hacia el espacio de alojamiento de engranajes SP2 y un cojinete 104 está fijado en una parte de extremo izquierda del mismo. El cojinete 104 se sujeta mediante una pared lateral izquierda de la caja de engranajes 132. El árbol intermedio 141 se extiende en la dirección derecha-izquierda, y las partes de extremo opuestas a la misma están soportadas, respectivamente, por los cojinetes (no mostrado) en la pared lateral izquierda de la caja de engranajes 132 y en una pared lateral izquierda de la caja de motor 67. El engranaje intermedio 142 está dispuesto en el árbol

intermedio 141. El engranaje intermedio 142 está dispuesto para acoplarse con el engranaje de entrada 140 y para acoplarse con el engranaje de salida 144. El engranaje intermedio 142 tiene un primer engranaje intermedio 142a con un diámetro más grande y un segundo engranaje intermedio 142b con un diámetro más pequeño. El primer engranaje intermedio 142a está acoplado con el engranaje de entrada 140. El segundo engranaje intermedio 142b está acoplado con el engranaje de salida 144. El engranaje de salida 144 se forma para que sea mayor en diámetro que el segundo engranaje intermedio 142b y se fija al eje 143.

El eje 143 se extiende en la dirección de derecha a izquierda Y1, y los cojinetes 107 y 108 están fijados respectivamente en una parte de extremo derecha y en una parte intermedia del mismo. Los cojinetes 107 y 108 están sujetos, respectivamente, por la pared lateral izquierda de la caja de motor 67 y la pared lateral izquierda de la caja de engranajes 132. El eje 143 sobresale hacia la izquierda de la caja de engranajes 132 y está acoplado a la rueda trasera 4.

La rueda trasera 4 incluye un miembro de rueda 148 y un neumático 149 montado en el miembro de rueda 148. El miembro de rueda 148 incluye un buje 150, un disco 151, una parte tubular 152 que rodea el buje 150, y una llanta 153. El buje 150 está fijado al eje 143. El miembro de rueda 148 (la rueda trasera 4) se acoplado de este modo al eje 143 de una de manera giratoria integral. El neumático 149 se ajusta en la llanta 153.

Un dispositivo de freno 155 está dispuesto entre el miembro de rueda 148 y la caja de engranajes 132. En la presente realización preferida, el dispositivo de freno 155 es un dispositivo de freno de tambor. Un árbol de operación 156 se extiende hacia la derecha desde el dispositivo de freno 155. Una parte de extremo derecha del árbol de operación 156 está fijado a una palanca de operación 157. La palanca de operación 157 se extiende de manera oblicua hacia abajo hacia la parte trasera del árbol de operación 156. Un cable de operación 158 (véase la figura 2) está conectado a una parte de extremo inferior de la palanca de operación 157. El cable de operación 158 está dispuesto para desplazarse en la dirección delantera-trasera X1 por la operación de la palanca de freno izquierda 16 (véase la figura 1) que se opera por el motociclista.

Un dispositivo de freno similar 160 (véase la figura 1) se proporciona también para la rueda delantera 3, y está dispuesto para funcionar en unión con la operación de la palanca de freno derecha (no mostrada) dispuesta delante del mango derecho (no mostrado).

El motor eléctrico 5 incluye un rotor 81 y un estator 82 que se enfrenta al rotor 81. En la presente realización preferida, el motor eléctrico 5 es un motor sin escobillas de ocho polos, doce ranuras y tres fases (un motor eléctrico de CA de tres fases). En la presente realización preferida, el motor eléctrico 5 es un motor de entrehierro axial y se proporciona un entrehierro en una dirección axial (la dirección derecha-izquierda Y1) del motor eléctrico 5 entre el rotor 81 y el estator 82. El rotor 81 está dispuesto a la derecha del estator 82.

El rotor 81 incluye un núcleo de rotor 83 formado con una forma similar a un disco y unos imanes de rotor 84 fijados al núcleo de rotor 83. El núcleo de rotor 83 está conectado a una parte de extremo derecha del árbol de motor 85 acoplado a una ranura, etc., y puede girarse de manera integral con el árbol de motor 85. Además, el núcleo de rotor 83 está soportado por el estator 82 a través del cojinete 105. Los imanes de rotor 84 están fijados a una superficie lateral izquierda del núcleo de rotor 83 y enfrentados al estator 82. Se proporciona una pluralidad (ocho en la presente realización preferida) de imanes del rotor 84, y están dispuestos a intervalos iguales a lo largo de una dirección circunferencial del núcleo de rotor 83. Los imanes de rotor 84 están dispuestos de tal manera que los polos N y S se enfrentan de manera alternativa al estator 82 a lo largo de la dirección circunferencial del núcleo de rotor 83.

El estator 82 está dispuesto a la izquierda del rotor 81. El estator 82 se conforma de una forma tubular que rodea el árbol de motor 85. El estator 82 incluye un primer estator 86 y un segundo estator 87 que están alineados en la dirección axial del motor eléctrico 5. El primer estator 86 está dispuesto a la izquierda del rotor 81, y se fija por el uso de unos miembros de tornillo 92 a la pared lateral 75 del cuerpo principal de caja de motor 71. El segundo estator 87 está dispuesto a la izquierda del primer estator 86, y puede desplazarse en una dirección circunferencial del estator 82 (que puede girar alrededor del árbol de motor 85) con respecto al primer estator 86. La fuerza del campo magnético del estator 82 puede de este modo cambiarse.

La figura 5 es una vista lateral derecha parcialmente despiezada de la unidad de balanceo 47, y muestra un estado en el que se eliminan el rotor 81 y el primer estator 86 del motor eléctrico 5. La unidad de balanceo 47 incluye el controlador de motor 78, el motor eléctrico 5, y un dispositivo de accionamiento de estator 79 que están dispuestos en el interior del espacio de alojamiento de motor SP1. En el interior del espacio de alojamiento de motor SP1, el controlador de motor 78 está dispuesto en la parte delantera, y el motor eléctrico 5 está dispuesto en la parte trasera. El dispositivo de accionamiento de estator 79 está dispuesto en una región superior dentro del espacio de alojamiento de motor SP1 entre el controlador de motor 78 y el motor eléctrico 5.

El controlador de motor 78 está dispuesto con un circuito de accionamiento de motor, un circuito de control que controla el circuito de accionamiento de motor, etc., alojado dentro de una caja 78a formada usando una resina

sintética, etc.

5 El dispositivo de accionamiento de estator 79 incluye una unidad de accionamiento 110, un mecanismo de engranaje 113, y un engranaje de salida 114. La unidad de accionamiento 110 incluye un motor de accionamiento 111. Si es necesario, la unidad de accionamiento 110 puede incluir un mecanismo de reducción de velocidad que desacelera la rotación del motor de accionamiento 111. El mecanismo de engranaje 113 es un mecanismo de reducción de velocidad sinfín que incluye un árbol sinfín 120 y una rueda sinfín 121. La unidad de accionamiento 110 está dispuesta para accionar de manera rotatoria el árbol sinfín 120 alrededor de su eje. El engranaje de salida 114 es, por ejemplo, un engranaje recto. El engranaje de salida 114 está acoplado a la rueda sinfín 121, y dispuesto para girar de manera integral con la rueda sinfín 121. Por lo tanto, cuando se acciona el motor de accionamiento 111 para que gire (girar hacia delante o a la inversa), la rotación del mismo se transmite por el mecanismo de engranaje 113 al engranaje de salida 114 para producir la rotación del engranaje de salida 114.

15 El engranaje de salida 114 se acopla con una parte dentada 87a formada en una parte de la periferia exterior del segundo estator 87. El segundo estator 87 se desplaza en una dirección circunferencial del motor eléctrico 5 de acuerdo con la rotación del engranaje de salida 114. En la presente realización preferida, el segundo estator 87 puede desplazarse en la dirección circunferencial del motor eléctrico 5 dentro de un intervalo angular de aproximadamente 15 grados.

20 Una parte magnetizada 128 está dispuesta en una parte periférica exterior del segundo estator 87 en una región separada de la parte dentada 87a. Un patrón magnético se forma en la parte magnetizada 128. El desplazamiento de la parte magnetizada 128 (el segundo estator 87) se detecta por un sensor de posición de campo magnético 129. El sensor de posición de campo magnético 129 está dispuesto en un lado cerca (el primer estator 86 lateral) del segundo estator 87 y se sujeta por una placa de circuito 129 fijada al primer estator 86. Una pluralidad de sensores de posición de campo magnético 129a puede proporcionarse si es necesario. Por ejemplo, el patrón de magnetización de la parte magnetizada 128, el posicionamiento del sensor de posición de campo magnético 129a, y el número sensores de posición de campo magnético 129a, etc., se determinan de tal manera que puede detectarse al menos una cantidad de desplazamiento del segundo estator 87. Más específicamente, la parte magnetizada 128 y el uno o la pluralidad de sensores de posición de campo magnético 129a están diseñados preferentemente para permitir la detección de una posición de origen del segundo estator 87, una dirección de desplazamiento del segundo estator 87, y la cantidad de desplazamiento del segundo estator 87.

35 Una salida del sensor de posición de campo magnético 129a se emite a través de la placa de circuito 129 al controlador de motor 78. El controlador de motor 78 está conectado eléctricamente con el motor de accionamiento 111. El controlador de motor 78 está dispuesto para controlar el accionamiento del motor de accionamiento 111, mientras que hace referencia a la posición del segundo estator 87 detectada por el sensor de posición de campo magnético 129a. El segundo estator 87 se desplaza de este modo.

40 La figura 6 es una vista lateral derecha del motor eléctrico 5, y muestra un estado en el que se elimina el rotor 81. El primer estator 86 incluye unos primeros dientes 88, unas bobinas 89, y un primer miembro de resina sintética 90. Los primeros dientes 88 se forman de unas formas columnares superponiendo una pluralidad de láminas de acero magnéticas paralelas a la dirección axial del motor eléctrico 5. Se proporciona una pluralidad de los primeros dientes 88 y se disponen a intervalos iguales en la dirección circunferencial del estator 82. En la presente realización preferida, se proporcionan doce primeros dientes 88.

45 Las bobinas 89 se enrollan alrededor de los primeros dientes respectivos 88. Las bobinas 89 están alineadas de una manera ordenada, en el orden de una bobina de fase U, una bobina de fase V, una bobina de fase W, una bobina de fase U, una bobina de fase V,... a lo largo de la dirección circunferencial del motor eléctrico 5. Las bobinas de fase U están conectadas a un alimentador de fase U 91U. Las bobinas de fase V están conectadas a un alimentador de fase V 91V. Las bobinas de fase W están conectadas a un alimentador de fase W 91W. Los alimentadores 91U, 91V y 91W están conectados respectivamente al controlador de motor 78 (véase la figura 5).

50 El primer miembro de resina sintética 90 se moldea en los primeros dientes 88 y en las bobinas 89. El primer miembro de resina sintética 90 incluye unas partes de pestaña 90b que sobresalen hacia fuera desde su superficie periférica exterior. Las partes de pestaña 90b están dispuestas en una parte de extremo izquierda del primer estator 86, y son adyacentes al segundo estator 82. Una pluralidad de las partes de pestaña 90b están formadas a lo largo de la dirección circunferencial del motor eléctrico 5. Un orificio de inserción de tornillo está formado en cada parte de pestaña 90b, y un miembro de tornillo 92 (véase la figura 3) se inserta en el orificio de inserción de tornillo. Como se muestra en la figura 3, cada miembro de tornillo 92 está acoplado de manera roscada a un orificio roscado formado en la pared lateral 75 del cuerpo principal de caja de motor 71. El primer estator 86 se fija de este modo al cuerpo principal de caja de motor 71.

Una placa de sensores 130 está dispuesta adyacente al primer miembro de resina sintética 90. Los sensores de posición de polo magnético 130 A, correspondientes a la fase U, la fase V y la fase W, se sujetan en la placa de

sensores 130. Cada sensor de posición de polo magnético 130a se compone de un sensor Hall IC, etc., y detecta un cambio de campo magnético de acuerdo con la rotación del rotor 81. En la presente realización preferida, los sensores de posición de polo magnético 130a están dispuestos en unas ranuras entre los dientes adyacentes en una vista lateral. La salida de cada sensor de posición de polo magnético 130a se introduce en el controlador de motor 78. El controlador de motor 78 controla la energía eléctrica suministrada a los alimentadores respectivos 91U, 91V y 91W basándose en las señales de los sensores de posición de polo magnético respectivos 130a.

La figura 7 es una vista en sección del segundo estator 87, y muestra una sección del segundo estator 87 seccionada a lo largo de la dirección circunferencial. El segundo estator 87 incluye una culata 93, unos segundos dientes 94, y un segundo miembro de resina sintética 95.

La culata 93 es una parte como de placa de forma anular circular. Los segundos dientes 94 sobresalen hacia el primer estator 86 desde una superficie lateral derecha de la segunda culata 93. Una pluralidad de los segundos dientes 94 se proporcionan a intervalos iguales a lo largo de la dirección circunferencial del motor eléctrico 5. En la presente realización preferida, el número de los segundos dientes 94 es el mismo que el número de los primeros dientes 88. El segundo miembro de resina sintética 95 se conforma de una forma anular circular y está moldeado sobre la segunda culata 93 y los segundos dientes respectivos 94. Una superficie de extremo derecha de cada segundo diente 94 se expone desde el segundo miembro de resina sintética 95.

Como es más evidente en la figura 4, en la dirección axial del motor eléctrico 5, la longitud de cada segundo diente 94 es más corta que la longitud de cada primer diente 88. Un cojinete 102 está montado en una superficie periférica interior del segundo miembro de resina sintética 95. El cojinete 102 está montado en el cuerpo principal de caja de motor 71. Por lo tanto, el segundo estator 87 está soportado de manera relativamente giratoria con respecto al primer estator 86. Es decir, mediante el dispositivo de accionamiento de estator 79, puede cambiarse la posición de rotación del segundo estator 87 en la dirección circunferencial del motor eléctrico 5.

La figura 8A y la figura 8B son vistas ilustrativas de unas partes principales para describir los cambios de las características de salida del motor eléctrico 5 de acuerdo con el desplazamiento (la rotación alrededor del árbol de motor 85) del segundo estator 87.

El segundo estator 87 puede desplazarse entre una primera posición mostrada en la figura 8A y una segunda posición mostrada en la figura 8B por una fuerza de accionamiento generada por el dispositivo de accionamiento de estator 79. La primera posición (figura 8A) es una posición en la que los segundos dientes respectivos 94 del segundo estator se enfrentan a los primeros dientes correspondientes 88 del primer estator 86 en ángulo recto en direcciones paralelas al árbol de motor 85. La segunda posición (figura 8B) es una posición en la que los segundos dientes respectivos 94 del segundo estator 87 se enfrentan a las posiciones intermedias de los pares de primeros dientes adyacentes 88 del primer estator 86 y no se enfrentan a cualquiera de los primeros dientes 88 en ángulo recto.

Como se muestra en la figura 8A, cuando el segundo estator 87 se coloca en la primera posición, los dientes primero y segundo 88 y 94 enfrentados entre sí a través de grandes zonas, un entrehierro G1 entre los dientes es pequeño, y la resistencia magnética en el entrehierro G1 es baja. El campo magnético del estator 82 se pone de este modo en un estado maximizado. En el estado en el que el entrehierro G1 es pequeño, se genera un fuerte flujo magnético M1 en el motor eléctrico 5. El flujo magnético M1 pasa a través del núcleo de rotor 83 del rotor 81, los primeros dientes 88, los segundos dientes 94, y la culata 93 del segundo estator 87. Mediante la generación de un fuerte flujo magnético M1, el motor eléctrico 5 puede generar una salida que sea baja en velocidad de rotación pero alta en par motor. El controlador de motor 78 está dispuesto para controlar la posición del segundo estator 87 de tal manera que se genere un fuerte flujo magnético M1 cuando el vehículo eléctrico de dos ruedas 1 se inicia desde un estado parado o está subiendo una carretera inclinada.

Por otro lado, cuando como se muestra en la figura 8B, el segundo estator 87 se coloca en la segunda posición, los dientes primero y segundo 88 y 94 no se enfrentan entre sí en ángulo recto y la resistencia magnética en el entrehierro G1 entre los dientes es grande. El campo magnético del estator 82 se pone de este modo en un estado minimizado. En el estado en el que el entrehierro G1 es grande, se genera un flujo magnético M2 que es más débil que el flujo magnético M1 en el motor eléctrico 5. El flujo magnético M2 se forma en una periferia del núcleo de rotor 83 del rotor 81 y los primeros dientes 88 y no pasa a través del segundo estator 87. Mediante la generación de un flujo magnético débil M2, el motor eléctrico 5 puede generar una salida que sea baja en par motor pero alta en velocidad de rotación. El controlador de motor 78 está dispuesto para controlar la posición del segundo estator 87 de tal manera que el flujo magnético M2 se genera cuando el vehículo eléctrico de dos ruedas 1 está desplazándose a una velocidad constante en una carretera plana, etc.

Cambiando de este modo la magnitud del campo magnético del estator 82, el motor eléctrico 5 está habilitado para generar una salida que está de acuerdo con el estado de desplazamiento del vehículo eléctrico de dos ruedas 1.

La figura 9 es un diagrama de bloques de una disposición eléctrica relacionada con el control del motor eléctrico 5 y del dispositivo de accionamiento de estator 79. Como se ha mencionado anteriormente, el motor eléctrico 5 incluye el estator 82 y el rotor 81 que se enfrenta al estator 82. El estator 82 incluye el primer estator 86 (estator principal) y el segundo estator 87 (estator de campo magnético) que gira en relación al primer estator 86 dentro de un intervalo angular predeterminado. La posición de rotación del segundo estator 87 se detecta por el sensor de posición de campo magnético 129a. La señal de salida (la señal de posición de campo magnético) del sensor de posición de campo magnético 129 se introduce en el controlador de motor 78. Por otro lado, se detectan las posiciones de polo magnético del rotor 81 por los sensores de posición de polo magnético 130a. Las señales de salida (las señales de posición del polo magnético) de los sensores de posición de polo magnético 130a se introducen en el controlador de motor 78.

El controlador de motor 78 está conectado a la batería 6. Además, el controlador de motor 78 está conectado al motor eléctrico 5 a través de los alimentadores de 91U, 91V y 91W, y está conectado al motor de accionamiento 111 a través de un alimentador 98.

Una señal de salida de un conmutador principal 17, una señal de salida de un sensor de cantidad de operación de acelerador 301, y una señal de salida de un sensor de freno 302 son también de entrada en el controlador de motor 78. El conmutador principal 17 es un conmutador que se opera para activarse por un usuario cuando se inicia el uso del vehículo eléctrico de dos ruedas 1 y se opera para desactivarse por el usuario al final de su uso. El sensor de cantidad de operación de acelerador 301 emite una señal de apertura de acelerador, que está de acuerdo con la cantidad de operación del mango de acelerador 12R (el mango 12 en el lado derecho) por el motociclista, como una información del acelerador al controlador de motor 78. El sensor de cantidad de operación de acelerador 301 puede incluir, por ejemplo, una resistencia variable que cambia en un valor de resistencia eléctrica de acuerdo con la operación del acelerador, y puede estar dispuesto para emitir la tensión a través de los extremos opuestos de la resistencia variable como la señal de apertura de acelerador. El sensor de freno 302 está dispuesto para detectar si se hace funcionar o no, cualquiera de las palancas de freno derecha e izquierda 16 por el motociclista (operación o no operación de frenado). Por ejemplo, el sensor de freno 302 puede estar dispuesto para detectar la operación de frenado cuando una cantidad de desplazamiento de la palanca de freno 16 no sea menor que un umbral predeterminado (o supere el umbral) y para detectar la no operación de frenado de otra manera.

Además, el controlador de motor 78 está dispuesto para realizar la comunicación de información a través de una línea de comunicaciones 190 con un controlador de batería 200 que controla la carga/descarga de la batería 6. El controlador de batería 200 incluye una parte de detección de carga 201 para detectar si se está realizando o no la carga de la batería 6, una parte de detección de estado de carga 202 para detectar un estado de carga (SOC) de la batería 6, y una parte de detección de tensión de batería 203 para detectar una tensión VB de la batería 6. El controlador de batería 200 incluye además una parte de generación de órdenes de regeneración 204 para generar una orden de regeneración de acuerdo con el estado de la carga proporcionado por la parte de detección de estado de carga 202. La orden de regeneración es una orden que expresa que una corriente regenerativa generada por el motor eléctrico 5 debe suministrarse a la batería 6. Una parte o la totalidad de la parte de detección de carga 201, la parte de detección de estado de carga 202, la parte de detección de tensión de batería 203, y la parte de generación de órdenes de regeneración 204 pueden ser unidades de procesamiento funcionales realizadas mediante la ejecución de un programa por un ordenador incluido en el controlador de batería 200.

El controlador de motor 78 incluye el circuito de control 310 y el circuito de accionamiento de motor 350.

El circuito de control 310 incluye una CPU 280, un circuito de accionamiento de conmutador 281, y un circuito de accionamiento de estator 282. También, aunque no se muestra, el circuito de control 310 incluye una ROM que almacena unos programas de funcionamiento de la CPU 280, los esquemas necesarios para las operaciones de control, etc., y una memoria RAM usada para el almacenamiento temporal de los datos de cálculo, etc. una señal de accionamiento del conmutador principal 17, la señal de salida del sensor de cantidad de operación de acelerador 301, una señal de datos del controlador de batería 200, las señales de salida de los sensores de posición de polo magnético 130a, la señal de salida del sensor de posición de campo magnético 129a, etc., se introducen a través de una interfaz adecuada en la CPU 280. La CPU 280 controla el circuito de accionamiento de conmutador 281 y el circuito de accionamiento de estator 282 de acuerdo con estas señales de entrada. El circuito de accionamiento de conmutador 281 genera las señales de accionamiento para accionar los elementos de conmutación incluidos en el circuito de accionamiento de motor 350. Además, el circuito de accionamiento de estator 282 suministra la energía eléctrica de accionamiento al motor de accionamiento 111 del dispositivo de accionamiento de estator 79.

El circuito de accionamiento de motor 350 es un circuito convertidor de CC/CA (un circuito inversor) que convierte la tensión de CC generada por la batería 6 a una tensión de CA y la suministra al motor eléctrico 5. Más específicamente, el circuito de accionamiento de motor 350 incluye un circuito de fase U 351, un circuito de fase V 352 y un circuito de fase W 353. El circuito de fase U 351, el circuito de fase V 352, y el circuito de fase W 353 están conectados en paralelo entre sí con respecto a la batería 6.

El circuito de fase U 351 es un circuito en serie de un elemento de conmutación de brazo superior Sw1 y un elemento de conmutación de brazo inferior Sw2. El circuito de fase V 352 es un circuito en serie de un elemento de conmutación de brazo superior Sw3 y un elemento de conmutación de brazo inferior Sw4. El circuito de fase W 353 es un circuito en serie de un elemento de conmutación de brazo superior Sw5 y un elemento de conmutación de brazo inferior Sw6. Los elementos de conmutación Sw1 a Sw6 están dispuestos, por ejemplo, a partir de los dispositivos de energía, tales como los MOSFET de potencia, etc., y las puertas respectivas de los mismos se suministran con las señales de accionamiento desde el circuito de accionamiento de conmutador 281. Los elementos de conmutación Sw1 a Sw6 se accionan de este modo para activarse o desactivarse. Los diodos D1 a D6 están conectados en paralelo a los elementos de conmutación Sw1 a Sw6, respectivamente. Cada uno de los diodos D1 a D6 puede ser un diodo (por ejemplo, un diodo parásito) incorporado en el MOSFET de potencia u otro elemento de conmutación o puede ser un diodo que está conectado en paralelo fuera del elemento.

En cada circuito de fase, el alimentador de fase correspondiente está conectado entre el elemento de conmutación de brazo superior y el elemento de conmutación de brazo inferior. Es decir, el alimentador de fase U 91U está conectado entre el elemento de conmutación de brazo superior Sw1 y el elemento de conmutación de brazo inferior Sw2 del circuito de fase U. El alimentador de fase V 91V está conectado entre el elemento de conmutación de brazo superior Sw3 y el elemento de conmutación de brazo inferior Sw4 del circuito de fase V 352. Además, el alimentador de fase W 91W está conectado entre el elemento de conmutación de brazo superior Sw5 y el elemento de conmutación de brazo inferior Sw6 del circuito de fase W 353. El alimentador de fase U 91U está conectado a las bobinas de fase U 5U del motor eléctrico 5, el alimentador de fase V 91V está conectado a las bobinas de fase V 5V del motor eléctrico 5, y el alimentador de fase W 91W está conectado a las bobinas de fase W 5W del motor eléctrico 5.

El circuito de accionamiento de motor 350 incluye un circuito de detección de corriente 354 para detectar las corrientes de las fases respectivas. El circuito de detección de corriente 354 está dispuesto para detectar las corrientes que fluyen a través de los elementos de conmutación de brazo inferior Sw2, Sw4, y Sw6 de las fases respectivas y para las señales de detección de entrada (las señales de valor de corriente) que expresan las direcciones y las magnitudes de las corrientes en el circuito de control 310. Es decir, el circuito de detección de corriente 354 emite los valores de detección de la corriente de fase U I_U , la corriente de fase V I_V , y la corriente de fase W I_W . Estos valores de detección de corriente de fase se introducen en la CPU 280.

La figura 10 es un diagrama de bloques para describir las funciones de la CPU 280. La CPU 280 está dispuesta para funcionar como una pluralidad de unidades de procesamiento funcionales ejecutando los programas de funcionamiento. La pluralidad de unidades de procesamiento funcionales incluyen una parte de cálculo de valor de orden de corriente 311, una parte de cálculo de velocidad de rotación 312, una parte de cálculo de desviación de corriente de eje q 313, una parte de cálculo de desviación de corriente de eje d 314, una parte de cálculo (integral proporcional) PI de eje q 315, una parte de cálculo PI de eje d 316, y una parte de conversión de coordenadas de tres fases/dos fases 317. La pluralidad de unidades de procesamiento funcionales incluye además una parte de cálculo de ángulo eléctrico 318, una parte de cálculo de valor de orden de tensión 319, una parte de conversión de coordenadas de tres fases/dos fases 320, una parte de generación de señal de accionamiento 321, una parte de cálculo de entrehierro de destino 322, una parte de cálculo de diferencia de entrehierro 323, una parte de cálculo de PI de entrehierro 324, una parte de generación de señal de accionamiento 325, y una parte de cálculo de entrehierro real 326. La pluralidad de unidades de procesamiento funcionales incluye además una parte de procesamiento de cortocircuito/liberación 330 y una parte de ajuste de cantidad de regeneración 340.

La parte de cálculo de valor de orden de corriente 311 calcula la apertura de acelerador AO (%) basándose en la señal de apertura de acelerador a partir del sensor de cantidad de operación de acelerador 301. La apertura de acelerador AO es una proporción de la cantidad de operación de acelerador real con respecto a un valor máximo de la cantidad de operación de acelerador, es decir, puede ser un valor que expresa la proporción de la señal de apertura de acelerador adquirida por el sensor de cantidad de operación de acelerador 301 con respecto al valor máximo de la señal de apertura de acelerador como un porcentaje.

La parte de cálculo de valor de orden de corriente 311 calcula los valores de orden de corriente (los valores de corriente de destino) para accionar el motor eléctrico 5 basándose en la apertura de acelerador AO y en la velocidad de rotación n del motor eléctrico 5 calculada por la parte de cálculo de velocidad de rotación 312. La parte de cálculo de velocidad de rotación 312 puede estar dispuesta para calcular la velocidad de rotación n del motor eléctrico 5 basándose en un ángulo eléctrico θ calculado por la parte de cálculo de ángulo eléctrico 318. La parte de cálculo de ángulo eléctrico 318 calcula el ángulo eléctrico θ del motor eléctrico 5 basándose en las señales de salida de los sensores de posición de polo magnético 130a.

En la presente realización preferida, la parte de cálculo de valor de orden de corriente 311 calcula los valores de orden de corriente en un sistema de coordenadas de eje dq. Un sistema de coordenadas de eje dq es un sistema de coordenadas de rotación de dos fases que gira junto con el rotor 81 del motor eléctrico 5 y es un sistema de

coordenadas ortogonal definido por un eje d que se encuentra en la dirección del campo magnético y un eje q ortogonal al eje d. La parte de cálculo de valor de orden de corriente 311 calcula un valor de orden de corriente de eje q I_q^* , que es un componente que genera un par motor, y un valor de orden de corriente de eje d I_d^* , que es un componente que debilita una tensión inducida del motor eléctrico 5.

5 El valor de orden de corriente de eje q I_q^* se calcula, por ejemplo, multiplicando un valor de corriente de límite superior de eje q $I_{q_{max}}$ por la apertura de acelerador AO ($I_q^* = I_{q_{max}} \times AO/100$). El valor de orden de corriente de eje d I_d^* se determina mediante un cálculo usando al menos uno entre la apertura de acelerador AO, la velocidad de rotación n del motor eléctrico 5 y el valor de orden de corriente de eje q I_q^* como una información de parámetros.

10 El valor de orden de corriente de eje d I_d^* puede calcularse, por ejemplo, multiplicando un valor de corriente de límite superior de eje d $I_{d_{max}}$ por la apertura de acelerador AO ($I_d^* = I_{d_{max}} \times AO/100$). O bien, usando la velocidad de rotación n del motor eléctrico 5 como una información de parámetros, un I_d^* óptimo que corresponde a la velocidad de rotación n puede determinarse por un experimento, etc., y almacenarse por adelantado como datos de esquema en la ROM, y el valor de orden de corriente de eje d I_d^* puede determinarse a partir de la velocidad de rotación n del motor eléctrico 5 basándose en los datos de esquema. Además, un I_d^* óptimo que corresponde al valor de orden de corriente de eje q I_q^* como una información de parámetros puede determinarse por un experimento, etc., y almacenarse por adelantado como unos datos de esquema en la ROM, y el valor de orden de corriente de eje d I_d^* puede determinarse a partir del valor de orden de corriente de eje q I_q^* basándose en los datos de esquema. Además, un I_d^* óptimo que corresponde a la apertura de acelerador AO y el valor de orden de corriente de eje q I_q^* como una información de parámetros puede determinarse por un experimento, etc., y almacenarse por adelantado como unos datos de esquema en la ROM, y el valor de orden de corriente de eje d I_d^* puede determinarse a partir de la apertura de acelerador AO y el valor de orden de corriente de eje q I_q^* basándose en los datos de esquema de tres dimensiones. El valor de orden de corriente de eje d I_d^* puede ser igual a cero ($I_d^* = 0$) de manera constante independientemente de la información de la abertura de acelerador AO, la velocidad de rotación n del motor eléctrico 5, y el valor de orden de corriente de eje q I_q^* .

30 Por otra parte, cuando se proporciona una orden de regeneración desde el controlador de batería 200 (véase la figura 9) cuando la apertura de acelerador AO es cero y cuando se detecta una operación de frenado, la parte de cálculo de valor de orden de corriente 311 ajusta el valor de orden de corriente de eje q I_q^* a un valor negativo. En este caso, el valor de orden de corriente de eje q I_q^* puede determinarse de acuerdo con el estado de carga (SOC) y la tensión de batería VB proporcionados a partir del controlador de batería 200. Además, durante la rotación a alta velocidad, el valor de orden de corriente de eje d I_d^* puede ajustarse en un valor negativo para realizar el control de debilitamiento de campo.

35 La parte de ajuste de cantidad de regeneración 340 ajusta una corriente regenerativa máxima cuando la apertura de acelerador AO es cero y cuando se detecta una operación de frenado. La corriente regenerativa es una corriente (la corriente de batería) que realmente vuelve a y se usa para cargar la batería 6 y la corriente regenerativa máxima es el valor máximo de la misma. Aunque existe una correlación entre la corriente regenerativa y el valor de orden de corriente, éstas no coinciden necesariamente. Específicamente, cuando la apertura de acelerador AO es cero y el sensor de freno 302 está detectando que no hay ninguna operación de frenado, la parte de ajuste de cantidad de regeneración 340 ajusta la corriente regenerativa máxima a un primer valor fijo. Además, cuando el sensor de freno 302 detecta que hay una operación de frenado, la parte de ajuste de cantidad de regeneración 340 ajusta la corriente regenerativa máxima en un segundo valor fijo que es mayor que el primer valor fijo. Además, cuando el grado de apertura de acelerador AO no es cero, la parte de ajuste de cantidad de regeneración 340 ajusta la corriente regenerativa máxima en cero. Cuando la parte de ajuste de cantidad de regeneración 340 ajusta la corriente regenerativa máxima, la parte de cálculo de valor de orden de corriente 311 ajusta el valor de orden de corriente de eje q I_q^* y el valor de orden de corriente de eje d I_d^* de tal manera que la corriente regenerativa es no mayor que (o menor que) la corriente regenerativa máxima que se ajusta.

50 La parte de cálculo de valor de orden de corriente 311 emite el valor de orden de corriente de eje q I_q^* a la parte de cálculo de diferencia de corriente de eje q 313 y emite el valor de orden de corriente de eje d I_d^* a la parte de cálculo de diferencia de corriente de eje d 314. Un valor de corriente de eje q real I_q que fluye en realidad a través del motor eléctrico 5 se suministra desde la parte de conversión de coordenadas de tres fases/dos fases 317 a la parte de cálculo de diferencia de corriente de eje q 313. La parte de cálculo de diferencia de corriente de eje q 313 calcula un valor de diferencia ($I_q^* - I_q$) entre el valor de corriente de eje q real I_q y el valor de orden de corriente de eje q I_q^* y lo emite a la parte de cálculo PI de eje q 315. Además, un valor de corriente de eje d real I_d que fluye en realidad a través del motor eléctrico 5 se suministra desde la parte de conversión de coordenadas de tres fases/dos fases 317 a la parte de cálculo de diferencia de corriente de eje d 314. La parte de cálculo de diferencia de corriente de eje d 314 calcula un valor de diferencia ($I_d^* - I_d$) entre el valor de corriente de eje d real I_d y el valor de orden de corriente de eje d I_d^* y lo emite a la parte de cálculo PI de eje d 316.

La parte de conversión de coordenadas de tres fases/dos fases 317 realiza la conversión de coordenadas de la corriente de fase U real I_u , la corriente de fase V real I_v y la corriente de fase W real I_w emitidas por el circuito de

detección de corriente 354 para calcular el valor de corriente de eje q real I_q y el valor de corriente de eje d real I_d . Es decir, la parte de conversión de coordenadas de tres fases/dos fases 317 realiza una conversión de coordenadas del sistema de coordenadas UVW, que es un sistema de coordenadas fijo de tres fases, al sistema de coordenadas dq, que es un sistema de coordenadas de rotación de dos fases. Para esta conversión de coordenadas, la parte de conversión de coordenadas de tres fases/dos fases 317 usa el ángulo eléctrico θ calculado por la parte de cálculo de ángulo eléctrico 318.

La parte de cálculo PI de eje q 315 realiza un cálculo integral proporcional basándose en el valor de diferencia ($I_q^* - I_q$) para calcular una cantidad de control de tal manera que el valor de corriente de eje q real I_q sigue al valor de orden de corriente de eje q I_q^* . Del mismo modo, la parte de cálculo PI de eje d 316 realiza un cálculo integral proporcional basándose en el valor de diferencia ($I_d^* - I_d$) para calcular una cantidad de control de tal manera que el valor de corriente de eje d real I_d sigue al valor de orden de corriente de eje d I_d^* . Las cantidades de control que se calculan de este modo se emiten a la parte de cálculo de valor de control de tensión 319 y se convierten en un valor de orden de tensión de eje q V_q^* y en un valor de orden de tensión de eje d V_d^* en la parte de cálculo de valor de orden de tensión 319.

El valor de orden de tensión de eje q V_q^* y el valor de orden de tensión de eje d V_d^* se emiten a una parte de conversión de coordenadas de tres fases/dos fases 320. La parte de conversión de coordenadas de tres fases/dos fases 320 usa el ángulo eléctrico θ calculado por la parte de cálculo de ángulo eléctrico 318 para convertir el valor de orden de tensión de eje q V_q^* y el valor de orden de tensión de eje d V_d^* en unos valores de orden de tensión V_U^* , V_V^* , y V_W^* de las tres fases. Es decir, la parte de conversión de coordenadas de tres fases/dos fases 320 ejecuta una conversión de coordenadas a partir del sistema de coordenadas dq, que es un sistema de coordenadas de rotación de dos fases, al sistema de coordenadas UVW, que es un sistema de coordenadas fijo de tres fases. Los valores de orden de tensión V_U^* , V_V^* , y V_W^* de las tres fases se suministran a la parte de generación de señal de accionamiento 321. La parte de generación de señal de accionamiento 321 emite unas señales de control de trabajo (las señales de control PWM) que están de acuerdo con los valores de orden de tensión V_U^* , V_V^* , y V_W^* al circuito de accionamiento de conmutador 281. El accionamiento de activación/desactivación de los elementos de conmutación Sw1 a Sw6 del circuito de accionamiento de motor 350 se realiza de este modo, de acuerdo con la relación de trabajo. La energía eléctrica de accionamiento se suministra de este modo a las tensiones que están de acuerdo con los valores de orden de tensión V_U^* , V_V^* , y V_W^* para el motor eléctrico 5.

A continuación se describirá un sistema de control del motor de accionamiento 111 del dispositivo de accionamiento de estator 79. La parte de cálculo de entrehierro de destino 322 calcula una posición de destino del segundo estator 87. Más específicamente, se calcula un valor de destino (entrehierro de destino) G^* del entrehierro G entre los primeros dientes 88 del primer estator 86 y los segundos dientes 94 del segundo estator 87. El entrehierro G en la primera posición (véase la figura 8A) en la que los primeros dientes 88 y los segundos dientes 94 se enfrentan entre sí en ángulo recto se define como 0 %, y el entrehierro G en la segunda posición (véase la figura 8B) en la que los primeros dientes 88 y los segundos dientes 94 están separados lo máximo posible se define como 100 %. El entrehierro real G y el entrehierro destino G^* toman valores de 0 % a 100 %. En la presente realización preferida, el control se realiza de tal manera que el entrehierro G y el entrehierro destino G^* toman valores que cambian de una manera escalonada a partir de 0 % hasta 100 % (por ejemplo, a intervalos de 10 %). Obviamente, el entrehierro G y el entrehierro destino G^* pueden tomar valores que cambien de manera continua desde 0 % a 100 %.

Por ejemplo, la velocidad de rotación n del motor eléctrico 5 calculada por la parte de cálculo de velocidad de rotación 312, el valor de orden de corriente de eje q I_q^* calculado por la parte de cálculo de valor de orden de corriente 311, la tensión VB de la batería 6 y el entrehierro real G calculado por la parte de cálculo de entrehierro real 326 se introducen en la parte de cálculo de entrehierro de destino 322. Basándose en la información de entrada, la parte de cálculo de entrehierro de destino 322 calcula el entrehierro de destino G^* y la emite a la parte de cálculo de diferencia de entrehierro 323. Además, inmediatamente después de que se realice una operación de abrir el conmutador principal 17, la parte de cálculo de entrehierro de destino 322 ajusta el entrehierro de destino G^* a 0 %. Esto se realiza en preparación para generar un gran par motor que se necesita en el inicio de la marcha del vehículo eléctrico de dos ruedas 1. Además, cuando se realiza una operación de cerrar el conmutador principal 17, la parte de cálculo de entrehierro de destino 322 ajusta el entrehierro de destino G^* a 100 %. Esto se realiza para evitar que el motor eléctrico 5 se cargue mucho al caminar mientras se empuja el vehículo eléctrico de dos ruedas 1.

La parte de cálculo de diferencia de entrehierro 323 calcula un valor de diferencia ($G^* - G$) entre el entrehierro destino G^* y el entrehierro real G calculada por la parte de cálculo de entrehierro real 326, y emite el valor a la parte de cálculo de PI de entrehierro 324. La parte de cálculo de PI de entrehierro 324 realiza un cálculo integral proporcional basándose en el valor de diferencia ($G^* - G$) y calcula una cantidad de control de tal manera que el entrehierro real G sigue al entrehierro de destino G^* . La parte de generación de señal de accionamiento 325 emite unas señales de accionamiento (las señales PWM) de una relación de trabajo que están de acuerdo con el resultado del cálculo al circuito de accionamiento de estator 282.

El circuito de accionamiento de estator 282 está conectado a la batería 6 y puede ser, por ejemplo, un circuito de

puente H que incluye cuatro elementos de conmutación compuestos MOSFET. Las señales de accionamiento de la parte de generación de señal de accionamiento 325 se introducen en las puertas de los elementos de conmutación respectivos. El accionamiento de activación/desactivación de los elementos de conmutación respectivos se realiza de este modo y la energía eléctrica de accionamiento se suministra al motor de accionamiento 111 a las tensiones
 5 que están de acuerdo con la relación de trabajo. El motor de accionamiento 111 gira en una dirección de rotación hacia delante o en una dirección de rotación inversa de acuerdo con la dirección de suministro de corriente al motor de accionamiento 111.

La parte de cálculo de entrehierro real 326 calcula el entrehierro G basándose en la señal de salida del sensor de posición de campo magnético 129a del dispositivo de accionamiento de estator 79 y la emite a la parte de cálculo de entrehierro de destino 322.

La parte de procesamiento de cortocircuito/liberación 330 ejecuta un cortocircuito de tres fases, por el que se cortocircuitan los terminales de las tres fases del motor eléctrico 5, y realiza una liberación del estado de cortocircuito de tres fases. La parte de procesamiento de cortocircuito/liberación 330 ejecuta el cortocircuito de tres fases cuando se cumplen las condiciones de cortocircuito previstas basándose en una información tal como la velocidad de rotación n calculada por la parte de cálculo de velocidad de rotación 312, la tensión VB de la batería, etc. Además, la parte de procesamiento de cortocircuito/liberación 330 libera el estado de cortocircuito de tres fases cuando se cumplen las condiciones de liberación previstas cuando el motor eléctrico 5 está en el estado de cortocircuito de tres fases. En la ejecución del cortocircuito de tres fases, la parte de procesamiento de cortocircuito/liberación 330 proporciona, a la parte de generación de señal de accionamiento 321, una orden para poner los elementos de conmutación de brazo inferior Sw2, Sw4, y Sw6 de todos los circuitos de fase 351, 352 y 353 del circuito de accionamiento de motor 350 en el estado de encendido. También en la liberación del estado de cortocircuito de tres fases, la parte de procesamiento de cortocircuito/liberación 330 proporciona, a la parte de generación de señal de accionamiento 321, una orden para poner los elementos de conmutación de brazo inferior Sw2, SW4 y Sw6 de todos los circuitos de fase 351, 352 y 353 del circuito de accionamiento de motor 350 en el estado de desactivado. Los detalles de estos procesos se describirán más tarde.

El estado de cortocircuito de tres fases es el estado en el que todos los elementos de conmutación de brazo inferior Sw2, Sw4 y Sw6, el circuito de fase U 351, el circuito de fase V 352, y el circuito de fase W 353 del circuito de accionamiento de motor 350 están abiertos. En este estado, los terminales de las bobinas de fase U 5U, de las bobinas de fase V 5V, y de las bobinas de fase W 5W del motor eléctrico 5 están cortocircuitadas y la energía eléctrica generada por la rotación del rotor 81 se consume térmicamente por las bobinas 5U, 5V y 5W. Es decir, la corriente regenerativa devuelta desde el motor eléctrico 5 a la batería 6 es cero.

En el estado de cortocircuito de tres fases, la corriente que fluye a través del motor eléctrico 5 impide la rotación del motor eléctrico 5. Es decir, el motor eléctrico 5 genera un par motor de frenado y este par motor de frenado actúa en el vehículo eléctrico de dos ruedas 1. Un par motor de frenado, que está de acuerdo con la corriente regenerativa, se genera también cuando se realiza la operación de regeneración de volver la corriente generada por el motor eléctrico 5 a la batería 6. El primer valor fijo ajustado por la parte de ajuste de cantidad de regeneración 340 corresponde a la corriente regenerativa que genera un par motor de frenado equivalente al par motor de frenado generado por el motor eléctrico 5 en el estado de cortocircuito de tres fases.

La figura 11 es un ejemplo de un esquema de referencia para el valor de corriente de límite superior de eje q $I_{q_{max}}$ que es el valor límite superior del valor de orden de corriente de eje q I_q^* . La parte de cálculo de valor de orden de corriente 311 determina el valor de corriente de límite superior de eje q $I_{q_{max}}$ basándose en este esquema de referencia y calcula el valor de orden de corriente de eje q I_q^* ($=I_{q_{max}} \times AO/100$) basándose en el valor de corriente de límite superior de eje q $I_{q_{max}}$. El esquema de referencia se usa para ajustar el valor de corriente de límite superior de eje q $I_{q_{max}}$ basándose en la velocidad de rotación n del motor eléctrico 5 y el entrehierro G. El valor de corriente de límite superior de eje q $I_{q_{max}}$ se ajusta de acuerdo con las diferentes curvas de referencia para los casos en los que el entrehierro G = 0 %, 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 %, 60 %, 70 %, 80 %, 90 % y 100 %.

Las curvas de referencia incluyen un conjunto de curvas de referencia de alimentación con las que el valor de corriente de límite superior de eje q $I_{q_{max}}$ se ajusta en un valor no menor que 0 y un conjunto de curvas de referencia de regeneración con las que el valor de corriente de límite superior de eje q $I_{q_{max}}$ se ajusta en un valor no mayor que 0. El conjunto de curvas de referencia de alimentación se referencia en una operación de alimentación en la que se hace que el motor eléctrico 5 actúe como un motor y la fuerza de accionamiento se transmita a la rueda trasera 4. El conjunto de curvas de referencia de regeneración se referencia en una operación de regeneración en la que se hace que el motor eléctrico 5 actúe como un generador de energía eléctrica y la corriente regenerativa generada por el motor eléctrico 5 que se hace girar por una fuerza de accionamiento transmitida desde la rueda trasera 4 se suministra a la batería 6.

Cada una de las curvas de referencia (las curvas de referencia de alimentación) del conjunto de curvas de referencia de alimentación se ajusta para proporcionar unas características de tal manera que el valor de corriente de límite

superior de eje q $I_{q_{max}}$ es un valor fijo hasta que la velocidad de rotación n del motor eléctrico 5 alcanza un valor previsto y se disminuye el valor de corriente de límite superior de eje q $I_{q_{max}}$ de acuerdo con el aumento de la velocidad de rotación n en una región que supera el valor previsto. A mayor entrehierro G, más débil será el campo magnético del estator 87 y por lo tanto más se suprime la tensión inducida y mayor será la velocidad de rotación posible.

La curva de referencia de alimentación para el entrehierro G = 100 % se ajusta a las características que se extienden a una región de alta velocidad. Esto es debido al valor de orden de corriente de eje d I_{d^*} que se ajusta en un valor negativo para realizar el control de debilitamiento de campo cuando el entrehierro G = 100 % y una región en la que puede suministrarse la corriente de eje q se amplía. La presente realización preferida está dispuesta de tal manera que cuando el entrehierro G < 100 % y el valor de orden de corriente de eje d $I_{d^*} = 0$, el control de debilitamiento de campo no se realiza. El control de debilitamiento de campo puede realizarse también cuando el entrehierro G < 100 %.

Por otra parte, cada una de las curvas de referencia (las curvas de referencia de regeneración) del conjunto de curvas de referencia de regeneración se ajusta para proporcionar unas características de tal manera que el valor de corriente de límite superior de eje q $I_{q_{max}}$ es un valor fijo hasta que la velocidad de rotación n del motor eléctrico 5 alcanza un valor previsto y el valor de corriente de límite superior de eje q $I_{q_{max}}$ se aumenta (disminuye en valor absoluto) de acuerdo con el aumento de la velocidad de rotación n en una región que supera el valor previsto.

Durante la operación de regeneración, el valor de orden de corriente de eje q I_{q^*} se ajusta de tal manera que el valor absoluto del mismo no es más que el valor absoluto del valor de corriente de límite superior de eje q $I_{q_{max}}$. A mayor entrehierro G, más débil será el campo magnético del estator 87 y por lo tanto más se suprime la tensión inducida y se obtiene una corriente regenerada apropiada incluso cuando la velocidad de rotación es elevada.

La curva de referencia de regeneración del entrehierro G = 100 % se ajusta a las características que se extienden a la región de alta velocidad. Esto es debido al valor de orden de corriente de eje d I_{d^*} que se ajusta en un valor negativo para realizar el control de debilitamiento de campo cuando el entrehierro G = 100 % y una región en la que puede suministrarse la corriente de eje q se amplía. La presente realización preferida está dispuesta de tal manera que cuando el entrehierro G < 100 % y el valor de orden de corriente de eje d $I_{d^*} = 0$, el control de debilitamiento de campo no se realiza. El control de debilitamiento de campo puede realizarse también cuando el entrehierro G < 100 %.

En la figura 11, se muestra también una curva de referencia de límite de baja velocidad L para limitar el valor de orden de corriente de eje d I_{q^*} en una región de rotación de baja velocidad del motor eléctrico 5. Cuando en el caso en que la velocidad de rotación n del motor eléctrico 5 no es más que un umbral de velocidad de rotación previsto n1, el valor de orden de corriente de eje d I_{q^*} determinado basándose en una curva de referencia de regeneración cae por debajo de un valor límite en la curva de referencia de límite de baja velocidad L, el valor de orden de corriente de eje d I_{q^*} se corrige al valor límite. La curva de referencia de límite de baja velocidad L tiene unas características de disminuir en valor absoluto cuando la velocidad de rotación n disminuye y se convierte en cero en una región de baja velocidad extrema no más que un umbral de baja velocidad prevista n2 (o por debajo del umbral de baja velocidad n2). La velocidad de rotación n es proporcional a la velocidad de rotación de la rueda trasera 4 y es por lo tanto proporcional a la velocidad de vehículo del vehículo eléctrico de dos ruedas 1. La velocidad de rotación n calculada por la parte de cálculo de velocidad de rotación 312 (véase la figura 10) corresponde de este modo a la velocidad del vehículo. El umbral de velocidad de rotación n1 corresponde, por ejemplo, a aproximadamente 25 km/h en términos de velocidad de vehículo del vehículo eléctrico de dos ruedas 1. Además, el umbral de baja velocidad n2 corresponde, por ejemplo, a aproximadamente 6 km/h en términos de velocidad de vehículo del vehículo eléctrico de dos ruedas 1. Por lo tanto, cuando el vehículo eléctrico de dos ruedas 1 está desplazándose a una velocidad baja, la corriente regenerativa se suprime y en consecuencia el par motor de frenado generado por el motor eléctrico 5 se debilita. Por consiguiente, puede suprimirse una sensación de frenado durante el desplazamiento a baja velocidad y puede obtenerse una sensación de montar satisfactoria.

La figura 12 es un ejemplo de un esquema de referencia para el valor de corriente de límite superior de eje d $I_{d_{max}}$ que es el valor de orden de corriente de eje d I_{d^*} y para un valor de corriente de límite inferior de eje d $I_{d_{min}}$ que es el valor de límite inferior del mismo. La parte de cálculo de valor de orden de corriente 311 determina el valor de corriente de límite superior de eje d $I_{d_{max}}$ y el valor de corriente de límite inferior de eje d $I_{d_{min}}$ basándose en este esquema de referencia, y calcula el valor de orden de corriente de eje d I_{d^*} basándose en el valor de corriente de límite superior de eje d $I_{d_{max}}$ y en el valor de corriente de límite inferior de eje d $I_{d_{min}}$.

El presente esquema de referencia se usa para ajustar el valor de corriente de límite superior de eje d $I_{d_{max}}$ y el valor de corriente de límite inferior de eje d $I_{d_{min}}$ basándose en la velocidad de rotación n del motor eléctrico 5. Más específicamente, el esquema de referencia incluye una curva de límite superior de eje d para ajustar el valor de corriente de límite superior de eje d $I_{d_{max}}$ basándose en la velocidad de rotación n y una curva de límite inferior de eje d para ajustar el valor de corriente de límite inferior de eje d $I_{d_{min}}$ basándose en la velocidad de rotación n. Ambas curvas se ajustan en una región en la que $I_d < 0$. El valor de orden de corriente de eje d I_{d^*} se ajusta en un

valor entre la curva de límite superior de eje d ($I_{d_{max}}$) y la curva de límite inferior de eje d ($I_{d_{min}}$).

La curva de límite superior de eje d ($I_{d_{max}}$) expresa un valor de corriente de eje d con el que puede maximizarse el valor absoluto del valor de corriente de eje q I_q (por ejemplo, a 100 amperios) debilitando el campo magnético. La curva de límite superior de eje d ($I_{d_{max}}$) se determina para que tome un valor significativo (un valor negativo) en una región no menor que un valor previsto de la velocidad de rotación n y para disminuya (aumente en valor absoluto) de acuerdo con el aumento de la velocidad de rotación n . La curva de límite inferior de eje d ($I_{d_{min}}$) expresa un valor de corriente de eje d de un valor absoluto mínimo por el que la corriente de eje q I_q puede controlarse como un valor significativo. La curva de límite inferior de eje d ($I_{d_{min}}$) se determina para que tome un valor significativo (un valor negativo) en una región no menor que un valor previsto de la velocidad de rotación n y para disminuya (aumente en valor absoluto) de acuerdo con el aumento de la velocidad de rotación n . Ajustando el valor de la corriente de eje d en un valor entre la curva de límite superior de eje d ($I_{d_{max}}$) y la curva de límite inferior de eje d ($I_{d_{min}}$), puede obtenerse un efecto equivalente a debilitar el campo magnético. Es decir, durante la operación de alimentación, el motor eléctrico 5 puede hacerse girar a alta velocidad, y, durante la operación de regeneración, puede evitarse una tensión de inducción excesiva incluso durante la rotación de alta velocidad.

La figura 13 muestra un ejemplo de un esquema de entrehierro de destino referenciado por la parte de cálculo de entrehierro de destino 322. La parte de cálculo de entrehierro de destino 322 puede estar dispuesta para ajustar el entrehierro de destino G^* haciendo referencia a este esquema de entrehierro de destino. En el presente ejemplo, el entrehierro de destino G^* se ajusta de acuerdo con el valor absoluto $|I_q^*|$ del valor de orden de corriente de eje q I_q^* y la velocidad de rotación n del motor eléctrico 5. El esquema de entrehierro de destino tiene una pluralidad de curvas de entrehierro de destino que corresponden respectivamente a los casos en los que el valor absoluto $|I_q^*|$ del valor de orden de corriente de eje q es igual a 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, y 100 (amperios). Cada curva de entrehierro de destino se ajusta en unas características de tal manera que el entrehierro de destino $G^* = 0\%$ hasta que la velocidad de rotación n del motor eléctrico 5 alcanza un cierto valor y de tal manera que en una región no menor que el valor determinado, el entrehierro de destino G^* aumenta a medida que aumenta la velocidad de rotación n . El campo magnético del estator 87 se hace de este modo fuerte durante la rotación de baja velocidad y el campo magnético del estator 87 se debilita durante la rotación de alta velocidad. Además, las características se ajustan de tal manera que cuanto mayor sea el valor absoluto $|I_q^*|$ del valor de orden de corriente de eje q I_q^* , mayor será el entrehierro de destino G^* ajustado para una baja velocidad de rotación n .

La figura 14 muestra un ejemplo de un esquema de umbral de cortocircuito referenciado por la parte de procesamiento de cortocircuito/liberación 330. La parte de procesamiento de cortocircuito/liberación 330 compara la velocidad de rotación del motor eléctrico 5 y un umbral de cortocircuito y determina si se ejecuta o no el cortocircuito de tres fases basándose en el resultado de la comparación. El esquema de umbral de cortocircuito ajusta el umbral de cortocircuito. El esquema de umbral de cortocircuito mostrado en la figura 14 se ajusta de tal manera que el umbral de cortocircuito se cambia de acuerdo con el entrehierro G entre el estator primero y segundo 86 y 87 en el estator 87. Cuanto mayor es el entrehierro G , mayor es el umbral de cortocircuito. Esto se debe a que el entrehierro G aumenta, el campo magnético se debilita y la tensión de inducción disminuye.

En la figura 14, se muestran las curvas que expresan la variación del umbral de cortocircuito para los casos en los que la tensión de batería VB es de 46 V y 54 V. Es decir, el umbral de cortocircuito puede fijarse para variar de acuerdo con la tensión de batería VB. Cuanto mayor sea la tensión de batería VB, mayor será la tensión de inducción tolerada, y el umbral de cortocircuito se desplaza en consecuencia hacia el lado de alta velocidad de rotación. Los umbrales de cortocircuito difieren en gran medida para el caso en el que el entrehierro G es 90 % y en el caso en el que el entrehierro G es 100 % debido a que se realice o no se realice el control de debilitamiento de campo. Es decir, cuando el entrehierro $G = 100\%$, el valor de orden de corriente de eje d I_d^* se ajusta en un valor significativo para realizar el control de debilitamiento de campo y por lo tanto se suprime adicionalmente la tensión de inducción y se tolera un umbral de cortocircuito más alto.

La figura 15 es un diagrama de flujo para describir un proceso de evaluación de ejecución de cortocircuito realizado por la parte de procesamiento de cortocircuito/liberación 330. La parte de procesamiento de cortocircuito/liberación 330 (la CPU 280) ejecuta de manera repetida el proceso de evaluación de ejecución de cortocircuito en cada ciclo de control predeterminado. La parte de procesamiento de cortocircuito/liberación 330 primero evalúa si el estado actual es o no el estado de cortocircuito de tres fases (etapa S1).

Si el estado actual no es el estado de cortocircuito de tres fases (etapa S1: NO), la parte de procesamiento de cortocircuito/liberación 330 evalúa si la velocidad de rotación n del motor eléctrico 5 supera o no un umbral de cortocircuito A (véase la figura 14) ($n > A$) (etapa S2). Esta evaluación puede sustituirse por una evaluación de si la velocidad de rotación n es menor o no que el umbral de cortocircuito A ($n \geq A$). Si la velocidad de rotación n supera el umbral de cortocircuito A (o no es menor que el umbral de cortocircuito A), la parte de procesamiento de cortocircuito/liberación 330 genera una solicitud de ejecución de cortocircuito de tres fases (etapa S6). Es decir, cuando la velocidad de rotación n del motor eléctrico S es alta y existe una posibilidad de que se aplique una gran tensión a la batería 6, se ejecuta el cortocircuito de tres fases. La batería 6 se protege de este modo.

Si la velocidad de rotación n no supera el umbral de cortocircuito A (o es menor que el umbral de cortocircuito A), la parte de procesamiento de cortocircuito/liberación 330 referencia la información proporcionada a través de la línea de comunicaciones 190 desde el controlador de batería 200 (etapa S3). Más específicamente, se comprueba si se proporciona o no una orden de regeneración desde el controlador de batería 200. Se comprueba además si está en curso o no la carga de la batería 6. Si no se proporciona la orden de regeneración y la carga está en curso (etapa S3: S1), la parte de procesamiento de cortocircuito/liberación 330 genera la solicitud de ejecución de cortocircuito de tres fases (etapa S6). Aunque la evaluación en la etapa S3 no es en general positiva, hay una posibilidad de que la evaluación en la etapa S3 sea positiva debido a un retraso de control, por ejemplo, durante una aceleración súbita, una desaceleración súbita, una rotación sin carga (cuando se hace girar la rueda trasera inútilmente en un estado en el que se despliega una pata de cabra), etc.

Si la evaluación en la etapa S3 es negativa, la parte de procesamiento de cortocircuito/liberación 330 evalúa adicionalmente si la tensión de batería VB supera o no una tensión umbral de cortocircuito B ($VB > B$) (etapa S4). Esta evaluación puede sustituirse por una evaluación de si la tensión de batería VB es menor o no que la tensión umbral de cortocircuito B ($VB \geq B$). Si la evaluación en la etapa S4 es positiva, la parte de procesamiento de cortocircuito/liberación 330 genera la solicitud de ejecución de cortocircuito de tres fases (etapa S6). El suministro de la corriente regenerativa a la batería 6 puede evitarse de este modo cuando la batería 6 está en un estado cercano a completamente cargada. La tensión umbral de cortocircuito B puede ser el valor de tensión de batería cuando la batería está cargada hasta el límite de carga o puede ser un valor ligeramente menor que el límite de carga.

Si la etapa de evaluación S4 es negativa, la parte de procesamiento de cortocircuito/liberación 330 adicional evalúa si hay o no asignación para controlar la corriente de motor (etapa S5). Específicamente, cuando la parte de generación de señal de accionamiento 321 está generando las señales de accionamiento de una relación de trabajo del 100 % y la diferencia de corriente de eje q ($Iq^* - Iq$) es un valor negativo, se evalúa que no hay una asignación de control y de otro modo, se evalúa que hay una asignación de control. Si la evaluación en la etapa S5 es positiva, la parte de procesamiento de cortocircuito/liberación 330 genera la solicitud de ejecución de cortocircuito de tres fases (etapa S6). La velocidad de rotación n del motor eléctrico 5 puede de este modo mantenerse dentro de un intervalo apropiado, y puede inducirse una restauración a un estado normal con una asignación de control. Si la evaluación en la etapa S5 es negativa, el proceso de evaluación de cortocircuito de tres fases en el ciclo de control actual se termina.

Las condiciones evaluadas en las etapas S2 a S5 son ejemplos de condiciones (condiciones de cortocircuito) para ejecutar un cortocircuito de tres fases. En la presente realización preferida, la solicitud de ejecución de cortocircuito de tres fases se genera cuando se cumple al menos una de las condiciones de cortocircuito. Sin embargo, pueden omitirse una o dos o más de las condiciones de cortocircuito. Por ejemplo, puede evaluarse solo la condición de cortocircuito en relación con la velocidad de rotación n (etapa S2). También, pueden usarse solo las dos condiciones de cortocircuito de la condición de cortocircuito en relación con la velocidad de rotación n (etapa S2) y la condición de cortocircuito en relación con la tensión de batería VB (etapa S5).

Por otra parte, si el estado actual es el estado de cortocircuito de tres fases (etapa S1: S1), se realiza la evaluación de liberación de cortocircuito de tres fases (etapa S7 a S10).

Específicamente, la parte de procesamiento de cortocircuito/liberación 330 evalúa si la velocidad de rotación n del motor eléctrico 5 es menor o no que un umbral de liberación A' ($= A - \alpha$; en el que α es una constante no menor que 0; por ejemplo, α es aproximadamente 500 rpm) (stepS7). Esta evaluación puede sustituirse por una evaluación de si la velocidad de rotación n es mayor o no que el umbral de liberación de A' ($n < A'$). Ajustando de tal manera que $A > A'$ ($\alpha > 0$), puede proporcionarse una característica de histéresis en la ejecución y en la liberación del cortocircuito de tres fases, y de este modo puede estabilizarse el control.

Además, la parte de procesamiento de cortocircuito/liberación 330 evalúa si la velocidad de rotación n del motor eléctrico 5 es menor o no que la velocidad de rotación n_i cuando se inició el cortocircuito de tres fases ($n < n_i$) (etapa S8). Esta evaluación puede sustituirse por una evaluación de si la velocidad de rotación n es mayor o no que la velocidad de rotación n_i cuando se inició el cortocircuito de tres fases ($n \leq n_i$).

Además, la parte de procesamiento de cortocircuito/liberación 330 evalúa si la tensión VB de la batería 6 es menor o no que una tensión umbral de liberación B' ($= B - \beta$; en la que β es una constante mayor que 0; por ejemplo, β es aproximadamente 1 V) ($VB < B'$) (etapa S9). Esta evaluación puede sustituirse por una evaluación de si la tensión VB de la batería 6 es o no mayor que la tensión umbral de liberación B' ($VB \leq B'$). Ajustando de tal manera que $B > B'$ ($\beta > 0$), puede proporcionarse una característica de histéresis en la ejecución y en la liberación del cortocircuito de tres fases y de este modo puede estabilizarse el control.

Además, la parte de procesamiento de cortocircuito/liberación 330 evalúa si la región de control actual es o no una región de control (región sin Id necesaria) en la que no se necesita un control de debilitamiento de campo (etapa S10). Una región de control en la que no se necesita el control de debilitamiento de campo es una región en la que

el valor de orden de corriente de eje d I_d^* se mantiene a cero. Más específicamente, en cada una de las curvas de referencia de alimentación mostradas en la figura 11, además de que para el entrehierro G que es un 100 %, la región de velocidad de rotación no mayor que la velocidad de rotación n en la que el valor de corriente de límite superior de eje q $I_{q_{max}}$ es cero es una región de control en la que no se necesita un control de debilitamiento de campo. De este modo, basándose en el entrehierro G y en la velocidad de rotación n se evalúa si es necesario o no el control de debilitamiento de campo.

Si la evaluación en cualquiera de las etapas S7 a S10 es negativa, el proceso de evaluación de cortocircuito de tres fases en el ciclo de control actual se termina. Por otro lado, si las evaluaciones en todas las etapas S7 a S10 son positivas, la parte de procesamiento de cortocircuito/liberación 330 genera la solicitud de liberación de cortocircuito de tres fases (etapa S11).

Las condiciones evaluadas en las etapas S7 a S10 son ejemplos de condiciones (condiciones de liberación) para liberar el cortocircuito de tres fases. En la presente realización preferida, la solicitud de liberación de cortocircuito de tres fases se genera cuando se cumplen todas las condiciones de liberación dadas como ejemplo. Sin embargo, puede omitirse una o dos o más de las condiciones de cortocircuito. Por ejemplo, puede evaluarse solo la condición de liberación en relación con la velocidad de rotación n (etapa S7). También, pueden usarse solo las dos condiciones de liberación de la condición de liberación en relación con la velocidad de rotación n (etapa S7) y la condición de liberación en relación con la tensión de batería VB (etapa S9).

La figura 16 es un diagrama de flujo para describir el proceso cortocircuito de tres fases y el proceso de liberación del mismo. Este proceso se ejecuta de manera repetida por la parte de procesamiento de cortocircuito/liberación 330 (CPU 280) en cada ciclo de control predeterminado.

La parte de procesamiento de cortocircuito/liberación 330 determina si existe o no una solicitud de ejecución de cortocircuito de tres fases (etapa S21). Si hay una solicitud de ejecución de cortocircuito de tres fases (etapa S21: SI), la parte de procesamiento de cortocircuito/liberación 330 evalúa si se está suministrando o no una corriente al motor eléctrico 5 (etapa S22). Más específicamente, si se está suministrando o no la corriente se evalúa basándose en la relación de trabajo de las señales de accionamiento suministradas al circuito de accionamiento de motor 350. Si la corriente no se está suministrando (etapa S22: NO), la parte de procesamiento de cortocircuito/liberación 330 proporciona una orden de cortocircuito de tres fases a la parte de generación de señal de accionamiento 321 (etapa S24). En respuesta a esto, la parte de generación de señal de accionamiento 321 genera unas señales de accionamiento para mantener los elementos de conmutación de brazo superior Sw1, Sw3 y Sw5 en todos los circuitos de fase 351-353 del circuito de accionamiento de motor 350 en el estado de desactivado y para mantener los elementos de conmutación de brazo inferior Sw2, Sw4 y Sw6 en el estado de activado. El motor eléctrico 5 se pone de esta manera en el estado de cortocircuito de tres fases.

Por otro lado, si se está suministrando corriente al motor eléctrico 5 (etapa S22: SI), la parte de procesamiento de cortocircuito/liberación 330 proporciona una orden de detención de suministro de corriente a la parte de generación de señal de accionamiento 321 y espera un tiempo fijo hasta que el suministro de corriente se detiene en realidad (etapa S23). A partir de entonces, la parte de procesamiento de cortocircuito/liberación 330 proporciona la orden de cortocircuito de tres fases a la parte de generación de señal de accionamiento 321 (etapa S23). Mientras se está suministrando corriente, se está realizando el accionamiento de activación/desactivación de los elementos de conmutación de brazo superior Sw1, Sw3 y Sw5 del circuito de accionamiento de motor 350. Si los elementos de conmutación de brazo inferior Sw2, Sw4 y Sw6 se abren en este estado para realizar un cortocircuito de tres fases, el terminal positivo y el terminal negativo de la batería 6 se cortocircuitan y puede fluir una gran corriente de penetración. Mediante el proceso de la etapa S23, puede evitarse el cortocircuito a través de los terminales de la batería 6 porque el cortocircuito de tres fases puede ejecutarse después de que se cierran completamente los elementos de conmutación de brazo superior Sw1, Sw3 y Sw5.

Si no hay una solicitud de ejecución de cortocircuito de tres fases (etapa S21: NO), la parte de procesamiento de cortocircuito/liberación 330 evalúa si el motor eléctrico 5 está o no en el estado de cortocircuito de tres fases (etapa S25). Si el motor no está en el estado de cortocircuito de tres fases (etapa S25: NO), se finaliza el proceso del ciclo de control actual. Si el motor está en el estado de cortocircuito de tres fases (etapa S25: SI), la parte de procesamiento de cortocircuito/liberación 330 determina si existe o no una solicitud de liberación de cortocircuito de tres fases (etapa S26). Si no hay una solicitud de liberación de cortocircuito de tres fases (etapa S26: NO), se finaliza el proceso del ciclo de control actual. Si hay una solicitud de liberación de cortocircuito de tres fases (etapa S26: SI), se ejecuta el proceso de liberación de cortocircuito de tres fases (etapa S27 a S35).

El proceso de liberación de cortocircuito de tres fases incluye una liberación de cortocircuito de fase U (etapa S27 a S29), una liberación de cortocircuito de fase V (etapa S30 a S32), y una liberación de cortocircuito de fase W (etapa S33 a S35). En la realización preferida presente, la liberación de cortocircuito de fase U, la liberación de cortocircuito de fase V, y la liberación de cortocircuito de fase W se ejecutan en ese orden. Por lo tanto, en primer lugar, el elemento de conmutación de brazo inferior Sw2 del circuito de fase U 351 se conmuta desde el estado activado al

estado desactivado. A continuación, el elemento de conmutación de brazo inferior Sw4 del circuito de fase V 352 se conmuta desde el estado activado al estado desactivado. A partir de entonces, el elemento de conmutación de brazo inferior Sw6 del circuito de fase W 353 se conmuta desde el estado activado al estado desactivado.

5 La liberación de cortocircuito de fase U incluye una evaluación de si la fase U está o no cortocircuitada (etapa S27). Esta evaluación es una evaluación de si el elemento de conmutación de brazo inferior Sw2 del circuito de fase U 351 está o no en el estado activado. Además, la parte de procesamiento de cortocircuito/liberación 330 hace referencia a la corriente de fase U I_U detectada por el circuito de detección de corriente 354 para evaluar si el valor de la corriente de fase U I_U es o no de una dirección que fluye en el motor eléctrico 5 (etapa S28). La "dirección que fluye en" es la
 10 dirección de la corriente que fluye desde los elementos de conmutación de brazo inferior hacia el motor eléctrico 5. La dirección de la corriente que fluye de manera opuesta desde el motor eléctrico 5 hacia el elemento de conmutación de brazo inferior, se la denominará como la "dirección que fluye hacia fuera de" o la "dirección del flujo de salida desde", etc. Por ejemplo, cada una de las corrientes de fase puede expresarse con un signo positivo cuando es la dirección que fluye en el motor eléctrico 5 y puede expresarse con un signo negativo cuando es la
 15 dirección que fluye hacia fuera del motor eléctrico 5. En este caso, la evaluación de la etapa S28 es una evaluación de si la corriente de fase U I_U es o no positiva (o no menor que 0). Si la corriente de fase U I_U es la dirección del flujo de salida del motor eléctrico 5 (etapa S28: NO), se finaliza el proceso del ciclo de control actual. Si la corriente de fase U I_U es la dirección que fluye en el motor eléctrico 5 (etapa S28: SI), la parte de procesamiento de cortocircuito/liberación 330 proporciona una orden de liberación de cortocircuito de fase U a la parte de generación de señal de accionamiento 321 (etapa S29). Por lo tanto, la parte de generación de señal de accionamiento 321 genera la señal de accionamiento para conmutar el elemento de conmutación de brazo inferior Sw2 del circuito de fase U 351 de activado a desactivado. De este modo, se libera el cortocircuito de fase U.

25 La liberación de cortocircuito de fase V (etapa S30 a S32) es similar a la liberación de cortocircuito de fase U. Es decir, la liberación de cortocircuito de fase V incluye una evaluación de si la fase V está o no cortocircuitada (etapa S30). Esta evaluación es una evaluación de si el elemento de conmutación de brazo inferior Sw4 del circuito de fase V 351 está o no en el estado activo. Además, la parte de procesamiento de cortocircuito/liberación 330 hace referencia a la corriente de fase V I_V detectada por el circuito de detección de corriente 354 para evaluar si el valor de la corriente de fase V I_V es o no la dirección que fluye en el motor eléctrico 5 (etapa S31). Esta evaluación puede
 30 ser una evaluación de si la corriente de fase V I_V es o no positiva (o no menor que 0). Si la corriente de fase V I_V es la dirección del flujo de salida del motor eléctrico 5 (etapa S31: NO), se finaliza el proceso del ciclo de control actual. Si la corriente de fase V I_V es la dirección que fluye en el motor eléctrico 5 (etapa S31: SI), la parte de procesamiento de cortocircuito/liberación 330 proporciona una orden de liberación de cortocircuito de fase V a la parte de generación de señal de accionamiento 321 (stepS32). Por lo tanto, la parte de generación de señal de accionamiento 321 genera la señal de accionamiento para conmutar el elemento de conmutación de brazo inferior Sw4 del circuito de fase V 352 de activado a desactivado. De este modo, se libera el cortocircuito de fase V.

Para la liberación de cortocircuito de fase W, la parte de procesamiento de cortocircuito/liberación 330 hace referencia a la corriente de fase W I_W detectada por el circuito de detección de corriente 354 y evalúa si la corriente de fase W I_W que fluye hacia fuera desde el motor eléctrico 5 es o no mayor que un valor previsto (o menor que el
 40 valor previsto) (etapa S33). Cuando se proporciona un signo positivo a un valor de corriente en la dirección que fluye en el motor eléctrico 5, la evaluación de la etapa S33 puede ser una evaluación de si la corriente de fase W I_W es o no menor que un valor previsto negativo. Si la corriente de fase W I_W que fluye hacia fuera desde el motor eléctrico 5 no es mayor que el valor previsto (etapa S33: SI), la parte de procesamiento de cortocircuito/liberación 330 proporciona una orden de liberación de cortocircuito de fase W a la parte de generación de señal de accionamiento 321 (etapa S34). Por lo tanto, la parte de generación de señal de accionamiento 321 genera la señal de accionamiento para conmutar el elemento de conmutación de brazo inferior Sw6 del circuito de fase W 353 de activado a desactivado. De este modo, se libera el cortocircuito de fase W. Si la corriente de fase W I_W que fluye hacia fuera desde el motor eléctrico 5 supera el valor previsto (o no es menor que el valor previsto) (etapa S33: NO), la parte de procesamiento de cortocircuito/liberación 330 evalúa además si el rotor ha girado o no un ángulo de rotación fijo predeterminado (que puede ser un ángulo eléctrico) ya que se ha liberado el cortocircuito de fase V (etapa S35). El ángulo de rotación fijo se ajusta en un valor (por ejemplo, 90 grados) en el que la corriente de fase W I_W que fluye hacia fuera desde el motor eléctrico 5 se estima para que no llegue a ser mayor que el valor previsto desde la liberación del cortocircuito de fase V. Si la rotación se ha realizado mediante solo la velocidad de rotación fija (etapa S35: SI), la parte de procesamiento de cortocircuito/liberación 330 proporciona la orden de liberación de cortocircuito de fase W a la parte de generación de señal de accionamiento 321 (etapa S32). Si la rotación tiene aún
 55 que realizarse mediante el ángulo de rotación fijo (etapa S35: NO), se finaliza el proceso del ciclo de control actual.

60 Las figuras 17A a 17D son diagramas principales para describir los tiempos de liberación de los estados de cortocircuito de las fases respectivas. Como se muestra en la figura 17A, la batería 6 está conectada a un circuito en serie de los elementos de conmutación de brazo superior SwH (Sw1, Sw3, Sw5) y los elementos de conmutación de brazo inferior SwL (Sw2, Sw4, Sw6). Los diodos DH (D1, D3, D5) están conectados en paralelo a los elementos de conmutación de brazo superior SwH, y los diodos DL (D2, D4, D6) están conectados en paralelo a los elementos de conmutación de brazo inferior SwL.

En el estado de cortocircuito, los elementos de conmutación de brazo inferior SwL están en el estado activo, y como se muestra en la figura 17B, una fase de la corriente Im generada de acuerdo con la rotación del rotor 81 cambia en la forma de una onda alterna. Por lo tanto, está presente un periodo (periodo de valor positivo) en el que la corriente de fase Im fluye en las bobinas del motor eléctrico 5 y un periodo (periodo de valor negativo) en el que la corriente de fase Im fluye hacia fuera desde las bobinas del motor eléctrico 5. La corriente de fase Im fluye a través de los elementos de conmutación de brazo inferior SwL en el estado activado y no se dirige hacia la batería 6 desde los elementos de conmutación de brazo superior SwH o los diodos DH. Por lo tanto, la corriente de fase Im se consume térmicamente por las bobinas del motor eléctrico 5.

Cuando se cierran los elementos de conmutación de brazo inferior SwL y el estado de cortocircuito se libera durante un periodo en el que la corriente de fase Im fluye hacia fuera del motor eléctrico 5 (periodo en el que $I_m < 0$), la corriente de fase fluye a través de los diodos DH en el lado de brazo superior y fluye en y se absorbe por la batería 6 como se muestra en la figura 17C.

Por otra parte, cuando se cierran los elementos de conmutación de brazo inferior SwL y el estado de cortocircuito se libera durante un periodo en el que la corriente de fase Im fluye en el motor eléctrico 5 (periodo en el que $I_m > 0$), la corriente de fase fluye a través de los diodos DL en el lado de brazo inferior y fluye en el motor eléctrico 5 como se muestra en la figura 17D. Por lo tanto, la corriente de fase no fluye hacia la batería 6.

Por lo tanto, si se cierran los elementos de conmutación de brazo inferior SwL y el estado de cortocircuito se libera durante un periodo en el que la corriente de fase Im fluye en el motor eléctrico 5 (véase la figura 17D), no se produce una corriente de irrupción porque la corriente regenerativa no fluye en la batería 6. Además, incluso durante el periodo en el que la corriente de fase Im está fluyendo hacia fuera del motor eléctrico 5, si se cierran los elementos de conmutación de brazo inferior SwL y el estado de cortocircuito se libera cuando el valor absoluto de la corriente de fase no es mayor que el valor previsto, puede evitarse el flujo de una gran corriente de irrupción en la batería 6.

Las figuras 18A a 18D son diagramas que describen específicamente la liberación del estado de cortocircuito de tres fases. La figura 18A muestra unas formas de onda de la corriente de fase U I_U , la corriente de fase V I_V , y la corriente de fase W I_W cuando el rotor 81 está girando en el estado de cortocircuito de tres fases. Las corrientes de fase I_U , I_V , e I_W presentan unos cambios de formas sinusoidales que están desplazadas en fase por 120 grados, respectivamente.

El elemento de conmutación de brazo inferior Sw2 del circuito de fase U 351 se conmuta al estado de desactivado en un periodo en el que $I_U > 0$ (o $I_U \geq 0$). Cuando, por ejemplo, el elemento de conmutación de brazo inferior Sw2 del circuito de fase U 351 se desactiva en un ángulo eléctrico de 0 grados, las formas de onda de corriente de fase a partir de entonces serán como se muestran en la figura 18B. La corriente de fase U I_U toma una forma de onda que cambia en un intervalo no menor de 0 ($I_U \geq 0$) y la corriente de fase V I_V y la corriente de fase W I_W toman las formas de onda que cambian en intervalos que abarcan intervalos positivos y negativos. Es decir, la corriente de fase U I_U fluye exclusivamente en la dirección que fluye en el motor eléctrico 5.

A partir de entonces, el elemento de conmutación de brazo inferior Sw4 del circuito de fase V 352 se conmuta al estado de desactivado en un periodo en el que $I_V > 0$ ($I_V \geq 0$). Por ejemplo, cuando después de la conmutación a desconectado del elemento de conmutación de brazo inferior Sw2 del circuito de fase U 351 en un ángulo eléctrico de 0 grados, el elemento de conmutación de brazo inferior Sw4 del circuito de fase V 352 se cierra en un ángulo eléctrico de 90 grados, las corrientes de fase a partir de entonces serán como se muestra en la figura 18C. Tanto la corriente de fase U I_U como la corriente de fase V I_V están de este modo hechas para tomar unas formas de onda que cambian en el intervalo de no menos que 0 ($I_U \geq 0$, $I_V \geq 0$). La corriente de fase W I_W toma una forma de onda que cambia en un intervalo de no más que 0 ($I_W \geq 0$). Es decir, la corriente de fase U I_U y la corriente de fase V I_V fluyen exclusivamente en la dirección que fluye en el motor eléctrico 5, y la corriente de fase W I_W fluye exclusivamente en la dirección que fluye hacia fuera desde el motor eléctrico 5.

A partir de entonces, el elemento de conmutación de brazo inferior Sw6 del circuito de fase W 353 se conmuta al estado de desactivado cuando se satisface $I_W \geq I_{\text{ésima}}$ (o $I_W > I_{\text{ésima}}$, en la que $I_{\text{ésima}}$ es un valor negativo previsto). Por lo tanto, el estado de cortocircuito de la fase W puede liberarse mientras se suprime la corriente de irrupción que fluye en la batería 6. Si no se cumple la condición $I_W \geq I_{\text{ésima}}$ (o $I_W > I_{\text{ésima}}$) antes de que el rotor gire en un ángulo de rotación fijo (por ejemplo, 90 grados como el ángulo eléctrico) después de que se cierre el elemento de conmutación de brazo inferior Sw4 de la fase V, el elemento de conmutación de brazo inferior Sw6 del circuito de fase W 353 se conmuta al estado de desactivado por la fuerza. De este modo se libera el estado de cortocircuito de la fase W. El ángulo de rotación fijo puede ajustarse en un valor angular que se prevé que se alcance en el momento en el que la corriente de fase W $I_W = 0$ después de la liberación del cortocircuito de fase V. La figura 18C muestra las formas de onda de la corriente de fase cuando, después de la conmutación a desactivado de los elementos de conmutación de brazo inferior Sw2 y Sw4 del circuito de fase U 351 y del circuito de fase V 352 en ángulos eléctricos de 0 grados y 90 grados, respectivamente, el elemento de conmutación de brazo inferior Sw6 del circuito de fase W

353 se conmuta a desactivado en un ángulo eléctrico de 180 grados.

5 Como se ha descrito anteriormente, con la presente realización preferida, el controlador de motor 78 incluye un medio de control de cortocircuitos (la CPU 280, la parte de procesamiento de cortocircuito/liberación 330 y las etapas S2 a S6 y S22 a S24) que pone al motor eléctrico 5 en el estado de cortocircuito de tres fases en respuesta al cumplimiento de las condiciones de cortocircuito predeterminadas (etapas S2 a S5). Además, el controlador de motor 78 incluye un medio de control de liberación (la CPU 280, la parte de procesamiento de cortocircuito/liberación 330, y las etapas S7 a S11 y S27 a S34) que libera el estado de cortocircuito de tres fases en respuesta al cumplimiento de las condiciones de liberación predeterminadas (etapas S7 a S10) cuando el motor eléctrico 5 está en el estado de cortocircuito de tres fases. El medio de control de liberación está dispuesto para liberar el estado de cortocircuito de tres fases cerrando el elemento de conmutación de brazo inferior (Sw2, Sw4 o Sw6) de un circuito de fase (351, 352, o 353) en el periodo en el que la corriente que fluye hacia fuera desde la bobina de la fase correspondiente es igual a o menor que el valor previsto ($|I|$ -ésimo). Mediante esta disposición, no se suministra una gran corriente de irrupción a la batería 6 cuando se libera el estado de cortocircuito y puede de este modo protegerse la batería 6.

20 Además, con la disposición preferida presente, las condiciones de cortocircuito incluyen la velocidad de rotación n del motor eléctrico 5 que es igual al umbral de cortocircuito predeterminado A o que supera el umbral de cortocircuito A (etapa S2). Mediante esta disposición, en una situación en la que el motor eléctrico 5 gira a alta velocidad y la tensión inducida se hace de este modo alta, se entra en el estado de cortocircuito de tres fases y se corta el suministro de energía eléctrica a la batería 6. La batería 6 de capacidad limitada que está instalada en el vehículo eléctrico de dos ruedas 1 puede de este modo protegerse.

25 También con la presente realización preferida, las condiciones de liberación incluyen la velocidad de rotación n del motor eléctrico 5 que es igual al umbral de liberación predeterminado A' o que es menor que el umbral de liberación A' (etapa S7). Mediante esta disposición, puede realizarse el suministro de energía eléctrica a la batería 6 (la carga por la corriente regenerativa) cuando la velocidad de rotación n del motor eléctrico 5 es suficientemente baja y la tensión inducida es de un valor adecuado para suministrar energía eléctrica a la batería 6. Además, liberando el estado de cortocircuito de tres fases, puede reiniciarse el control normal con respecto al motor eléctrico 5. Es decir, puede lograrse la restauración al estado en el que se realiza el control de accionamiento del motor eléctrico 5 de acuerdo con la cantidad de operación de mango de acelerador (apertura de acelerador).

35 Además, con la presente realización preferida, las condiciones de liberación incluyen la velocidad de rotación n del motor eléctrico 5 que es igual a la velocidad de rotación n_i a la que se cumplen las condiciones de cortocircuito o que es menor que la velocidad de rotación n_i (etapa S8). De este modo, la batería 6 puede protegerse de manera fiable.

40 También con la presente realización preferida, el controlador de batería 200 tiene la parte de detección de carga 201 para detectar si la batería 6 se está o no cargando y proporciona la orden de regeneración al controlador de motor 78 de acuerdo con el estado de la batería 6. De este modo, el controlador de batería 200 controla la carga/descarga de la batería 6. El controlador de motor 78 incluye un medio de control de regeneración (la CPU 280, la parte de cálculo de valor de orden de corriente 311, y la parte de ajuste de cantidad de regeneración 340) para controlar el circuito de accionamiento de motor 350 para suministrar la corriente regenerativa, generada por el motor eléctrico 5, a la batería 6 de acuerdo con la orden de regeneración del controlador de batería 200. Además, las condiciones de cortocircuito incluyen la parte de detección de carga 201 para detectar que la batería 6 se está cargando a pesar de que la orden de regeneración no se está generando desde el controlador de batería 200 (etapa S3). De este modo, puede evitarse la carga de la batería 6 por una corriente regenerativa involuntaria. De este modo, la batería 6 puede protegerse.

50 Además, con la presente realización preferida, las condiciones de cortocircuito incluyen la tensión de batería VB que es igual a la tensión umbral de cortocircuito predeterminada B o que supera la tensión umbral de cortocircuito B (etapa S4). Mediante esta disposición, la tensión de batería VB no llega a ser demasiado alta y de este modo, la batería 6 puede protegerse.

55 También con la presente realización preferida, la condición de liberación incluye la tensión de batería VB que es igual a la tensión de umbral de liberación predeterminada B' o que es menor que la tensión umbral de liberación B' (etapa S9). Por lo tanto, la batería 6 puede cargarse por la corriente regenerativa cuando la tensión de batería VB es suficientemente baja y puede lograrse una mejora en la eficiencia de utilización de la energía.

60 También con la presente realización preferida, el controlador de motor 78 incluye un medio de evaluación de asignación de control (la CPU 280, la parte de procesamiento de cortocircuito/liberación 330, y la etapa S5) para evaluar si existe o no una asignación para el control de corriente del motor eléctrico 5, y las condiciones de cortocircuito incluyen el medio de evaluación de asignación de control que evalúa que no hay una asignación de control de corriente (etapa S5). El cortocircuito de tres fases se ejecuta de este modo cuando la velocidad de rotación n del motor eléctrico 5 llega a ser tan alta que no hay una asignación de control. Mediante esta disposición,

puede evitarse la carga de la batería 6 por una corriente regenerativa involuntaria. De este modo, la batería 6 puede protegerse.

5 También con la presente realización preferida, el controlador de motor 78 incluye un medio de control de debilitamiento de campo (la CPU 280, y la parte de cálculo de valor de orden de corriente 311) para suministrar la corriente ($I_d < 0$) para debilitar el campo magnético de las bobinas de 5U, 5V, 5W y del motor eléctrico 5. Las condiciones de liberación incluyen que no se cumple la condición de ejecución de debilitamiento de campo (etapa S10). Si el cortocircuito de tres fases se libera cuando se cumple la condición de ejecución de debilitamiento de campo, puede que no haya una asignación de control. Por lo tanto, haciendo que no se cumpla la condición de ejecución de debilitamiento de campo, una condición para liberar el cortocircuito de tres fases, puede evitarse la carga de la batería 6 por una corriente regenerativa involuntaria. De este modo, la batería 6 puede protegerse.

15 Además, con la presente realización preferida, el medio de control de cortocircuitos (la CPU 280 y la parte de procesamiento de cortocircuito/liberación 330) está dispuesto para abrir los elementos de conmutación de brazo inferior Sw2, Sw4, y Sw6 de los circuitos de fase respectiva 351, 352 y 353 en un periodo en el que los elementos de conmutación de brazo superior Sw1, Sw3 y Sw5 de los circuitos de fase correspondientes están cerrados (etapas S22 a S24). De este modo, puede evitarse que fluya una corriente de penetración debida a los elementos de conmutación de brazo superior Sw1, Sw3 y Sw5 y a los elementos de conmutación de brazo inferior Sw2, Sw4 y Sw6 que se activan de manera simultánea y que llegan a cortocircuitarse.

20 Además, con la presente realización preferida, el controlador de motor 78 incluye el circuito de detección de corriente 354 para detectar la corriente de fase U I_U , la corriente de fase V I_V y la corriente de fase W I_W que fluyen, respectivamente, en el circuito de fase U 351, el circuito de fase V 352, y el circuito de fase W 353. El medio de control de liberación (la CPU 280 y la parte de procesamiento de cortocircuito/liberación 330) cierra el elemento de conmutación de brazo inferior Sw2 del circuito de fase U 351 en el periodo en el que la corriente de fase U I_U toma un valor correspondiente a la dirección de introducción en la bobina de fase U 5U (etapas S28 y S29). Además, el medio de control de liberación (la CPU 280 y la parte de procesamiento de cortocircuito/liberación 330) cierra el elemento de conmutación de brazo inferior Sw4 del circuito de fase V 352 en el periodo en el que la corriente de fase V I_V toma un valor que corresponde a la dirección de introducción en la bobina de fase V 5V (etapas S31 y S32).
 25 Además, el medio de control de liberación (la CPU 280 y la parte de procesamiento de cortocircuito/liberación 330) evalúa si la corriente de flujo de salida de la bobina de fase W 5W (correspondiente al valor absoluto de la corriente de fase W I_W si la corriente de fase W I_W es negativa en valor) es o no igual a o menor que el valor previsto ($|I\text{-ésimo}|$) (etapa S33). Si la evaluación en este momento es positiva, se cierra el elemento de conmutación de brazo inferior Sw6 del circuito de fase W (etapa S34). Mediante esta disposición, puede evitarse que fluya una gran corriente de irrupción en la batería 6 y por lo tanto, puede protegerse de manera fiable incluso la batería 6 de pequeña capacidad que está instalada en el vehículo eléctrico de dos ruedas 1.

35 Con la presente realización preferida, la fase U corresponde a la "primera fase" de la presente invención, la fase V corresponde a la "segunda fase" de la presente invención, y la fase W corresponde a la "tercera fase" de la presente invención. El orden en el que se cierran los elementos de conmutación de brazo inferior puede cambiarse de manera arbitraria entre el circuito de fase U 351, el circuito de fase V 352, y el circuito de fase W 353, y por lo tanto, puede ajustarse de manera arbitraria la correspondencia entre la primera fase, la segunda fase y la tercera fase y la fase U, la fase V y la fase W.

45 Por lo tanto, desde otro punto de vista, el medio de control de liberación (la CPU 280 y la parte de procesamiento de cortocircuito/liberación 330) de la presente realización preferida está dispuesto para cerrar, en un periodo en el que cualquiera de las corrientes de fase I_U , I_V , y I_W fluye en la dirección de introducción en el motor eléctrico 5, el elemento de conmutación de brazo inferior del circuito de fase de la fase correspondiente. Además, el medio de control de liberación está dispuesto para cerrar a partir de entonces, en un periodo en el que cualquiera de las corrientes de fase correspondientes a las dos fases restantes fluye en la dirección de introducción en el motor eléctrico 5, el elemento de conmutación de brazo inferior del circuito de fase de la fase correspondiente. El medio de control de liberación está dispuesto para cerrar a partir de entonces el elemento de conmutación de brazo inferior del circuito de fase de la única fase restante cuando la corriente de fase del motor eléctrico 5 correspondiente a la fase indica el flujo de salida de una corriente que es igual o menor que el valor previsto ($|I\text{-ésimo}|$).

50 Además, con la presente realización preferida, después de cerrar el elemento de conmutación de brazo inferior de los circuitos de fase de las dos fases, el medio de control de liberación (la CPU 280 y la parte de procesamiento de cortocircuito/liberación 330) cierra el elemento de conmutación de brazo inferior del circuito de fase correspondiente a la única fase que queda en respuesta al motor eléctrico 5 que gira en el ángulo de rotación predeterminado (etapas S34 y S35). Mediante esta disposición, un estado en el que se cortocircuita solo una única fase no se mantiene durante un largo periodo de tiempo, y por lo tanto pueden acortarse el tiempo durante el que fluye una gran corriente en la única fase. El motor eléctrico 5 y el controlador de motor 8 (en particular, el circuito de accionamiento de motor 350) pueden de este modo protegerse.

Aunque se ha descrito en detalle anteriormente una realización preferida de la presente invención, la presente invención también puede realizarse todavía de otros modos.

5 Por ejemplo, aunque con la realización preferida, se ha descrito un ejemplo de la liberación del estado de cortocircuito de tres fases cerrando el elemento de conmutación de brazo inferior en el orden de la fase U, la fase V, y la fase W, este orden es arbitrario como se ha mencionado anteriormente. Además, no hay necesidad de ajustar de antemano el orden de las fases para que se libere el estado de cortocircuito. Es decir, la fase para la que el tiempo de introducción de la corriente de fase en el motor eléctrico 5 llega primero después de la generación de la solicitud de ejecución de cortocircuito de tres fases (etapa S6) puede ser la primera fase liberada para la que se realiza primero la liberación de estado de cortocircuito. De las dos fases restantes, la fase para la que el tiempo de introducción de la corriente de fase en el motor eléctrico 5 llega a continuación puede ser la segunda fase de liberación para la que se realiza a continuación la liberación de estado de cortocircuito. La única fase que queda es la tercera fase de liberación para la que la liberación de estado de cortocircuito se realiza la última.

15 Además, con la realización preferida, para las fases primera y segunda de las que se libera el estado de cortocircuito, la condición de ejecución de liberación es que la corriente de fase esté en la dirección de introducción en el motor eléctrico 5 (etapa S28, S31). Sin embargo, incluso si la corriente de fase está en la dirección del flujo de salida del motor eléctrico 5, siempre que la magnitud de la corriente sea suficientemente pequeña, no se suministrará una gran corriente de irrupción a la batería 6. Por lo tanto, que la corriente de fase que fluye hacia fuera desde el motor eléctrico 5 sea menor que (o no mayor que) un valor previsto, puede usarse como la condición para ejecutar la liberación del cortocircuito de cada fase.

25 Además, la realización preferida está dispuesta para detectar las corrientes de fase I_u , I_v , y I_w que fluyen en las bobinas 5U, 5V, y 5W de las fases respectivas del motor eléctrico 5 y para liberar los estados de cortocircuito de las fases respectivas de acuerdo con los resultados de la detección. Sin embargo, como se desprende de las figuras 18A a 18D, las corrientes de fase de las fases respectivas puede estimarse basándose en el ángulo eléctrico (el ángulo de fase) del rotor 81. Por lo tanto, en lugar de usar los valores de detección de las corrientes de fase, pueden liberarse los estados de cortocircuito de las fases respectivas basándose en el ángulo eléctrico. Más específicamente, la liberación de cortocircuito de las fases respectivas puede ejecutarse en los momentos, en que cada uno de los cuales la corriente que fluye hacia fuera de la bobina 5U, 5V, o 5W de cada fase no es más que el valor previsto, basándose en el ángulo eléctrico. Más específicamente, como en el ejemplo de la figura 18A a la figura 18D, la liberación de cortocircuito de fase U puede realizarse en un ángulo eléctrico de 0 grados, la liberación de cortocircuito de fase V puede realizarse en un ángulo eléctrico de 90 grados, y la liberación de cortocircuito de fase W puede realizarse en un ángulo eléctrico de 180 grados. Una disposición de este tipo es ventajosa, por ejemplo, en un caso en el que se omite la disposición de detección de corriente para una reducción de costes. Los ángulos eléctricos en los que se realiza la liberación de cortocircuito de las fases respectivas pueden determinarse de tal manera que sean dependientes de la velocidad de rotación n del motor eléctrico 5. En este caso, puede proporcionarse un esquema que define un ángulo eléctrico de liberación de cortocircuito (ángulo de fase de liberación de cortocircuito) con respecto a la velocidad de rotación n en el controlador de motor 78 y puede determinarse el ángulo eléctrico de liberación de cortocircuito de acuerdo con el esquema. Además, los ángulos eléctricos a los que se realiza la liberación de cortocircuito de las fases respectivas pueden determinarse de tal manera que sean dependientes de la velocidad de rotación n y del entrehierro G del motor eléctrico 5. En este caso, puede proporcionarse un esquema que define el ángulo eléctrico de liberación de cortocircuito con respecto a la velocidad de rotación n y al entrehierro G en el controlador de motor 78 y puede determinarse el ángulo eléctrico de liberación de cortocircuito de acuerdo con el esquema.

50 Además, con la realización preferida, se ha descrito como un ejemplo el motor eléctrico 5 del tipo de entrehierro axial. Sin embargo, la presente invención también puede aplicarse a un vehículo eléctrico de dos ruedas que tenga un motor eléctrico de un tipo de entrehierro radial en el que el entrehierro de estator/rotor se forma en las direcciones radiales ortogonales al árbol de motor.

También aunque con la realización preferida, se ha descrito como un ejemplo el motor eléctrico 5 de una estructura con la que puede cambiarse la fuerza del campo magnético, la presente invención puede aplicarse también a un vehículo eléctrico de dos ruedas que tenga un motor eléctrico de una estructura con la que no puede cambiarse la fuerza del campo magnético.

60 Además, aunque con la realización preferida, se ha descrito como un ejemplo el vehículo eléctrico de dos ruedas 1 de tipo scooter, la presente invención puede aplicarse de manera similar a los vehículos eléctricos de dos ruedas de otros modos. La presente invención puede aplicarse, por ejemplo, a vehículos de dos ruedas del tipo llamado motocicleta, del tipo ciclomotor, del tipo vehículo todoterreno, etc.

Además de lo anterior, pueden aplicarse diversos cambios de diseño dentro del alcance de los objetos descritos en las reivindicaciones.

Lista de signos de referencia

	1	Vehículo eléctrico de dos ruedas
	3	Rueda delantera
5	4	Rueda trasera
	5	Motor eléctrico
	5U	Bobina de fase U
	5V	Bobina de fase V
	5W	Bobina de fase W
10	6	Batería
	47	Unidad de balanceo
	67	Caja del motor
	78	Controlador de motor
	81	Rotor
15	82	Estator
	85	Árbol de motor
	91U	Alimentador de fase U
	91V	Alimentador de fase V
	91W	Alimentador de fase W
20	130a	Sensor de posición de polo magnético
	190	Línea de comunicaciones
	200	Controlador de batería
	201	Parte de detección de carga
	202	Parte de detección de estado de carga
25	203	Parte de detección de tensión de batería
	204	Parte de generación de órdenes de regeneración
	280	CPU
	281	Circuito de accionamiento de conmutador
	301	Sensor de cantidad de operación de acelerador
30	302	Sensor de freno
	310	Circuito de control
	311	Parte de cálculo de valor de orden de corriente
	312	Parte de cálculo de velocidad de rotación
	318	Parte de cálculo de ángulo eléctrico
35	321	Parte de generación de señal de accionamiento
	330	Parte de procesamiento de cortocircuito/liberación
	340	Parte de ajuste de cantidad de regeneración
	350	Circuito de accionamiento de motor
	351	Circuito de fase U
40	352	Circuito de fase V
	353	Circuito de fase W
	354	Circuito de detección de corriente
	D1~D6	Diodos
	Sw1, Sw3, Sw5	Elementos de conmutación de brazo superior
45	Sw2, Sw4 Sw6	Elementos de conmutación de brazo inferior
	SwH	Elemento de conmutación de brazo superior
	SwL	Elemento de conmutación de brazo inferior.

REIVINDICACIONES

1. Un vehículo eléctrico que tiene una rueda motriz (4), que comprende:

5 una batería (6);
 un motor eléctrico de CA de tres fases (5), que incluye unas bobinas (5U, 5V, 5W) de una primera fase (U), una
 segunda fase (V), y una tercera fase (W), adaptado para generar una fuerza de accionamiento para transmitir a
 la rueda motriz (4); y
 un controlador de motor (78) adaptado para controlar un suministro de corriente desde la batería (6) a las
 10 bobinas (5U, 5V, 5W) del motor eléctrico (5); en el que el controlador de motor (78) incluye
 un circuito de accionamiento (350) que incluye un primer circuito de fase (351), un segundo circuito de fase
 (352), y un tercer circuito de fase (353), que corresponden respectivamente a la primera fase (U), a la segunda
 fase (V), y a la tercera fase (W), teniendo cada uno del primer circuito de fase (351), el segundo circuito de fase
 (352) y el tercer circuito de fase (353) un circuito en serie de un elemento de conmutación de brazo superior
 15 (Sw1, Sw3, Sw5, SwH) y un elemento de conmutación de brazo inferior (Sw2, Sw4 Sw6, SwL), estando el primer
 circuito de fase (351), el segundo circuito de fase (352) y el tercer circuito de fase (353) conectados en paralelo
 con respecto a la batería (6),
 un medio de control de cortocircuitos 8 (280, 330) adaptado para abrir todos los elementos de conmutación de
 brazo inferior (Sw2, Sw4 Sw6, SwL) del primer circuito de fase (351), el segundo circuito de fase (352), y el tercer
 20 circuito de fase (353) para cortocircuitar las bobinas (5U, 5V, 5W) de la primera fase (U), la segunda fase (V), y la
 tercera fase (W) para poner el motor eléctrico (5) en un estado de cortocircuito en respuesta al cumplimiento de
 una condición de cortocircuito predeterminada, y
 un medio de control de liberación (280,330) adaptado para liberar el estado de cortocircuito cerrando el elemento
 de conmutación de brazo inferior (Sw2, Sw4, Sw6, SwL) de un circuito de fase en respuesta al cumplimiento de
 25 una condición de liberación predeterminada cuando el motor eléctrico (5) está en el estado de cortocircuito,
caracterizado por que
 el vehículo eléctrico es un vehículo eléctrico de dos ruedas, y
 el medio de control de liberación (280,330) está adaptado para liberar el estado de cortocircuito en un periodo en
 el que la corriente que sale de la bobina (5U, 5V, 5W) de la fase correspondiente es igual a o menor que un valor
 30 previsto.

2. El vehículo eléctrico de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además: un medio de detección de
 velocidad de rotación (312) adaptado para detectar la velocidad de rotación (n) del motor eléctrico (5);
 en el que la condición de cortocircuito incluye la velocidad de rotación (n) detectada por el medio de detección de
 35 velocidad de rotación (312) que es igual a o supera un umbral de cortocircuito predeterminado (A).

3. El vehículo eléctrico de acuerdo con la reivindicación 2, en el que la condición de liberación incluye la velocidad de
 rotación (n) detectada por el medio de detección de velocidad de rotación (312) que es igual a o menor que un
 40 umbral de liberación predeterminado (A').

4. El vehículo eléctrico de acuerdo con la reivindicación 2 o 3, en el que la condición de liberación incluye la
 velocidad de rotación (n) detectada por el medio de detección de velocidad de rotación (312) que es igual a o menor
 que la velocidad de rotación (n) a la que se ha cumplido la condición de cortocircuito.

45 5. El vehículo eléctrico de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que comprende además: un
 controlador de batería (200), que tiene un medio de detección de carga (201) adaptado para detectar si la batería (6)
 está cargándose o no, adaptado para controlar la carga/descarga de la batería (6) proporcionando una orden de
 regeneración al controlador de motor (78) de acuerdo con el estado de la batería (6); en el que
 el controlador de motor (78) incluye además un medio de control de regeneración (280, 311, 340) adaptado para
 50 controlar el circuito de accionamiento (350) para suministrar la corriente regenerativa, generada por el motor
 eléctrico (5), a la batería (6) de acuerdo con la orden de regeneración del controlador de batería (200), y
 la condición de cortocircuito incluye el medio de detección de carga (201) que detecta que la batería (6) está
 cargándose a pesar de que la orden de regeneración no se genere desde el controlador de batería (200).

55 6. El vehículo eléctrico de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, que comprende además: un
 medio de detección de tensión de batería (203) adaptado para detectar una tensión de batería (6);
 en el que la condición de cortocircuito incluye la tensión de batería (VB) que es igual a o supera una tensión umbral
 de cortocircuito predeterminada (B).

60 7. El vehículo eléctrico de acuerdo con la reivindicación 6, en el que la condición de liberación incluye la tensión de
 batería (VB) que es igual a o menor que una tensión umbral de liberación predeterminada (B').

8. El vehículo eléctrico de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que
 el controlador de motor (78) incluye además un medio de evaluación de asignación de control (280, 330) adaptado

para evaluar si existe o no una asignación para el control de corriente del motor eléctrico (5); y la condición de cortocircuito incluye el medio de evaluación de asignación de control (280, 330) que evalúa que no existe asignación de control de corriente.

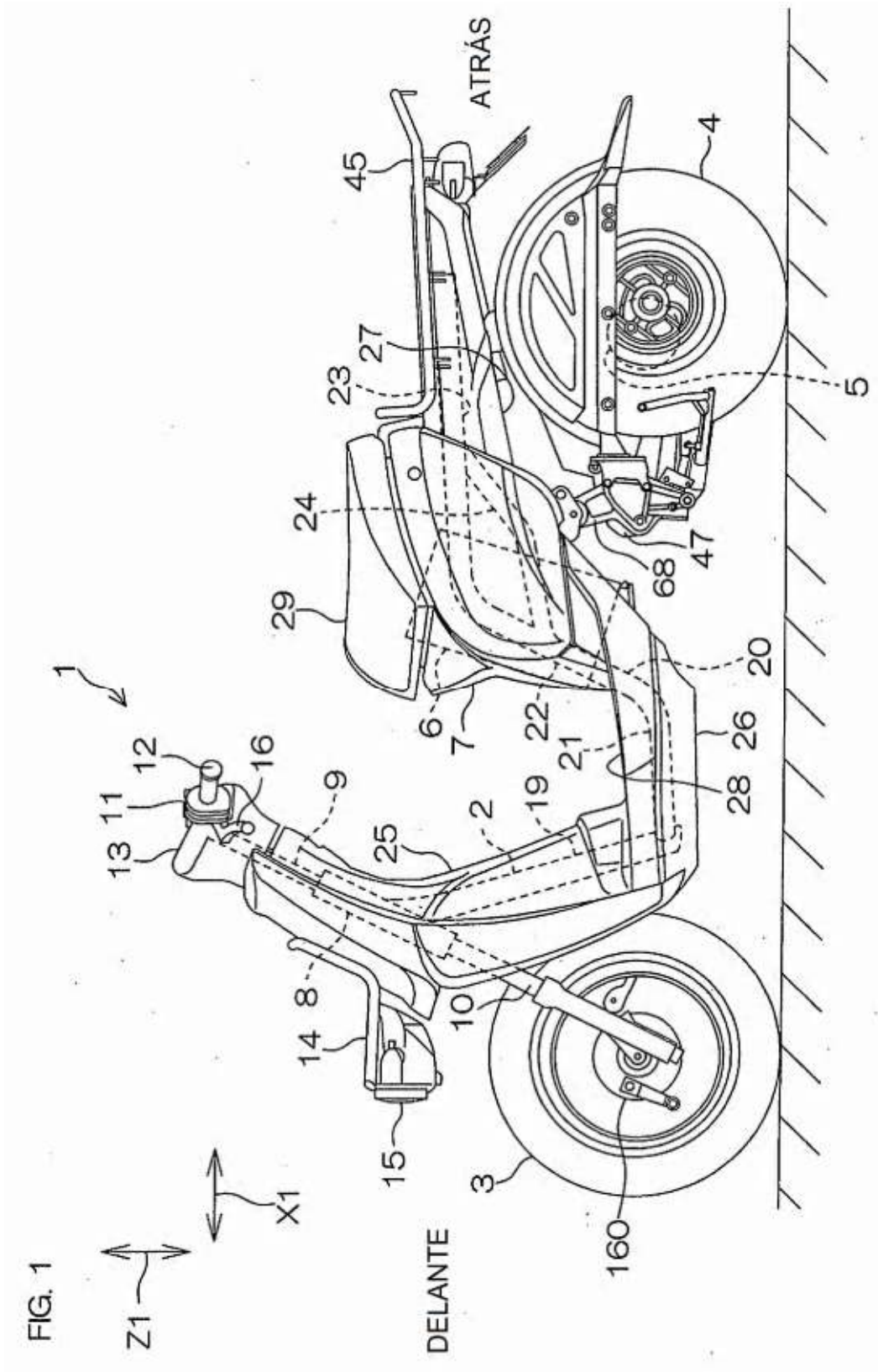
- 5 9. El vehículo eléctrico de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que el controlador de motor (78) incluye además un medio de control de debilitamiento de campo (280, 311) adaptado para suministrar una corriente para debilitar el campo magnético de las bobinas (5U, 5V, 5W) de la primera fase (U), la segunda fase (V), y la tercera fase (W) cuando se cumple una condición de ejecución de debilitamiento de campo predeterminada, y
 10 la condición de liberación incluye la condición de ejecución de debilitamiento de campo que no se cumple.

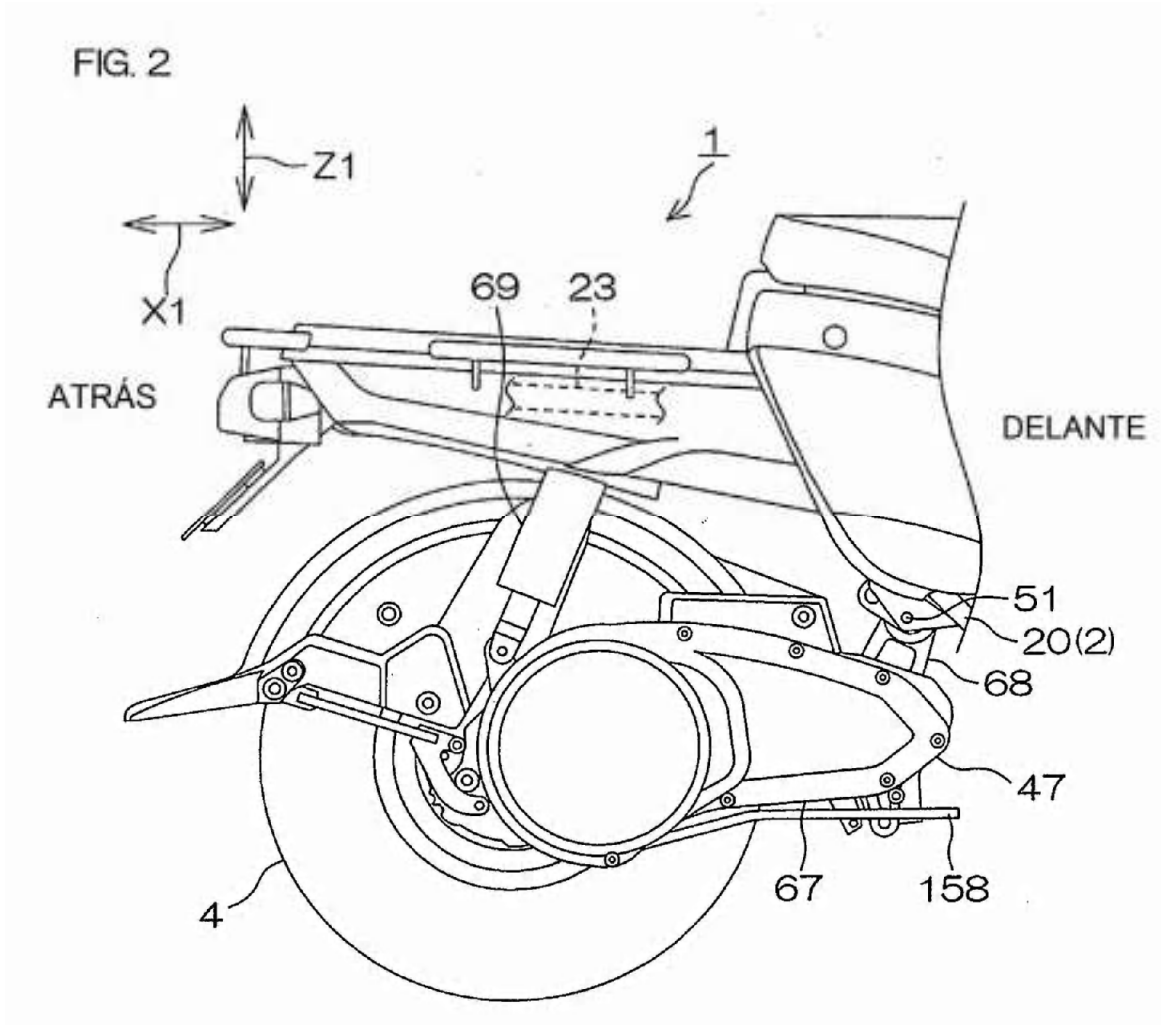
10. El vehículo eléctrico de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que el medio de control de cortocircuitos (280, 330) está adaptado para abrir los elementos de conmutación de brazo inferior (Sw2, Sw4, Sw6, SwL) de los circuitos de fase respectivos en un periodo en el que los elementos de conmutación de brazo superior (Sw1, Sw3, Sw5, SwH) de los circuitos de fase correspondientes están cerrados.
 15

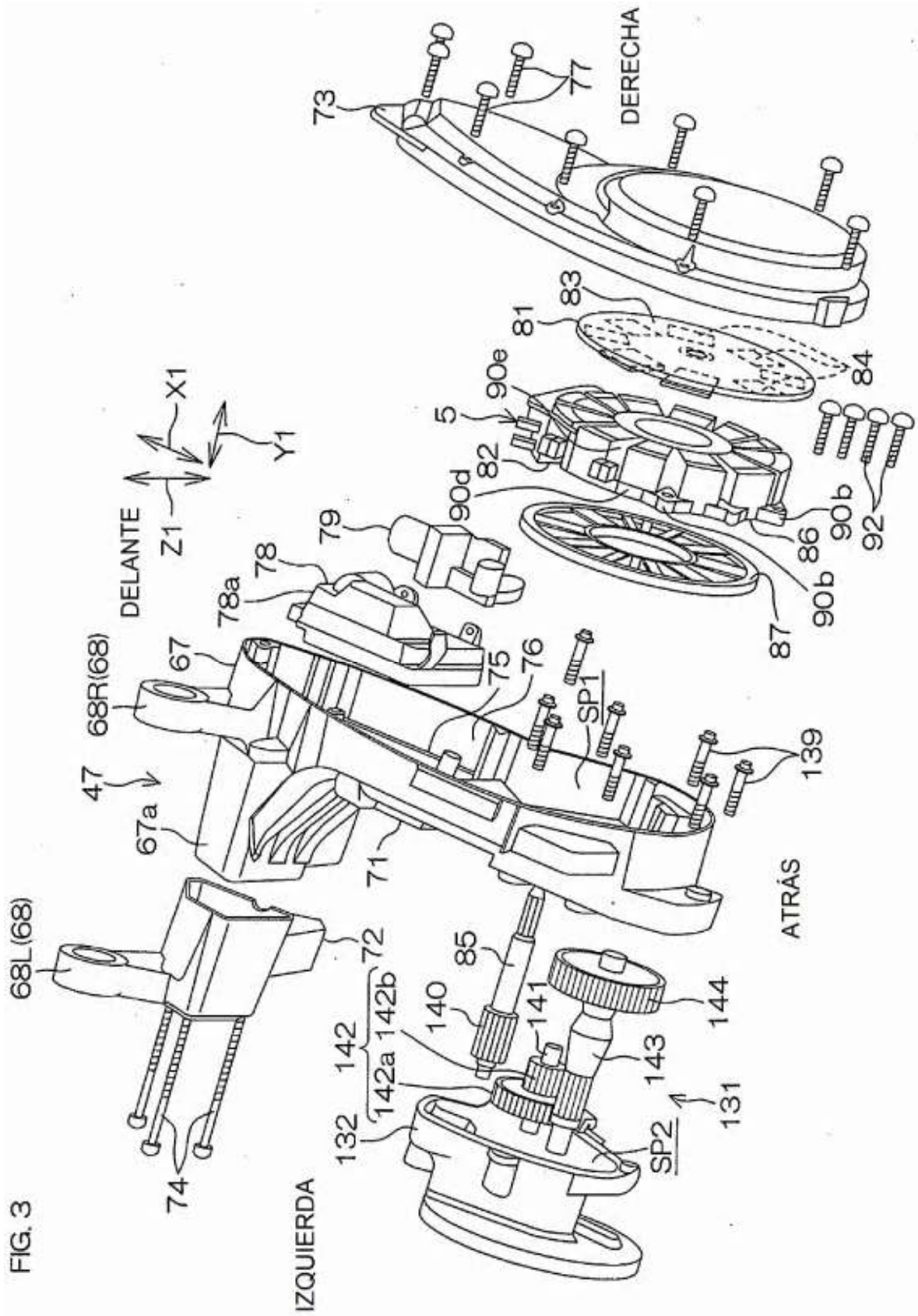
11. El vehículo eléctrico de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que el controlador de motor (78) incluye además un medio de detección de corriente (354) adaptado para detectar una primera corriente de fase (I_U), una segunda corriente de fase (I_V), y una tercera corriente de fase (I_W) que fluyen, respectivamente, en el primer circuito de fase (351), el segundo circuito de fase (352), y el tercer circuito de fase (353), y el medio de control de liberación (280, 330) está adaptado para cerrar el elemento de conmutación de brazo inferior (Sw2) del primer circuito de fase (351) en un periodo en el que la primera corriente de fase (I_U), detectada por el medio de detección de corriente (354), asume un valor correspondiente a una dirección de introducción en la bobina (5U) de la primera fase (U), para cerrar el elemento de conmutación de brazo inferior (Sw4) del segundo circuito de fase (352) en un periodo en el que la segunda corriente de fase (I_V), detectada por el medio de detección de corriente (354), asume un valor correspondiente a una dirección de introducción en la bobina (5V) de la segunda fase (V), y para cerrar el elemento de conmutación de brazo inferior (Sw6) del tercer circuito de fase (353) cuando la tercera corriente de fase (I_W), detectada por el medio de detección de corriente (354), indica que una corriente de salida de la bobina (5 W) de la tercera fase (W) es igual a o menor que el valor previsto.
 20
 25
 30

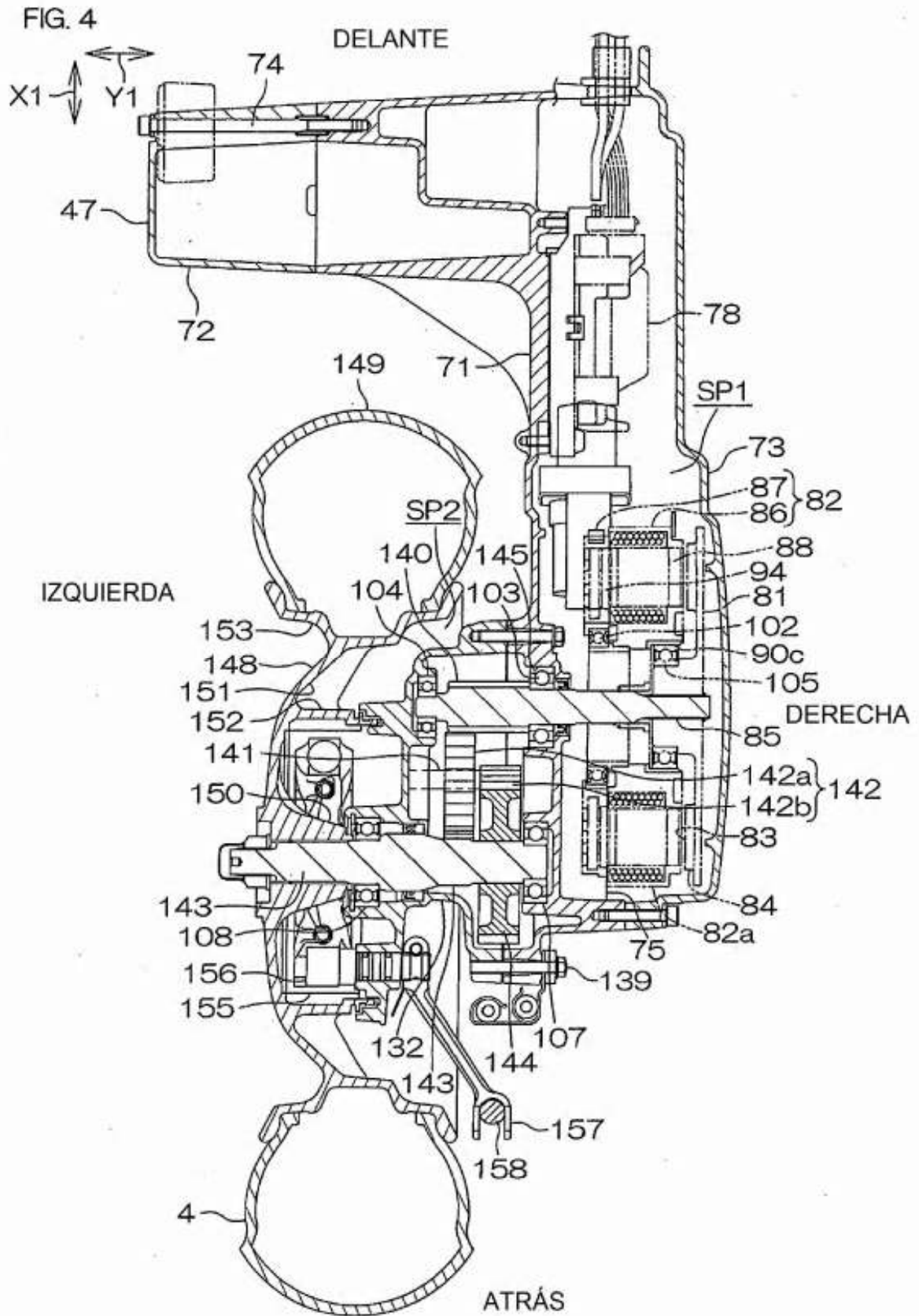
12. El vehículo eléctrico de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que el controlador de motor (78) incluye además un medio de detección de corriente (354) adaptado para detectar unas corrientes de fase (I_U , I_V , I_W) que fluyen, respectivamente, en el primer circuito de fase (351), el segundo circuito de fase (352), y el tercer circuito de fase (353), y el medio de control de liberación (280, 330) está adaptado para cerrar, en un periodo en el que cualquiera de las corrientes de fase (I_U , I_V , I_W) detectada por el medio de detección de corriente (354) fluye en la dirección de introducción en el motor eléctrico (5), el elemento de conmutación de brazo inferior (Sw2, Sw4, Sw6, SwL) del circuito de fase de la fase correspondiente, después de cerrarse, en un periodo en el que cualquiera de las corrientes de fase (I_U , I_V , I_W) correspondiente a las dos fases restantes fluye en la dirección de introducción en el motor eléctrico (5), el elemento de conmutación de brazo inferior (Sw2, Sw4, Sw6, SwL) del circuito de fase de la fase correspondiente, y a partir de entonces cerrar el elemento de conmutación de brazo inferior (Sw2, Sw4, Sw6, SwL) del circuito de fase de la única fase restante cuando la corriente de fase (I_U , I_V , I_W) del motor eléctrico (5) correspondiente a la fase indica una salida de corriente de o menor que el valor previsto.
 35
 40
 45

13. El vehículo eléctrico de acuerdo con la reivindicación 11 o 12, en el que después de cerrar los elementos de conmutación de brazo inferior (Sw2, Sw4, Sw6, SwL) de los circuitos de fase de dos fases, el medio de control de liberación (280, 330) está adaptado para cerrar el elemento de conmutación de brazo inferior (Sw2, Sw4, Sw6, SwL) del circuito de fase correspondiente a la única fase restante en respuesta al motor eléctrico (5) que gira en un ángulo de rotación predeterminado.
 50









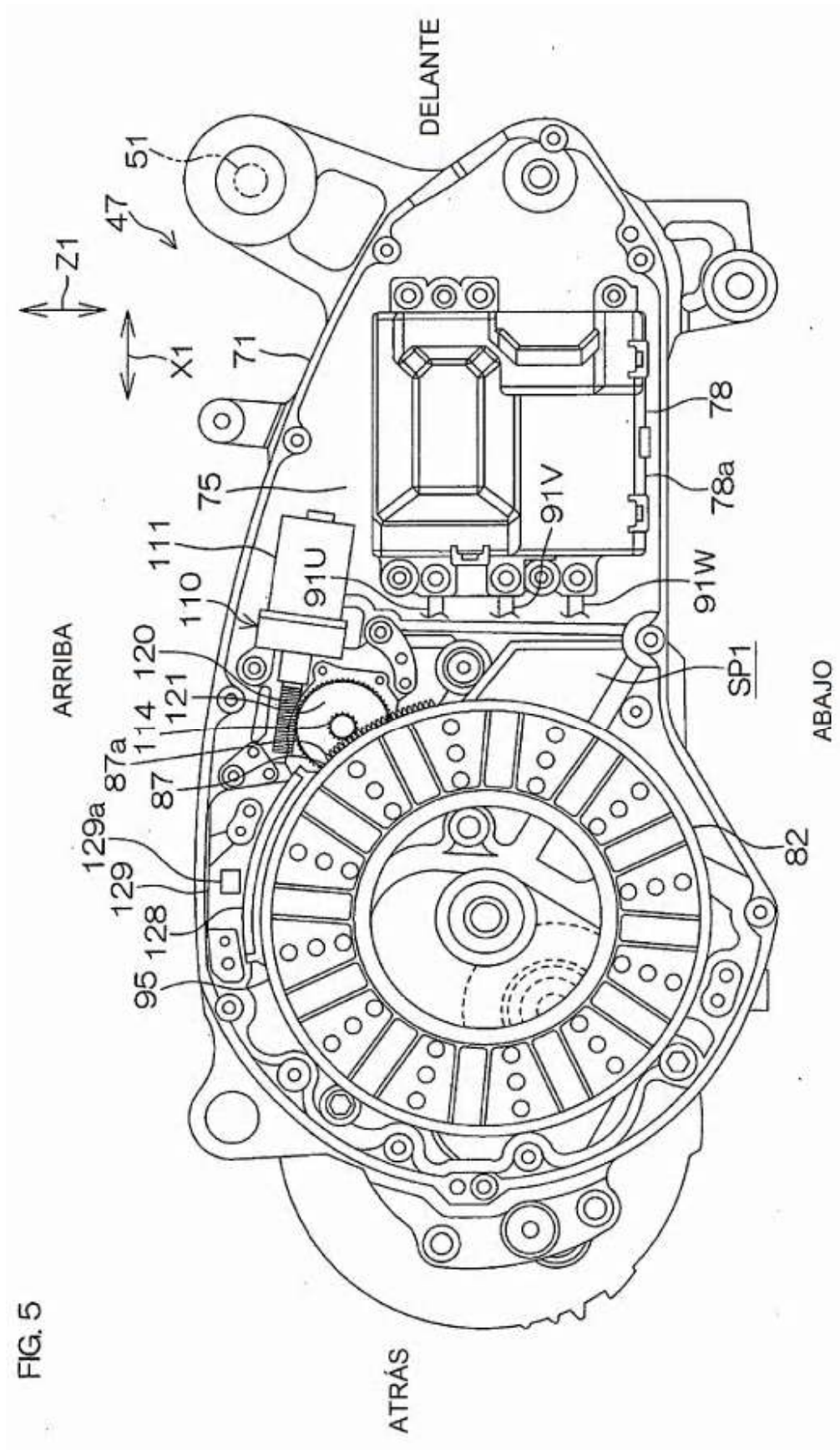
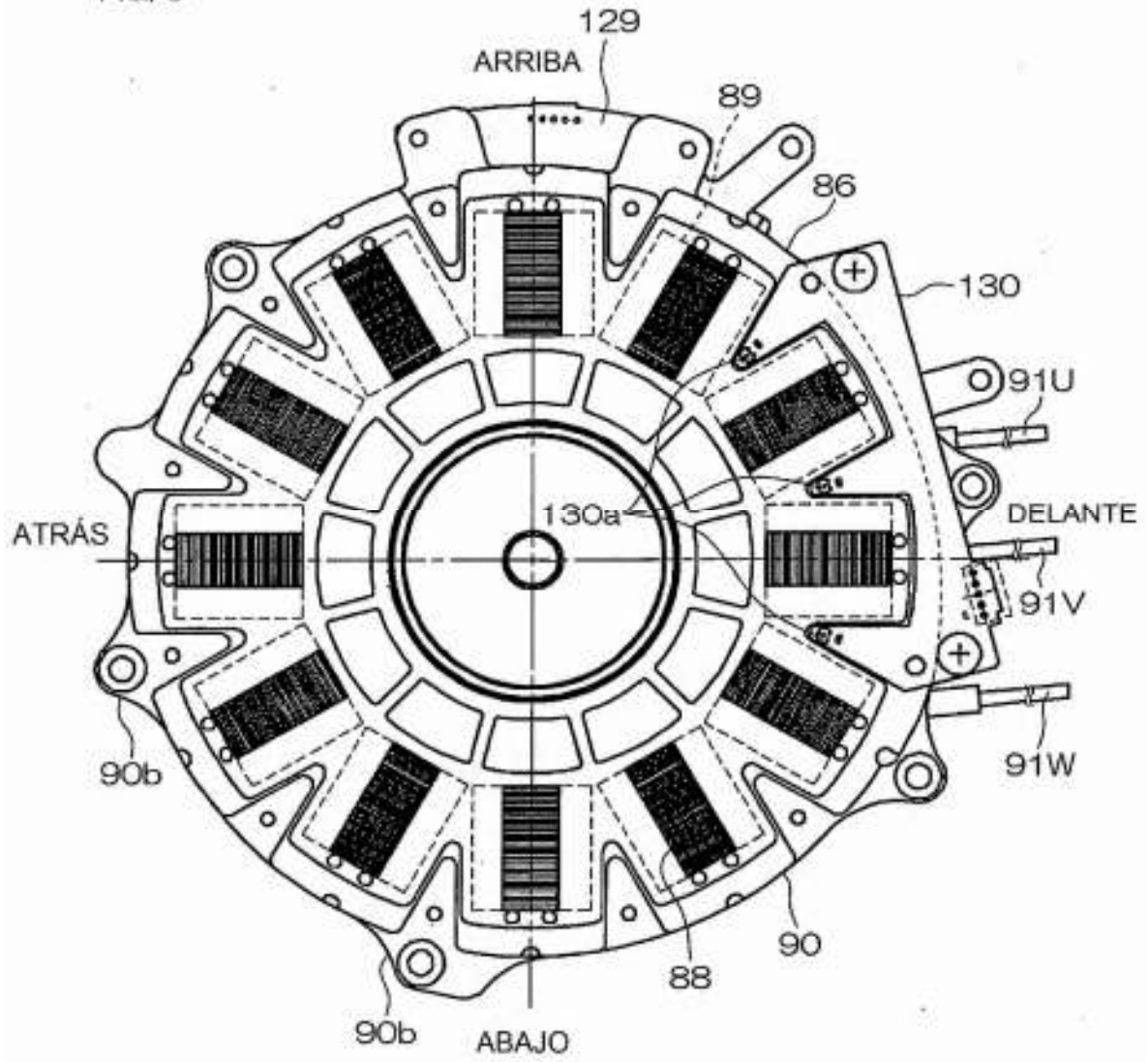
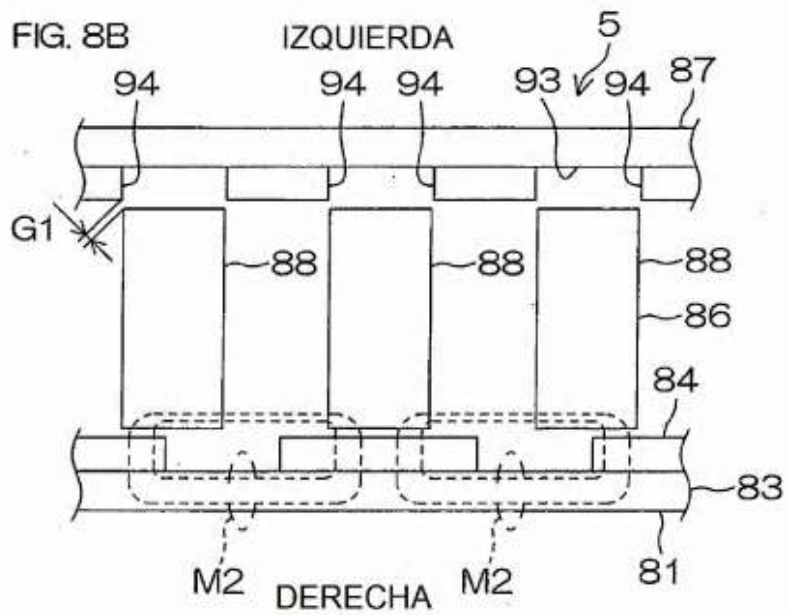
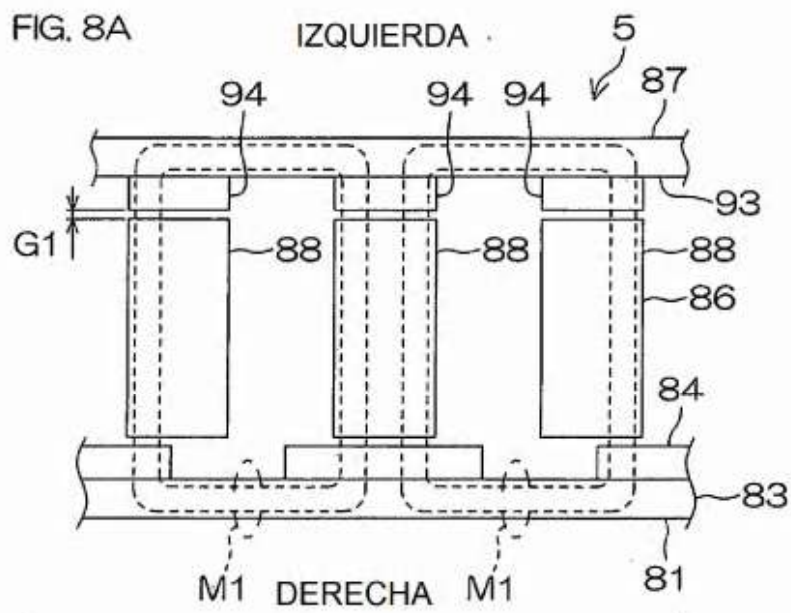
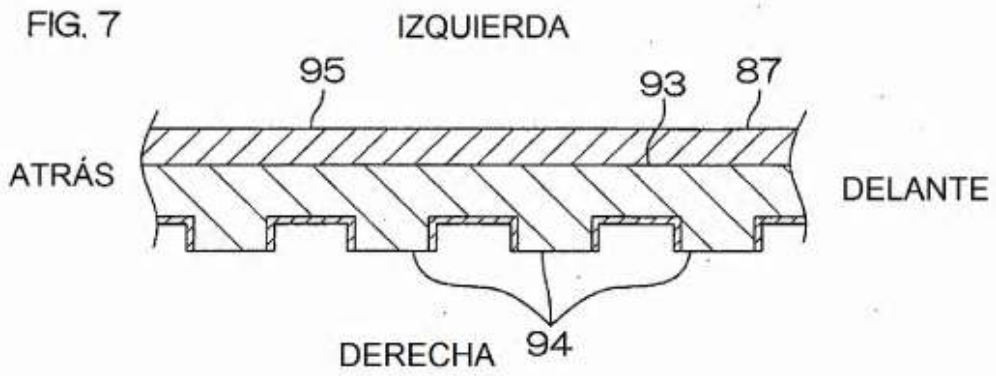


FIG. 6





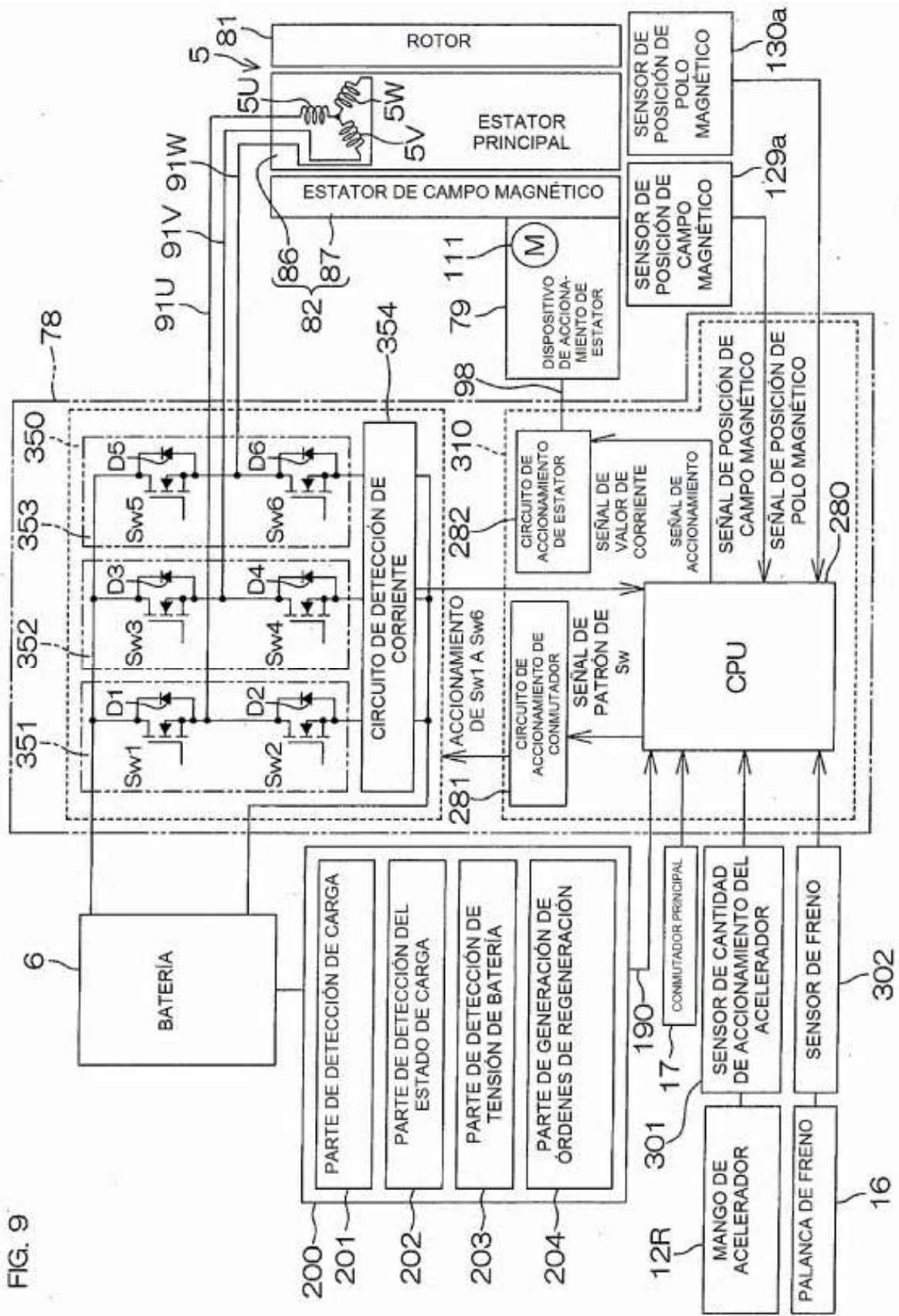
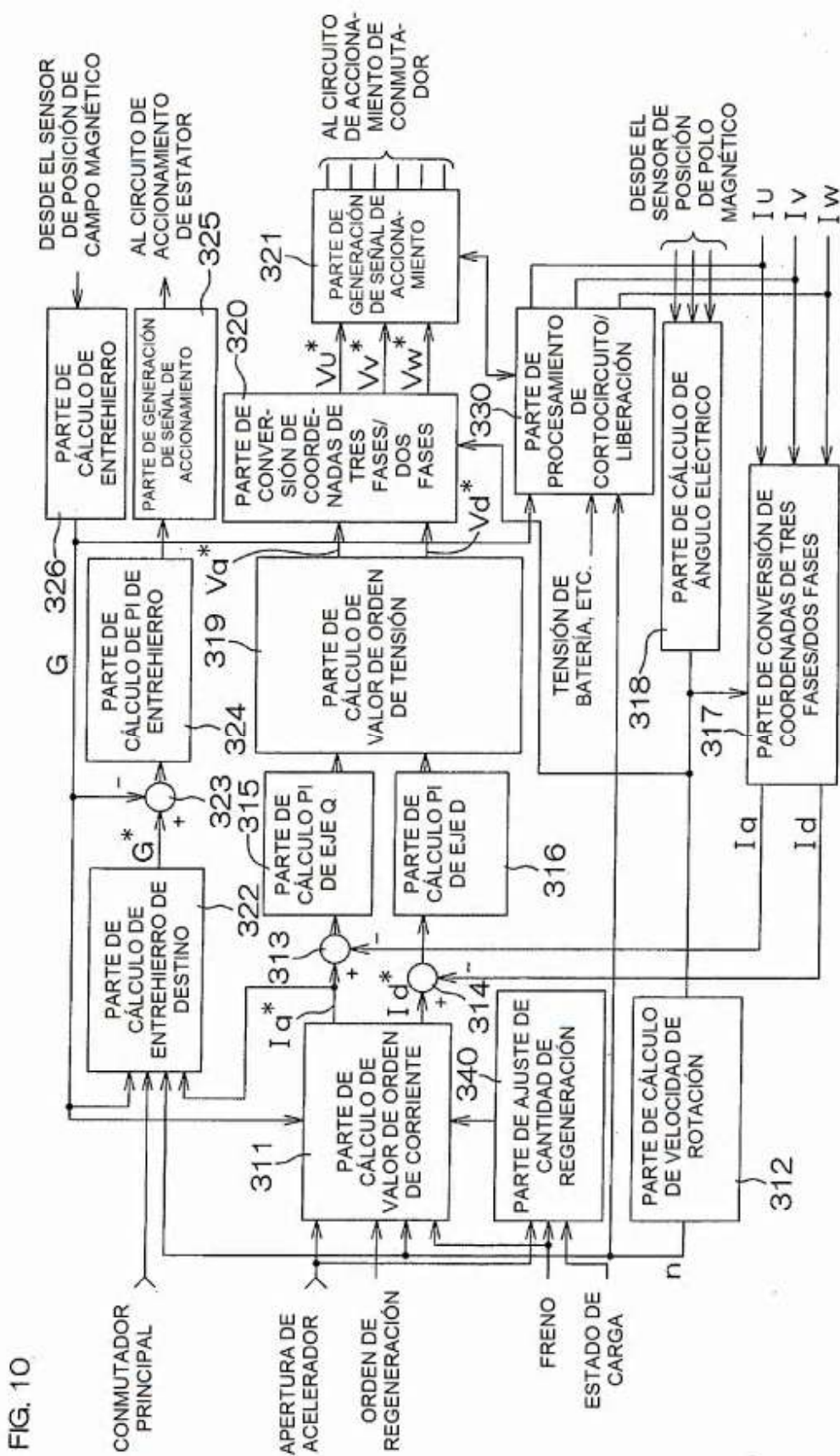


FIG. 9



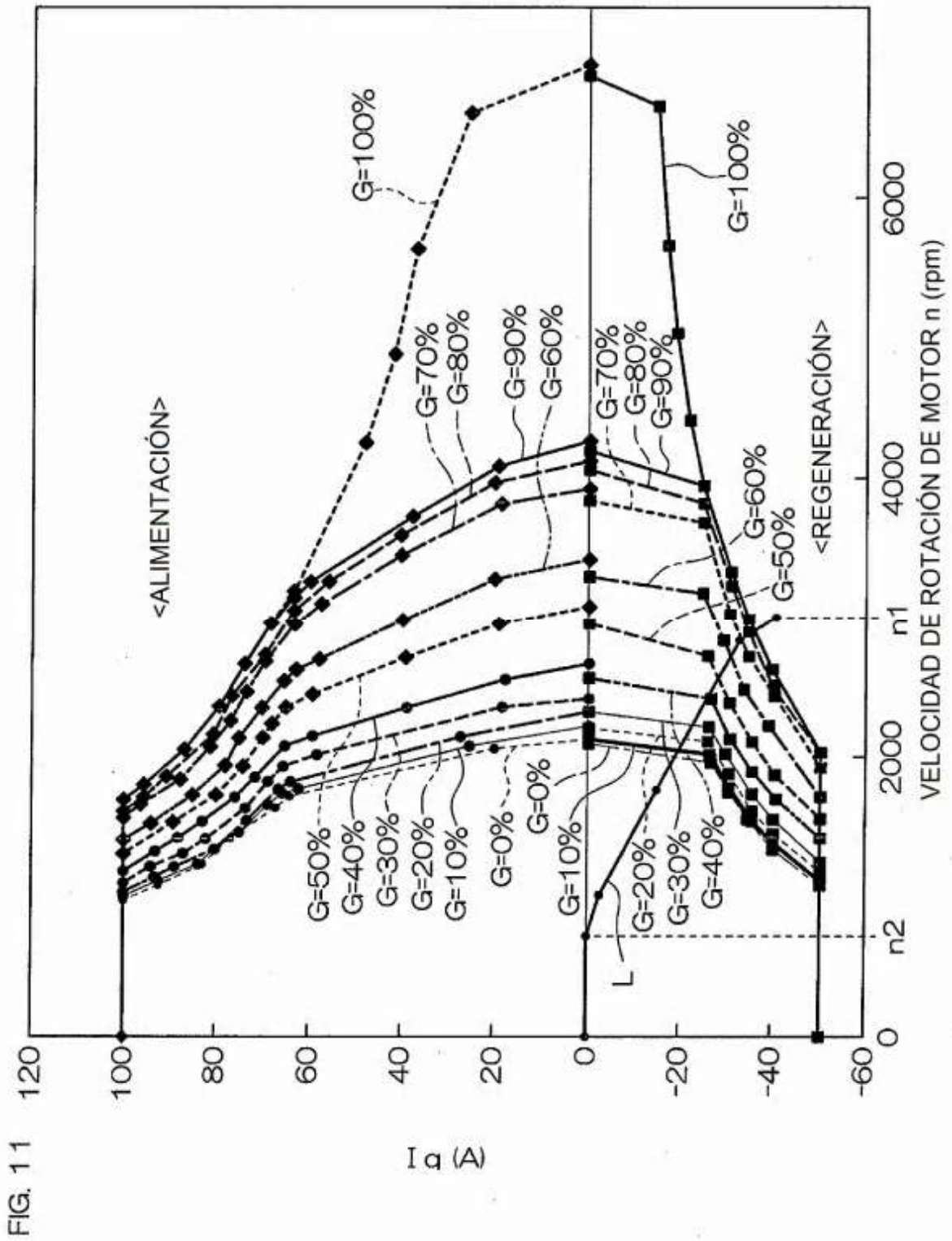
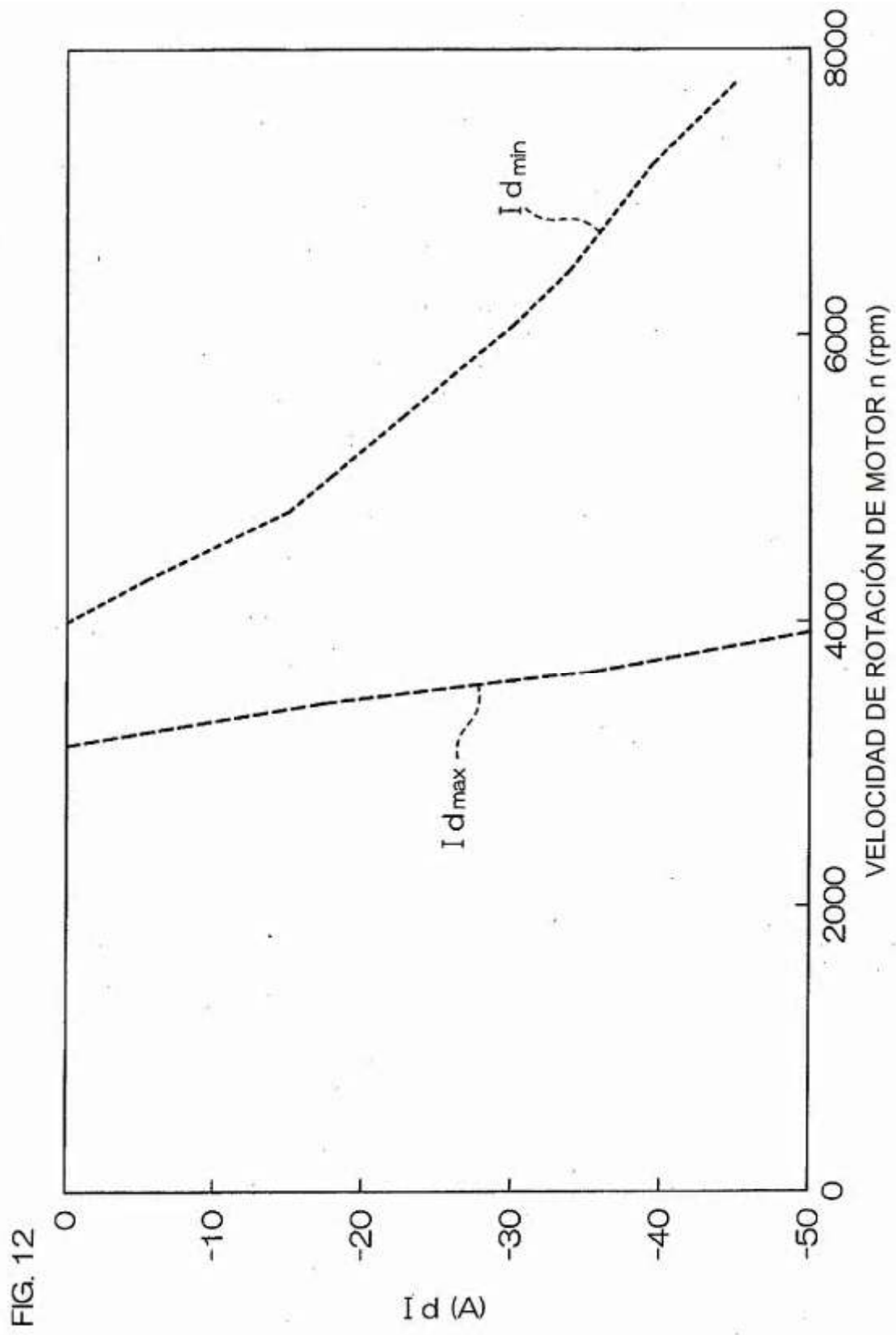
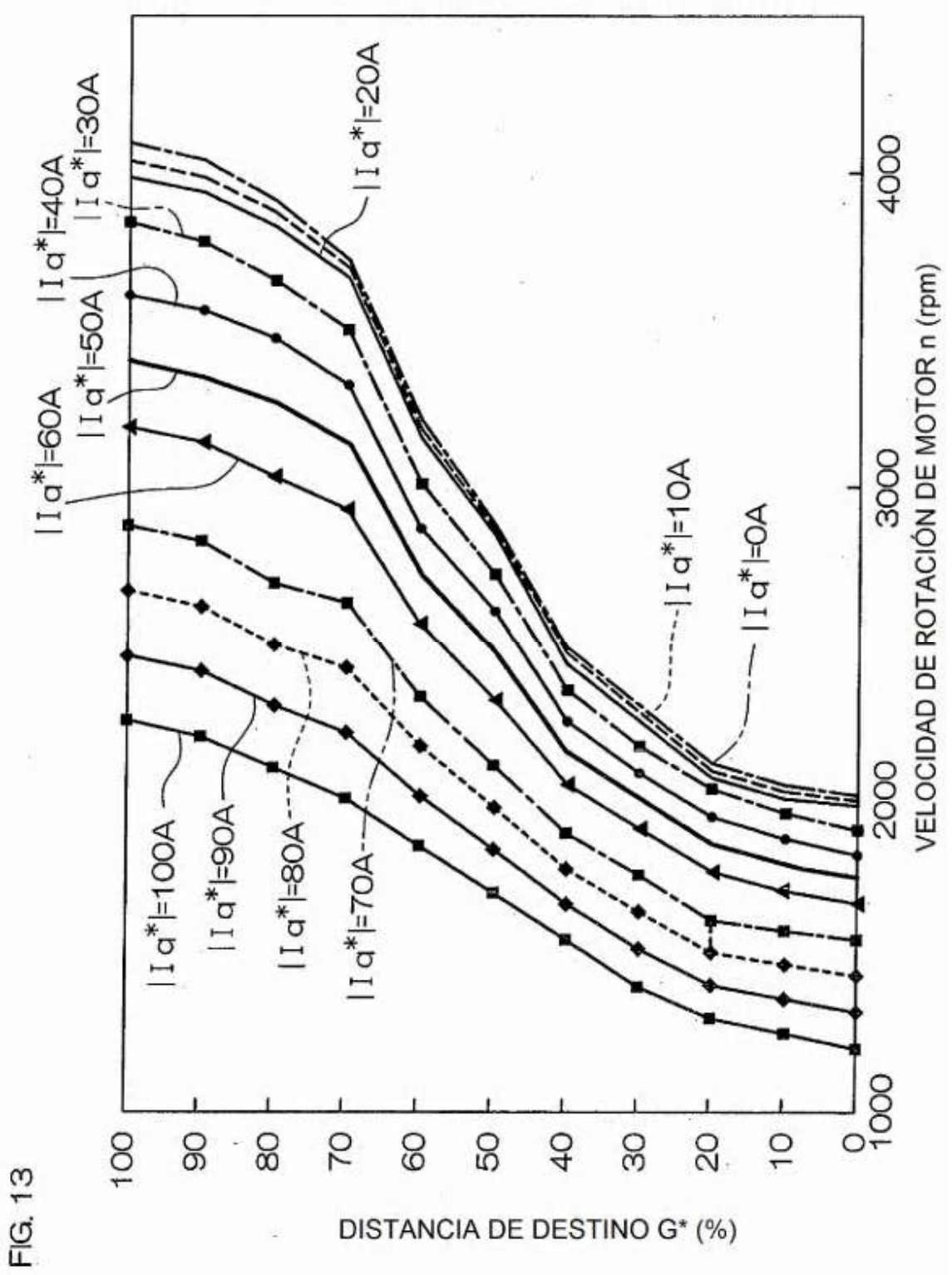


FIG. 11





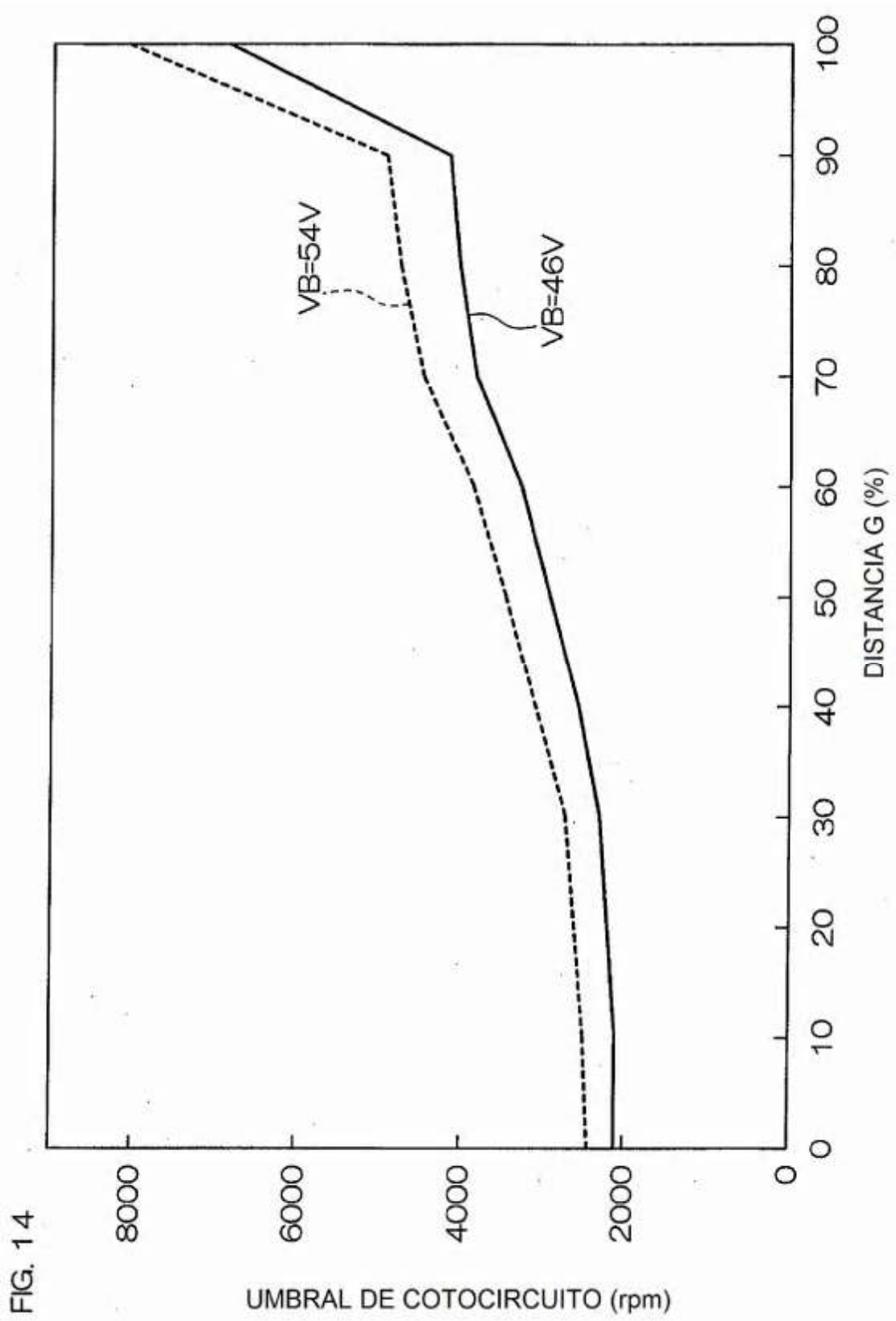


FIG. 15

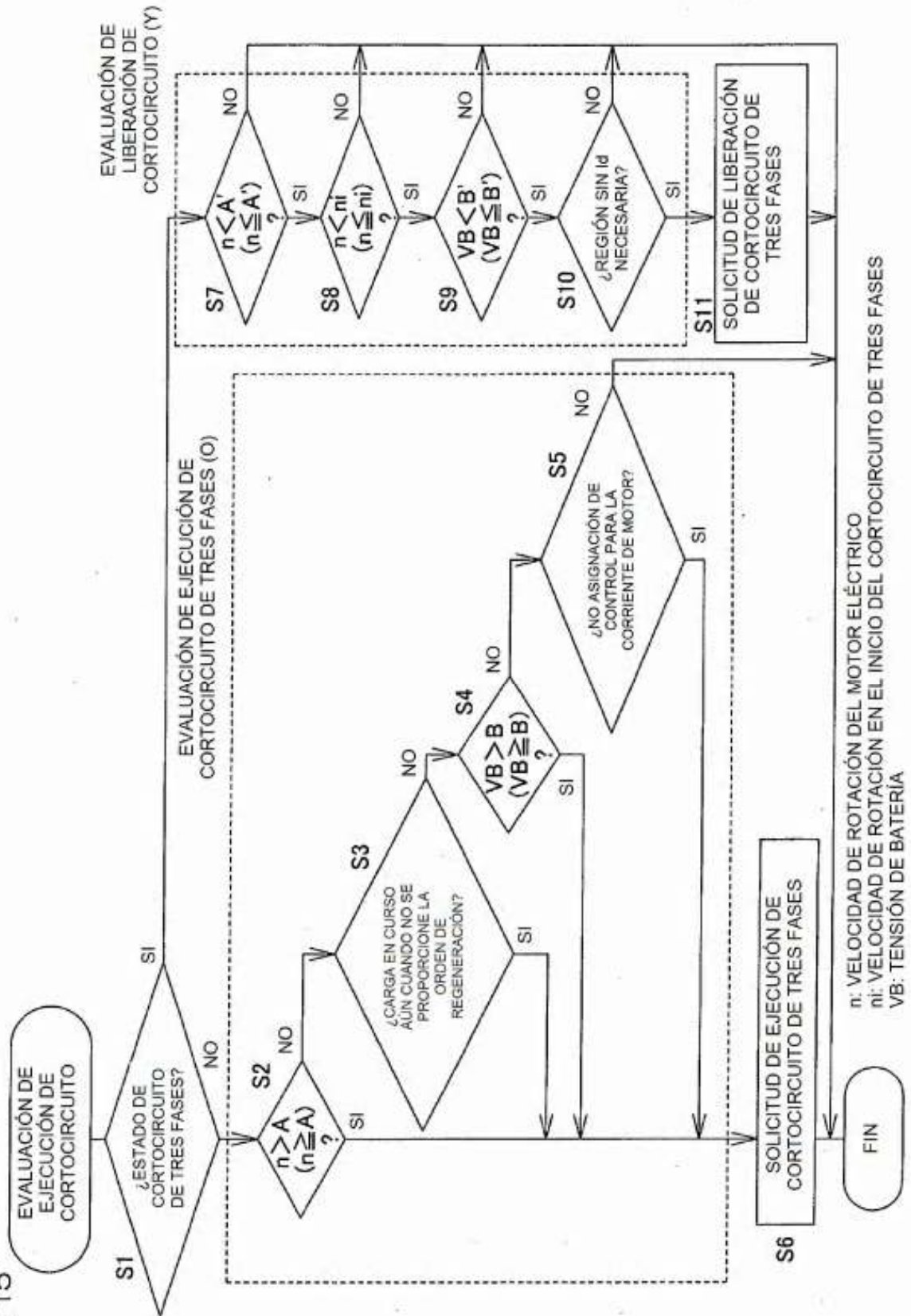


FIG. 16

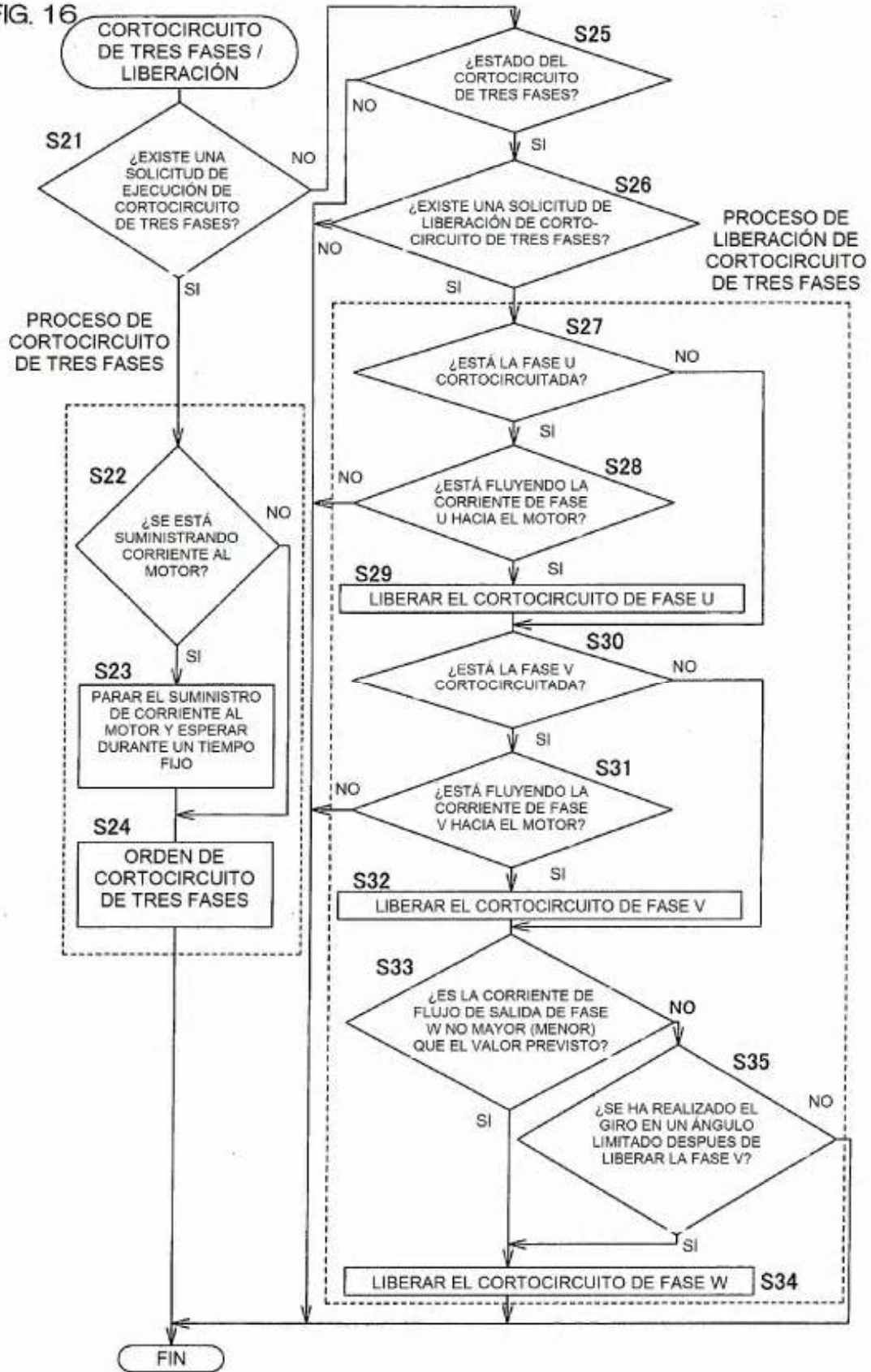


FIG. 17A

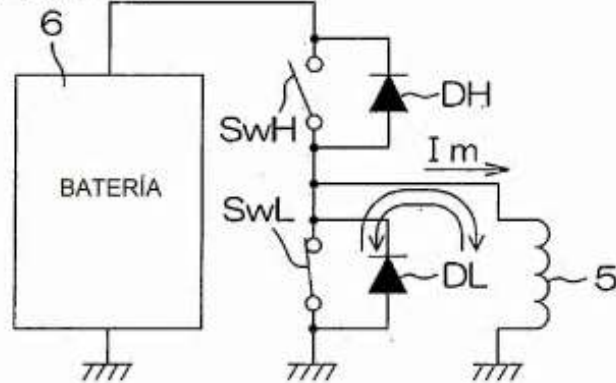


FIG. 17B

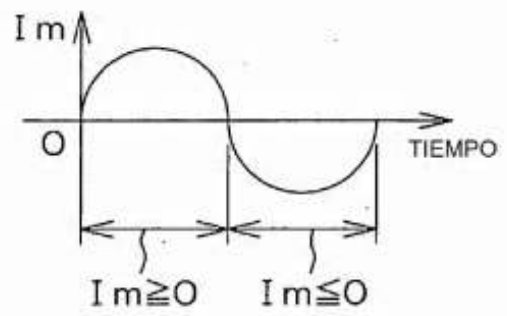


FIG. 17C

SwL CERRADO CUANDO $I_m \leq 0$

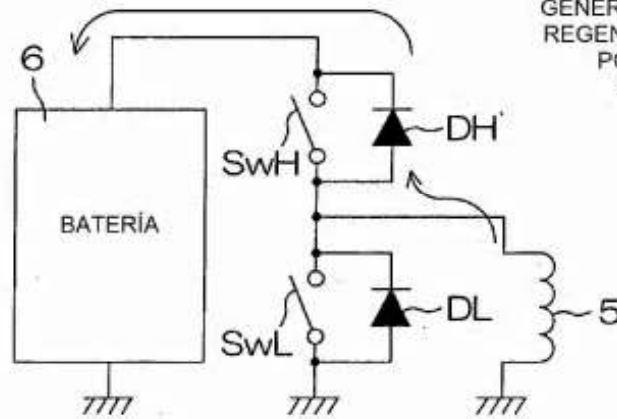


FIG. 17D

SwL CERRADO CUANDO $I_m \geq 0$

