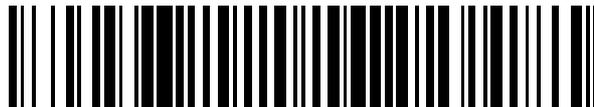


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 418 145**

51 Int. Cl.:

**H02P 5/00** (2006.01)

**B60L 7/12** (2006.01)

**B60L 7/14** (2006.01)

**B60L 3/04** (2006.01)

**B60L 9/22** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.01.2005 E 05709316 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.04.2013 EP 1843459**

54 Título: **Controlador de coche eléctrico**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**12.08.2013**

73 Titular/es:

**MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA (100.0%)  
7-3, MARUNOUCHI 2-CHOME  
CHIYODA-KU, TOKYO 100-8310, JP**

72 Inventor/es:

**SOGIHARA, HIDEKI**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 418 145 T3**

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

## DESCRIPCIÓN

Controlador de coche eléctrico

### 5 CAMPO TÉCNICO

[0001] La presente invención se refiere a un controlador de coche eléctrico, y más en particular, a un controlador de coche eléctrico para detectar un fallo de energía en un coche eléctrico de corriente directa o similar por el uso de una fuente de energía de rectificación como una fuente de energía.

### 10 ANTECEDENTES DE LA TÉCNICA

Un coche eléctrico tal como un coche eléctrico de corriente continua normalmente recolecta energía de corriente directa desde una línea eléctrica aérea a través de un pantógrafo o desde un tercer riel a través de una zapata colectora y se desplaza a partir de allí. Cada línea eléctrica aérea o tercer riel está compuesto por una pluralidad de secciones separadas una de la otra. La energía se suministra normalmente desde una subestación de energía eléctrica a cada una de las secciones.

Debido a una anomalía de una instalación de fuente de energía, una anomalía de un coche, un trabajo en una línea eléctrica aérea, o similares, existe el caso donde el suministro de energía se detiene en una sección (de aquí en adelante denominada una sección de fallo de energía). Mientras el coche sufre la sección de fallo de energía en un estado de frenado regenerativo, ocurre un aumento de tensión de línea eléctrica aérea o un fallo de tierra dependiendo de un estado de una carga conectada con la línea eléctrica aérea.

Por lo tanto, cuando la tensión de línea eléctrica aérea excede un valor predeterminado, un variador de velocidad convencional para el coche eléctrico determina que el coche está atravesando una sección de fallo de energía (véase, por ejemplo, el Documento de Patente 1).

Documento de Patente 1:JP 2002-095 299 A

### 30 DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

#### PROBLEMAS A RESOLVER POR LA INVENCIÓN

El controlador de coche eléctrico convencional mencionado con anterioridad determina que el coche está atravesando una sección de fallo de energía con base en el hecho que la tensión de línea eléctrica aérea es más alta que un valor predeterminado en el momento de frenado regenerativo. Sin embargo, un aumento en la tensión de línea eléctrica aérea es un fenómeno que ocurre en el caso donde la carga conectada con la línea eléctrica aérea es una carga ligera incluso cuando el fallo de energía no ocurre.

Por lo tanto, es probable detectar de manera errónea el caso de la carga ligera como el caso de la sección de fallo de energía, además, hay un problema en el que, incluso en el caso de la sección de fallo de energía, la tensión de línea eléctrica aérea no aumenta dependiendo del estado de la carga conectada con la línea eléctrica aérea, entonces no se puede detectar el fallo de energía.

Cuando el coche entra en la sección de fallo de energía, en el caso donde el coche se encuentra en la operación de frenado regenerativo, el coche opera en un estado donde no se suministra energía en el momento en el que se despliega la energía. Por lo tanto, se reduce en forma instantánea una tensión de capacitor de filtro, de modo tal que opere un circuito de detección de capacitor de filtro de baja tensión, abriendo de esa manera un circuito principal. Durante el estado de punto muerto, se reduce una entrada (Es) de un detector de tensión de línea eléctrica aérea, de modo tal que opere un circuito de detección de tensión de línea eléctrica aérea, abriendo de esa manera el circuito principal.

En el estado de frenado regenerativo, un estado regenerativo puede continuar dependiendo del estado de la carga conectada con la sección de fallo de energía, con el resultado que se aplica una tensión a la sección de fallo de energía. Por lo tanto, hay un problema en que, aunque la sección de fallo de energía normalmente esté equipada para detener el suministro de energía cuando ocurre alguna anomalía en un riel o una línea eléctrica aérea, no se prefiere aplicar la tensión a la línea eléctrica aérea por medio de frenado regenerativo.

La presente invención se ha llevado a cabo para solucionar los problemas mencionados con anterioridad y un objetivo de la presente invención es obtener un controlador de coche eléctrico para detectar con exactitud el caso de la sección de fallo de energía y detener la aplicación de la tensión a la línea eléctrica aérea en un corto tiempo en el momento de la detección del fallo de energía sin depender del estado de la carga.

#### MEDIOS PARA RESOLVER LOS PROBLEMAS

Según la presente invención, se proporciona un controlador de coche eléctrico para controlar un coche eléctrico, equipado con un inversor para recibir energía suministrada a través de una línea eléctrica aérea y regenerar energía eléctrica a través de la línea eléctrica aérea durante una operación de frenado regenerativo y un motor de inducción accionado por el inversor, que incluye:

un medio de detección de tensión de línea eléctrica aérea para detectar una tensión de línea eléctrica aérea en la línea eléctrica aérea;

5 un medio de detección componente de ondulación para detectar un componente de ondulación incluido en la tensión de línea eléctrica aérea detectada por el medio de detección de tensión de línea eléctrica aérea;

un primer medio comparador en el que se fija un primer valor de referencia predeterminado, para comparar un nivel de la salida del componente de ondulación desde el medio de detección del componente de ondulación con el primer valor de referencia;

10 un medio de separación para determinar que un fallo de energía ocurre cuando el componente de ondulación es más pequeño que el primer valor de referencia con base en un resultado de comparación obtenido por medio del primer medio comparador y por la separación en forma eléctrica de la línea eléctrica aérea y el inversor uno del otro;

15 un segundo medio comparador en el que se fija un segundo valor de referencia predeterminado más grande que el primer valor de referencia, para comparar el nivel del componente de ondulación con el segundo valor de referencia; y

un medio de supresión de tensión de línea eléctrica aérea para suprimir un aumento de la tensión de línea eléctrica aérea cuando el componente de ondulación es más pequeño que el segundo valor de referencia con base en un resultado de comparación obtenido por medio del segundo medio comparador.

## 20 EFECTOS DE LA INVENCION

Según la presente invención, un controlador de coche eléctrico para controlar un coche eléctrico, proporcionado con un inversor para recibir energía suministrada a través de una línea eléctrica aérea y regenerar energía eléctrica a través de la línea eléctrica aérea durante una operación de frenado regenerativo y un motor de inducción accionado por el inversor, incluye:

25 un medio de detección de tensión de línea eléctrica aérea para detectar una tensión de línea eléctrica aérea en la línea eléctrica aérea;

un medio de detección del componente de ondulación para detectar un componente de ondulación incluido en la tensión de línea eléctrica aérea detectada por el medio de detección de tensión de línea eléctrica aérea;

30 un primer medio comparador en el que se fija un primer valor de referencia predeterminado, para comparar un nivel de la salida del componente de ondulación desde el medio de detección del componente de ondulación con el primer valor de referencia;

35 un medio de separación para determinar que un fallo de energía ocurre cuando el componente de ondulación es más pequeño que el primer valor de referencia con base en un resultado de comparación obtenido por medio del primer medio comparador y un tiempo predeterminado transcurre, y por la separación en forma eléctrica de la línea eléctrica aérea y el inversor uno del otro;

un segundo medio comparador en el que se fija un segundo valor de referencia predeterminado más grande que el primer valor de referencia, para comparar el nivel del componente de ondulación con el segundo valor de referencia; y

40 un medio de supresión de tensión de línea eléctrica aérea para suprimir un aumento de la tensión de línea eléctrica aérea cuando el componente de ondulación es más pequeño que el segundo valor de referencia con base en un resultado de comparación obtenido por medio del segundo medio comparador.

45 Por lo tanto, es posible detectar con exactitud el caso de la sección de fallo de energía y detener la aplicación de la tensión a la línea eléctrica aérea en un corto tiempo en el momento de la detección del fallo de energía sin depender del estado de la carga.

## DESCRIPCIÓN BREVE DE LOS DIBUJOS

50 La Figura 1 es un diagrama de bloques que muestra una estructura de un controlador de coche eléctrico según la Realización 1 de la presente invención.

Las Figura 2A y 2B son vistas explicativas que muestran una forma de onda de tensión de línea eléctrica aérea.

55 La Figura 3 es un diagrama de bloques que muestra una estructura de un controlador de coche eléctrico según la Realización 2 de la presente invención.

## MEJOR MODO DE LLEVAR A CABO LA INVENCION

### Realización 1

60 La Figura 1 muestra una estructura de un controlador de coche eléctrico según la Realización 1 de la presente invención. Según lo que se muestra en la Figura 1, una línea eléctrica aérea 1 se conecta con un lado de la fuente de energía al que se le suministra la energía desde una subestación de energía eléctrica. Un colector (pantógrafo) 2 que está en contacto eléctrico con la línea eléctrica aérea 1 recolecta energía de corriente directa desde la línea eléctrica aérea 1. El colector 2 se conecta con un reactor de filtro 4 y un capacitor de filtro 5 que forman parte de un circuito de filtro de entrada a través de un reotomo 3.

65

5 El capacitor de filtro 5 se conecta con un inversor VVVF trifásico 6 para convertir una tensión de corriente directa de entrada en una tensión de corriente alterna. El inversor VVVF 6 recibe energía suministrada a través de la línea eléctrica aérea 1 y regenera la energía a través de la línea eléctrica aérea 1 durante una operación de frenado regenerativo. El Inversor VVVF 6 se conecta con un motor de inducción (motor) 7. El motor de inducción 7 se activa por medio del Inversor VVVF 6. El motor de inducción 7 se conecta con las ruedas (no mostrado) equipadas en un coche. La estructura mencionada con anterioridad forma un circuito principal.

10 En esta realización, según lo que se muestra en la Figura 1, se agrega al circuito principal un módulo de frenado 8 que opera durante el frenado. El módulo de frenado 8 está conectado en serie con una resistencia de freno 9. El módulo de frenado 8 y la resistencia de freno 9 están conectados en paralelo con el capacitor de filtro 5. Se proporciona una tensión de capacitor de filtro detector 10 para detectar una tensión del capacitor de filtro 5. Un circuito de control de módulo de frenado 17 controla el módulo de frenado 8 con base en la tensión detectada del capacitor de filtro.

15 Se describirá en forma breve la operación del módulo de frenado 8. El circuito de control de módulo de frenado 17 controla la conducción/velocidad de un elemento de conmutación (no mostrado) equipado en el módulo de frenado 8 de manera tal que la tensión detectada del capacitor de filtro se vuelve igual a un valor nominal de tensión, controlando de esa manera una proporción de conducción. En este caso, el módulo de frenado 8 consume la energía regenerada por el inversor VVVF 6. Por lo tanto, incluso un lado de entrada se vuelve una carga ligera durante el frenado, una fuerza de frenado eléctrico predeterminado, es decir, que puede obtenerse un par de control eléctrico sin depender del estado de la carga.

25 Esta es la operación general del módulo de frenado 8. En esta realización, con el fin de evitar que se pierda un componente de ondulación dependiendo del estado de la carga en una sección de tensión de la fuente de energía normal, cuando el componente de ondulación se vuelve más pequeño que un valor de referencia predeterminado, el circuito de control de módulo de frenado 17 opera el módulo de frenado 8 para aumentar la proporción de conducción. Luego, se suprime un aumento de la tensión de la línea eléctrica aérea, por lo que se evita la pérdida del componente de ondulación de la tensión de fuente de energía.

30 La descripción retorna a la Figura 1. En esta realización, según lo que se muestra en la Figura 1, se proporcionan un detector de tensión de línea eléctrica aérea 11 para detectar una tensión de la línea eléctrica aérea 1 y un detector de corriente de entrada 12 para detectar una corriente de entrada al colector 2. El detector de tensión de línea eléctrica aérea 11 se conecta con un filtro de paso-banda 13. El filtro de paso-banda 13 detecta un componente de ondulación incluido en la tensión de línea eléctrica aérea.

35 El filtro de paso-banda 13 se conecta con dos comparadores 14 y 15 (de aquí en adelante denominados comparador-1 y comparador-2) para comparar una salida de nivel de tensión desde el filtro de paso-banda con los valores de referencia predeterminados  $V_{ref1}$  y  $V_{ref2}$ . El comparador-1 (número de referencia 14) se conecta con un circuito de control de reotomo 16 para controlar el reotomo 3.

40 Como un resultado de comparación obtenido por medio del comparador-1 (número de referencia 14), cuando un nivel de la salida del componente de ondulación desde el filtro de paso-banda 13 se vuelve más pequeño que el valor de referencia predeterminado  $V_{ref1}$  y un tiempo predeterminado transcurre, el circuito de control de reotomo 16 causa la apertura del reotomo 3. El comparador-2 (número de referencia 15) se conecta con el circuito de control de módulo de frenado 17 según lo descrito con anterioridad.

50 El circuito de control de módulo de frenado 17 controla el elemento de conmutación (no mostrado) equipado en el módulo de frenado 8 para controlar la proporción de conducción del módulo de frenado 8. Como un resultado de comparación obtenido por medio del comparador-2 (número de referencia 15), cuando el nivel de la salida del componente de ondulación desde el filtro de paso-banda 13 se vuelve más pequeño que el valor de referencia predeterminado  $V_{ref2}$ , el circuito de control de módulo de frenado 17 opera el módulo de frenado 8 para aumentar la proporción de conducción.

55 A continuación, se describirá la operación. El controlador de coche eléctrico según esta realización se construye según lo descrito con anterioridad. Cuando se pierde el componente de ondulación de la tensión de la fuente de energía que se genera en el momento de rectificar la tensión de la fuente de energía de corriente alterna, se detecta un fallo de energía.

60 Una tensión de la fuente de energía de un coche eléctrico de corriente continua se obtiene normalmente por medio de la rectificación de onda completa de la tensión de la fuente de energía de corriente alterna de una frecuencia comercial. Por lo tanto, por ejemplo, en el caso de un circuito rectificador de seis fases, una salida del mismo incluye una ondulación que posee una frecuencia seis veces superior a la frecuencia comercial. En algunos casos se puede utilizar un circuito rectificador de seis fases. En tales casos, una ondulación ocurre a una frecuencia doce veces superior a la frecuencia comercial. La Figura 2A muestra un ejemplo de forma de onda de una tensión de línea eléctrica aérea en un estado en el que ocurre la ondulación.

5 El hecho de si la tensión de la fuente de energía se suministra o no desde una subestación de energía eléctrica se puede determinar con base en la presencia o ausencia del componente de ondulación. Es decir, cuando la tensión sale desde la subestación de energía eléctrica, se detecta un componente de ondulación de tensión de la fuente de energía que posee una frecuencia seis veces o doce veces superior a la frecuencia comercial. Cuando ocurre un fallo de energía, se pierde la ondulación.

10 En la Figura 1, cuando una frecuencia de una fuente de energía es 50 Hz, la frecuencia central del filtro de paso-banda 13 en la tensión de línea eléctrica aérea se fija en 300 Hz en el caso del circuito rectificador de seis fases y en 600 Hz en el caso del circuito rectificador de seis fases. Cuando la frecuencia de la fuente de energía es de 60 Hz, la frecuencia central se fija en 360 Hz en el caso del circuito rectificador de seis fases y en 720 Hz en el caso del circuito rectificador de seis fases.

15 El hecho de si el componente de ondulación de la tensión de la línea eléctrica aérea mencionado con anterioridad es igual o más grande que el valor de referencia predeterminado  $V_{ref1}$  se verifica por medio del comparador-1 (número de referencia 14). Cuando el componente de ondulación es igual o más pequeño que el valor de referencia predeterminado  $V_{ref1}$ , se determina que es una sección de fallo de energía. Una vez transcurrido un tiempo predeterminado, el reotomo 3 se abre por medio del circuito de control de reotomo 16 para separar la línea eléctrica aérea 1 y el circuito principal uno del otro.

20 En esta realización, cuando el coche eléctrico entra en una sección de fallo de energía, incluso en el caso donde el coche se encuentra en operación de frenado regenerativo, el fallo de energía se detecta con base en la presencia o ausencia del componente de ondulación (no la tensión de línea eléctrica aérea influenciada por el estado de la carga) de la tensión de la fuente de energía que depende únicamente del suministro de energía o fallo de energía sin estar influenciado por el estado de la carga. Por lo tanto, se puede detectar el fallo de energía sin tener en cuenta el estado de la carga en la sección del fallo de energía.

30 Cuando se opera el frenado regenerativo en la sección de tensión de la fuente de energía normal, la tensión de línea eléctrica aérea aumenta debido a una carga regenerativa insuficiente. Después, cuando la tensión de línea eléctrica aérea excede una tensión alimentada desde la subestación de energía eléctrica, existe el caso donde se pierde la ondulación de tensión de la fuente de energía según lo que se muestra en Figura 2B a pesar de la ausencia de la sección del fallo de energía.

35 En esta realización, se proporciona el módulo de frenado 8 con el fin de evitar que un caso tal se detecte de manera errónea como el caso del fallo de energía. Cuando el componente de ondulación es más pequeño que el valor de referencia predeterminado  $V_{ref2}$ , el módulo de frenado 8 se opera para aumentar la proporción de conducción, suprimiendo de esa manera un aumento en la tensión de la línea eléctrica aérea. Por lo tanto, se puede evitar la pérdida del componente de ondulación para llevar a cabo en forma continua la detección del fallo de energía. De aquí en adelante, se realizará la descripción detallada.

40 En la Figura 1, se fijan los valores de referencia ( $V_{ref1}$  y  $V_{ref2}$ ) al comparador-1 (número de referencia 14) y el comparador-2 (número de referencia 15) de manera que se cumpla que  $V_{ref1} < V_{ref2}$ . En el estado normal de tensión de la fuente de energía, cuando la tensión de la línea eléctrica aérea se aumenta por la operación regenerativa, se reduce un nivel del componente de ondulación de la tensión de la fuente de energía. Luego, cuando se determina por medio del comparador-2 (número de referencia 15) que el nivel es más pequeño que el nivel de  $V_{ref2}$ , el circuito de control del módulo de frenado 17 opera el módulo de frenado 8 para aumentar la proporción de conducción con base en el valor.

50 Por el otro lado, cuando el nivel del componente de ondulación de la tensión de la fuente de energía es más grande que  $V_{ref2}$ , el circuito de control del módulo de frenado 17 opera el módulo de frenado 8 para reducir la proporción de conducción. Nótese que  $V_{ref1}$  es un valor fijado para detectar la pérdida del componente de ondulación en la línea eléctrica aérea, es decir, que ocurra un fallo de energía. El valor fijado es un valor que muy cercano a 0V, que corresponde a una característica residual del filtro de paso-banda 13, y es capaz de detectar de manera confiable el fallo de energía. En el caso donde la línea eléctrica aérea se encuentra en un estado normal, cuando se aumenta la tensión de la línea eléctrica aérea, se reduce el componente de ondulación.

55 Sin embargo, cuando el componente de ondulación se reduce al nivel de  $V_{ref2}$ , el módulo de frenado 8 se opera para suprimir el aumento de tensión de la línea eléctrica aérea. En este momento, es necesario permitir que el módulo de frenado 8 lleve a cabo el control de manera de evitar que transcurra un tiempo predeterminado mientras se lleva a cabo la operación de detección del fallo de energía, es decir, mientras se reduce el componente de ondulación al nivel de  $V_{ref1}$ . Por lo tanto,  $V_{ref2}$  es un valor fijado con un margen de control que permite que el componente de ondulación regrese a un nivel que exceda nuevamente a  $V_{ref2}$  por medio de la operación del módulo de frenado 8 después la detección de que el componente de ondulación alcanza el valor de  $V_{ref2}$ .

65 Según la operación del módulo de frenado 8, incluso en el estado en que la carga regenerativa es una carga ligera, la operación de frenado regenerativo se puede llevar a cabo sin provocar un estado en que el nivel del componente de ondulación de la tensión de la línea eléctrica aérea se reduce al nivel de  $V_{ref1}$  durante la operación y continúa

durante un tiempo predeterminado. Por lo tanto, se puede controlar en forma continua el freno eléctrico sin la detección errónea del fallo de energía.

5 Si el suministro desde la subestación de energía eléctrica se detiene para provocar un fallo de energía en la sección de tensión de la fuente de energía normal, el nivel de ondulación de tensión se reduce en forma instantánea a  $V_{ref1}$  o menos. Por lo tanto, se puede detectar un fallo de energía.

10 Según lo descrito con anterioridad, según esta realización, se detecta la sección del fallo de energía con base en la presencia o ausencia del componente de ondulación de la tensión de la fuente de energía, de modo tal que la sección del fallo de energía se pueda detectar con alta precisión sin depender del estado de la carga. En la sección de tensión de la fuente de energía normal, se puede detectar con exactitud el fallo de energía sin detectarse de manera errónea como la sección de fallo de energía a pesar del estado de la carga regenerativa. Además, cuando se detecta el fallo de energía, el circuito principal se puede abrir en forma instantánea para evitar la aplicación de la tensión a la línea eléctrica aérea 1.

15 Realización 2

20 La Figura 3 muestra una estructura de un controlador de coche eléctrico según la Realización 2 de la presente invención. Según lo que se muestra en la Figura 3, en la estructura del controlador de coche eléctrico según esta realización, los números de referencias 1 a 7 y 10 a 16 son idénticos a aquéllos en la Realización 1 según lo descrito con anterioridad, por lo que se omite aquí la descripción. Esta realización es diferente de la Realización 1 en un punto que se proporciona un circuito limitador de tensión de la línea eléctrica aérea 18 en lugar del módulo de frenado 8, la resistencia de freno 9, y el circuito de control del módulo de frenado 17 en la Realización 1. Por lo tanto, en esta realización, se opera no el módulo de frenado 8 sino el limitador de tensión de línea eléctrica aérea 18 como un medio para evitar la pérdida de la ondulación de tensión de la fuente de energía durante la operación de frenado regenerativo.

30 El circuito limitador de tensión de la línea eléctrica aérea 18 da salida a la cantidad de corrección para suprimir un valor nominal de fuerza de frenado regenerativo que ingresa desde un exterior con base en la salida del comparador-2 (número de referencia 15). Según lo que se muestra en la Figura 3, se proporciona un sustractor 19 en la etapa posterior del limitador de tensión de la línea eléctrica aérea 18. La cantidad de corrección desde el circuito limitador de tensión de la línea eléctrica aérea 18 se sustrae del valor nominal de fuerza de frenado regenerativo ingresado desde el exterior. Por lo tanto, el valor nominal de la fuerza de frenado regenerativo corregido por el circuito limitador de tensión de la línea eléctrica aérea 18 se ingresa al inversor VVVF 6. El inversor VVVF 6 lleva a cabo la operación de frenado en respuesta al valor nominal.

35 Se realizará una descripción más detallada. En la Figura 3, los valores de referencia ( $V_{ref1}$  y  $V_{ref2}$ ) del comparador-1 (número de referencia 14) y el comparador-2 (número de referencia 15) se ajustan de manera tal que se cumpla que  $V_{ref1} < V_{ref2}$ . En el estado normal de tensión de la fuente de energía, en el caso donde la carga regenerativa es una carga ligera, cuando la tensión de la línea eléctrica aérea se aumenta por la operación regenerativa para reducir un nivel del componente de ondulación de la tensión de la fuente de energía, y cuando el nivel reducido se vuelve más pequeño que el nivel del valor de referencia  $V_{ref2}$  del comparador-2 (número de referencia 15), el limitador de tensión de la línea eléctrica aérea 18 aumenta una salida basada en el valor para reducir el valor nominal de fuerza de frenado regenerativo.

45 Por lo tanto, se suprime el nominal de fuerza de frenado regenerativo y se reduce la cantidad de fuerza de frenado regenerativo para suprimir un aumento de tensión de la línea eléctrica aérea. Incluso cuando se reduce la cantidad de fuerza de frenado regenerativo, una cantidad insuficiente de la misma se complementa por medio de una fuerza de frenado de aire en un sistema de coche normal. Por lo tanto, no hay problema en una fuerza de frenado para el coche. Cuando el nivel del componente de ondulación de la tensión de la fuente de energía excede a  $V_{ref2}$ , se reduce la salida del limitador de tensión de la línea eléctrica aérea 18.

50 Según la operación mencionada con anterioridad, incluso en el estado en que la carga regenerativa es la carga ligera, la operación de frenado regenerativo se puede llevar a cabo sin provocar un estado en que el nivel del componente de ondulación de la tensión de la línea eléctrica aérea se reduce al nivel de  $V_{ref1}$  durante la operación y continúa durante un tiempo predeterminado. Por lo tanto, se puede controlar en forma continua el freno eléctrico sin la detección de un fallo de energía.

60 Si ocurre un fallo de energía, el nivel del componente de ondulación se reduce en forma instantánea a  $V_{ref1}$  o menos. Por lo tanto, se puede detectar el fallo de energía.

65 Según lo descrito con anterioridad, según esta realización, la sección de fallo de energía se detecta con base en la presencia o ausencia del componente de ondulación de la tensión de la fuente de energía, por lo que la sección de fallo de energía se puede detectar con alta precisión sin depender del estado de la carga. En las secciones normales de tensión de la fuente de energía, una sección no se detecta en forma errónea como la sección de fallo de energía a pesar del estado de la carga regenerativa. Cuando se detecta el fallo de energía, el circuito principal se puede abrir en forma instantánea para evitar la aplicación de la tensión a la línea eléctrica aérea 1.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Un controlador de coche eléctrico para controlar un coche eléctrico, que está equipado con un inversor (6) para recibir energía suministrada a través de una línea eléctrica aérea (1) y regenerar energía a través de la línea eléctrica aérea (1) durante una operación de frenado regenerativo y un motor de inducción (7) accionado por el inversor (6), el controlador de coche eléctrico comprende:
- 10 – un medio de detección de tensión de línea eléctrica aérea (11) para detectar una tensión de línea eléctrica aérea en la línea eléctrica aérea (1);
- un medio de detección componente de ondulación (13), por ej. un filtro de paso-banda para detectar un componente de ondulación incluido en la tensión de línea eléctrica aérea detectada por el medio de detección de tensión de línea eléctrica aérea (11);
- 15 – un primer medio comparador (14) en el que se fija un primer valor de referencia predeterminado, para comparar un nivel de salida del componente de ondulación desde el medio de detección componente de ondulación (13) con el primer valor de referencia (Vref1); y
- un medio de separación (3, 16) para determinar que un fallo de energía ocurre cuando el componente de ondulación es más pequeño que el primer valor de referencia (Vref1) con base en un resultado de comparación obtenido por medio del primer medio comparador (14) y por la separación en forma eléctrica de la línea eléctrica aérea (1) y el inversor (6) uno del otro.
- 20
2. El controlador de coche eléctrico según la reivindicación 1, que además comprende:
- 25 – un segundo medio comparador (15) en el que se fija un segundo valor de referencia predeterminado (Vref2) más grande que el primer valor de referencia (Vref1), para comparar el nivel del componente de ondulación con el segundo valor de referencia (Vref2); y
- un medio de supresión de tensión de línea eléctrica aérea (8, 17; 18, 19) para suprimir un aumento de la tensión de línea eléctrica aérea cuando el componente de ondulación es más pequeño que el segundo valor de referencia (Vref2) con base en un resultado de comparación obtenido por medio del segundo medio comparador (15).
- 30
3. El controlador de coche eléctrico según la reivindicación 2, en donde los medios de supresión de tensión de línea eléctrica aérea (8, 17) comprenden:
- 35 – un módulo de frenado conectado en paralelo con el inversor (6); y
- un circuito de control de módulo de frenado (17) para controlar una proporción de conducción del módulo de frenado (8) con base en un valor del componente de ondulación cuando el componente de ondulación es más pequeño que el segundo valor de referencia (Vref2).
- 40
4. El controlador de coche eléctrico según la reivindicación 2, en donde los medios de supresión de tensión de línea eléctrica aérea (18, 19) comprenden:
- 45 – un medio de entrada de valor nominal de fuerza de frenado regenerativo (19) en el que se ingresa un valor nominal de fuerza de frenado regenerativo; y
- un medio de corrección de valor nominal de fuerza de frenado regenerativo (18, 19) para sustraer el valor nominal de fuerza de frenado regenerativo ingresado en el medio de entrada del valor nominal de fuerza de frenado regenerativo (19) con base en un valor del componente de ondulación cuando el componente de ondulación es más pequeño que el segundo valor de referencia (Vref2).

FIG. 1

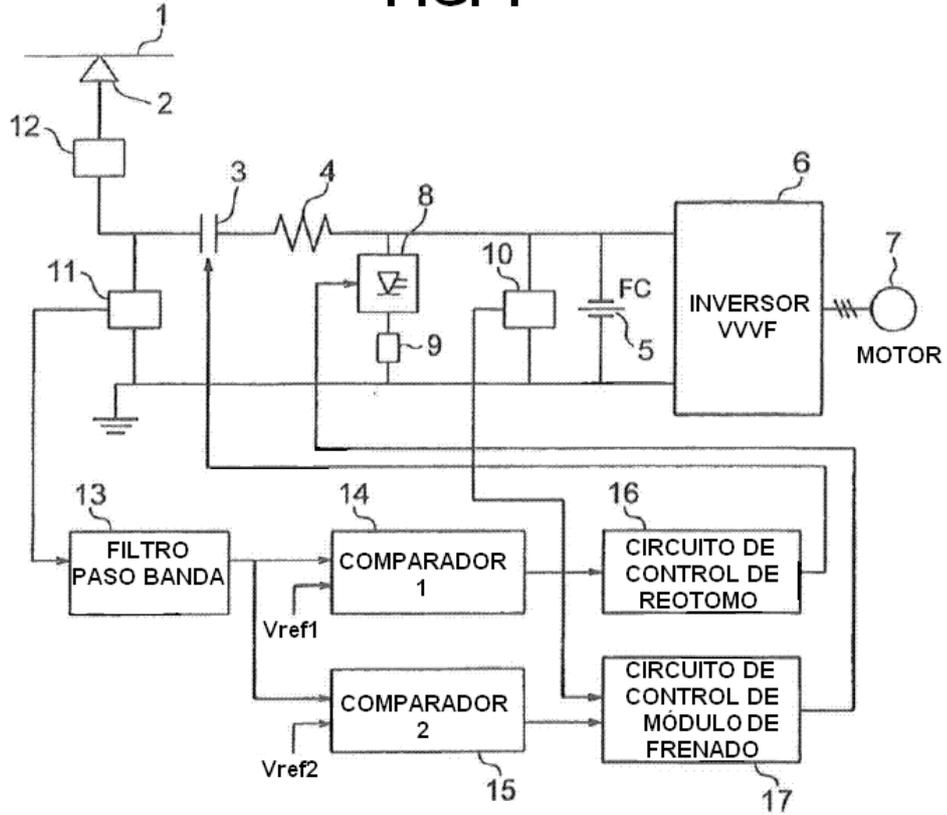


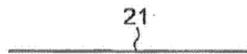
FIG. 2A



0V

ESTADO EN EL QUE HAY ONDULACIÓN

FIG. 2B



ESTADO EN EL QUE NO HAY ONDULACIÓN (LA TENSION DE LINEA ELÉCTRICA AÉREA SE INCREMENTA POR MEDIO DE OPERACIÓN REGENERATIVA)

**FIG. 3**

