

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 625 458**

51 Int. Cl.:

**B60L 9/32** (2006.01)

**H02H 7/08** (2006.01)

**H02H 7/26** (2006.01)

**H02P 5/74** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.06.2007 PCT/JP2007/061578**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.12.2008 WO08149447**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.06.2007 E 07828134 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.04.2017 EP 2154778**

54 Título: **Controlador de motor eléctrico**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**19.07.2017**

73 Titular/es:  
**MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION (100.0%)**  
**7-3, MARUNOUCHI 2-CHOME**  
**CHIYODA-KU, TOKYO 100-8310, JP**

72 Inventor/es:  
**KITANAKA, HIDETOSHI**

74 Agente/Representante:  
**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

ES 2 625 458 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 motor eléctrico

**Campo técnico**

5 La presente invención se refiere a un motor de corriente alterna para accionar un vehículo eléctrico, y más particularmente, a un aparato de control de motor que es adecuado para controlar un motor síncrono de imán permanente.

**Antecedentes de la técnica**

10 Un aparato convencional para controlar un vehículo accionado eléctricamente generalmente tiene una estructura en que una pluralidad de motores de inducción, cada uno unido a cada uno de una pluralidad de ejes en un vagón, se accionan juntos en paralelo mediante un único inversor (por ejemplo, véase el Documento de Patente 1 a continuación).

Un problema técnico en el accionamiento de los motores de inducción juntos en paralelo mediante un único inversor está en acomodar con diferentes grados de desgaste en diámetros de una pluralidad de ruedas (de aquí en adelante, denominado como "diámetro de rueda") que se accionan juntos mediante un único inversor.

15 Es bien conocido que la velocidad de rotación de un motor de inducción (=frecuencia de rotor) es un valor obtenido añadiendo una frecuencia de deslizamiento a una frecuencia de inversor. La frecuencia de deslizamiento tiene un significado significativo cuando los motores de inducción se accionan mediante un único inversor, debido a que la frecuencia de deslizamiento absorbe la diferencia entre las frecuencias de inversor que son comunes entre los motores de inducción y las frecuencias de rotor que son diferentes entre los motores de inducción.

20 Se proporcionará ahora una explicación más específica, usando un ejemplo donde una pluralidad de ruedas que están rotando sobre raíles sin deslizamiento sobre los mismos.

25 La velocidad de rotación de un motor llega a ser menor que las de otros cuando un diámetro de rueda es mayor (es decir, la longitud circunferencial de la misma es mayor) que los otros. Por el contrario, cuando el diámetro de rueda es menor (es decir, una longitud circunferencial de la misma es más corta), la velocidad de rotación del motor llega a ser más alta. Debido a que la frecuencia de inversor es común entre los motores, una diferencia en la velocidad de rotación es una diferencia en la frecuencia de deslizamiento aplicada a cada uno de los motores de inducción. En este momento, se generan diferentes grados de pares en los motores de inducción, de manera correspondiente a la diferencia en las frecuencias de deslizamiento. No obstante, debido a que una frecuencia de deslizamiento nominal de un motor de inducción se fija generalmente de tal manera que una diferencia esperable en el diámetro de rueda no da ninguna influencia al mismo, la diferencia de par generada es muy limitada y prácticamente no provoca un problema.

30 Por lo tanto, junto con otras ventajas, es adecuado usar motores de inducción para accionar motores juntos en paralelo mediante un único inversor. Además, usando la estructura para accionar motores de inducción mediante un único inversor, se puede minimizar el número de inversores, con independencia del número de motores de inducción instalados en un vehículo. De esta manera, el aparato de control se puede reducir aún más tanto en peso como en tamaño.

Recientemente, un motor síncrono de imán permanente accionado por un inversor se aplica crecientemente en campos tales como de equipos industriales o electrodomésticos.

40 En comparación con un motor de inducción, un motor síncrono de imán permanente tiene las ventajas de no requerir una corriente de excitación, debido a que se establecen flujos magnéticos mediante imanes permanentes, y de ser altamente eficiente, debido a que no fluye ninguna corriente en el rotor, de esta manera no causando una pérdida de cobre secundaria. Por estas razones, recientemente, se han hecho diversos intentos para aplicar un motor síncrono de imán permanente como un motor para accionar un vehículo eléctrico.

[Documento de Patente 1] Solicitud de patente japonesa abierta a la inspección pública N° 2006-014489

45 El documento US 6278256 B1 presenta la técnica anterior según el preámbulo de la reivindicación 1.

El documento EP 0832779 describe un aparato de control para un vehículo eléctrico que tiene un controlador principal y una pluralidad de controladores de inversor supervisados y controlados por el controlador principal, en la que cada uno de los controladores de inversor controla un inversor, que alimentan un motor de accionamiento. Si ocurre una anomalía el controlador principal produce una señal que se envía a cada inversor separadamente.

50 **Descripción de la invención**

Problema a ser resuelto por la invención

Quando se aplica un motor síncrono de imán permanente como un motor para accionar un vehículo eléctrico, la minimización de una estructura de un aparato que incluye una pluralidad de motores síncronos de imán permanente es una materia crítica.

5 Además, como es bien conocido en la técnica, un motor síncrono de imán permanente opera con la frecuencia de inversor sincronizada con la frecuencia de rotor. Por lo tanto, los motores síncronos de imán permanente, cada uno que difiere en la velocidad de rotación, no se pueden accionar juntos en paralelo mediante un único inversor.

10 Por lo tanto, si un motor síncrono de imán permanente se aplica a un vehículo eléctrico, se requerirá un inversor de accionamiento para cada uno de los motores síncronos de imán permanente. Debido a que, en un vehículo eléctrico, cada rueda se acciona por una pluralidad de motores en un conjunto de vehículo, aumenta el número de inversores requeridos. Por lo tanto, un controlador para los inversores aumentados llega a ser mayor en tamaño y coste. De esta manera, el aparato de control aumenta inevitablemente de tamaño, masa, y coste.

15 La presente invención se hace en consideración de lo anterior. Un objeto de la presente invención es proporcionar un aparato de control de motor, que tiene un controlador para una pluralidad de inversores proporcionados que corresponden a cada uno de una pluralidad de motores, donde cada una de las unidades de cálculo, a ser dispuestas por consiguiente a cada uno de los motores, se dispone eficazmente dentro de un controlador, y las operaciones realizadas por ello se agrupan eficazmente para reducir el tamaño, la masa, y el coste de los mismos. En particular de manera que todos los inversores se pueden apagar con una única señal de error.

Medios para resolver el problema

20 Con el fin de resolver el problema antes mencionado y lograr el objeto, se construye un aparato de control de motor para controlar una pluralidad de motores de corriente alterna según la reivindicación 1.

Efecto de la invención

25 En un aparato de control de motor según la presente invención, las unidades de cálculo en el controlador se agrupan en: la unidad de cálculo común que calcula y emite señales de control que son comunes entre los inversores; la unidad de cálculo individual que calcula individualmente y emite señales de control relacionadas con cada uno de los inversores; y la unidad de cálculo de lógica común que emite señales de puerta para controlar la conmutación de cada uno de los inversores en base a las señales recibidas desde las unidades de cálculo común y las unidades de cálculo individual. De esta manera, las operaciones realizadas por cada una de las unidades de cálculo se agrupan eficazmente, y cada una de las unidades de cálculo, dispuestas según cada uno de los motores, se dispone eficazmente dentro de un controlador. Por lo tanto, la presente invención logra los efectos de reducir el tamaño, la masa, y el coste del aparato de control de motor.

30

**Breve descripción de los dibujos**

La Fig. 1 es un esquema de un aparato de control de motor según una realización ejemplar de la presente invención.

La Fig. 2 es un esquema de una estructura de un controlador según la realización ejemplar.

La Fig. 3 es un esquema de un ejemplo de un comando de par básico TP0.

35 **Explicación de las letras o números**

- 1 colector de potencia
- 2 raíl
- 3 rueda
- 4 cable eléctrico
- 40 10 controlador
- 20 primera unidad de cálculo común
- 21 procesador de secuencia
- 22 detector de protección
- 23 procesador de comunicación
- 45 30 segunda unidad de cálculo común
- 31 generador de comando de par básico

	32	calculador de media
	40A, 40B	unidad de cálculo individual
	41A, 41B	procesador de comando de par
	42A, 42B	controlador de deslizamiento
5	43A, 43B	controlador INV
	50	controlador de convertidor
	51	controlador CNV
	60	unidad de cálculo de lógica común
	61A, 61B, 62	lógica de puerta
10	63	calculador de velocidad
	64	lógica de contactor
	65	detector de protección de alta velocidad
	66	circuito OR
	100	aparato de control
15	CNV	convertidor
	CT1	sensor de corriente de primer motor
	CT2	sensor de corriente de segundo motor
	CTS	sensor de corriente de entrada
	FC	condensador de filtro
20	INV1	primer inversor
	INV2	segundo inversor
	K	contactor del lado de entrada
	M1	primer motor síncrono de imán permanente
	M2	segundo motor síncrono de imán permanente
25	MMK1, MMK2	contactor del lado de motor
	PT	detector de voltaje de entrada
	RZ1	primer sensor de rotación
	RZ2	segundo sensor de rotación
	SQ	estado de secuencia
30	TRF	transformador

**Mejor(es) modo(s) para llevar a cabo la invención**

Un aparato de control de motor según una realización ejemplar de la presente invención se explicará ahora en base a los dibujos. Señalar que la realización no se pretende que limite el alcance de la presente invención de ninguna manera.

35 La Fig. 1 es un esquema de un aparato de control de motor según una realización ejemplar de la presente invención. En este esquema, un aparato de control 100 según la realización incluye, secuencialmente desde un lado de la etapa de entrada del mismo, un detector de voltaje de entrada PT, un contactor de lado de entrada K, un sensor de corriente de entrada CTS, un convertidor CNV, un condensador de filtro FC, un primer y segundo inversores INV1 e INV2, un primer y segundo sensores de corriente de motor CT1 y CT2 y un primer y un segundo contactores del lado de motor MMK1 y MMK2.

40

Además, como se muestra en la Fig. 1, el extremo del lado primario de un transformador TRF se conecta a un cable eléctrico 4 a través de un colector de potencia 1, y el otro extremo se conecta a un carril 2 que está a un potencial de tierra a través de una rueda 3. En otras palabras, energía eléctrica suministrada desde una subestación de energía eléctrica (no mostrada) se recibe a través del cable eléctrico 4, el colector de potencia 1, la rueda 3, y el carril 2.

- 5 Se explicarán ahora una disposición, conexiones, funciones y operaciones de cada una de estas unidades en el aparato de control 100.

(Detector de voltaje de entrada PT)

10 En la Fig. 1, el lado secundario del transformador TRF se conecta al aparato de control 100, y la salida de voltaje del TRF se introduce al contactor del lado de entrada K que funciona para aislar el aparato de control 100 del transformador TRF. Un voltaje de entrada VS que es el voltaje en el lado secundario del transformador TRF se introduce a un controlador 10 a través del detector de voltaje de entrada PT. Debido a que el voltaje en el lado secundario del transformador TRF es normalmente alto (aproximadamente 1.500 voltios), se puede proporcionar un devanado de bajo voltaje en el transformador TRF, y se puede obtener a partir del mismo el voltaje de entrada VS.

(Contactor del lado de entrada K)

15 El contactor del lado de entrada K es un contactor que tiene la capacidad de abrir y cerrar una corriente de varios cientos de amperios, y se fija a APAGADA cuando el aparato de control 100 ha de ser detenido u ocurre alguna anomalía, y se fija a ENCENDIDA durante las operaciones habituales. El controlador 10 emite una señal de control KC al contactor del lado de entrada K para activar o desactivar una bobina de cierre interna prevista en el mismo, para controlar la apertura y el cierre de un contacto principal. Un estado del contacto principal en el contactor  
20 del lado de entrada K se devuelve al controlador 10 como una señal de estado de contacto KF a través, por ejemplo, de un contacto auxiliar e igualmente cooperando mecánicamente con el mismo.

(Sensor de corriente de entrada CTS)

25 En la siguiente etapa al contactor del lado de entrada K, se proporciona el sensor de corriente de entrada CTS para detectar una corriente de entrada IS. La corriente de entrada IS detectada por el sensor de corriente de entrada CTS se introduce en el controlador 10.

(Convertidor CNV)

30 En la etapa siguiente al sensor de corriente de entrada CTS, se proporciona el convertidor CNV para convertir el voltaje de corriente alterna de entrada a un voltaje de corriente continua (DC) VD y para emitir el voltaje DC VD al condensador de filtro FC. El convertidor CNV incluye un circuito puente que tiene dispositivos de conmutación tales como transistores bipolares de puerta aislada (IGBT) y se estructura generalmente para ser un denominado convertidor de modulación de anchura de pulso (PWN) de tipo voltaje que hace que cada uno de los dispositivos de conmutación realice una operación de PWN. El convertidor CNV recibe una señal de puerta CG desde el controlador  
35 10 para cada uno de los dispositivos de conmutación, y emite de forma inversa una señal de estado de operación CGF de cada uno de los dispositivos de conmutación al controlador 10. Debido a que la estructura y la operación realizadas por el convertidor PWM de tipo voltaje son bien conocidas en la técnica, se omite en la presente memoria una explicación detallada de las mismas.

(Condensador de filtro FC)

40 El condensador de filtro FC se conecta al lado de salida del convertidor CNV. El primer inversor INV1 y el segundo inversor INV2 se conectan a los terminales positivo y negativo del condensador de filtro FC en paralelo, y cada uno se alimenta con voltaje DC VD que es la salida de voltaje del convertidor CNV.

(Primer y segundo inversores INV1 e INV2)

45 El primer inversor INV1 incluye un circuito puente que tiene dispositivos de conmutación tales como IGBT, y se estructura generalmente para ser un denominado inversor de modulación de anchura de pulso (PWM) de tipo voltaje que hace que cada uno de los dispositivos de conmutación realice la operación PWM. El primer inversor INV1 recibe una señal de puerta IG1 desde el controlador 10 para cada uno de los dispositivos de conmutación, y emite de forma inversa una señal de estado de operación IGF1 de cada uno de los dispositivos de conmutación al controlador 10. Debido a que la estructura de y la operación realizadas por el inversor PWM de tipo voltaje son bien conocidas en la técnica, se omite en la presente memoria una explicación detallada de las mismas. Además, debido a que la estructura de y la operación realizadas por el segundo inversor INV2 son las mismas que las del primer inversor  
50 INV1, se omiten en la presente memoria las explicaciones de la estructura y la operación realizada por el mismo.

(Primer y segundo sensores de corriente de motor CT1 y CT2)

En el lado de salida del primer inversor INV1, se proporciona el primer sensor de corriente de motor CT1 para detectar la corriente de salida del primer inversor INV1 (es decir, una corriente de motor). Una primera corriente de motor I1 detectada por el sensor de corriente de motor CT1 se introduce en el controlador 10. Además, en el

extremo de salida del segundo inversor INV2, se proporciona el segundo sensor de corriente de motor CT2, y la corriente de salida detectada por el segundo sensor de corriente de motor CT2 se introduce al controlador 10.

(Primer y segundo contactores del lado de motor MMK1 y MMK2)

5 En la siguiente etapa al sensor de corriente de motor CT1, se proporciona el primer contactor del lado de motor MMK1. El primer contactor del lado de motor MMK1 es un contactor que tiene la capacidad de abrir y cerrar una corriente de varios cientos de amperios, y se fija a APAGADO cuando el aparato de control 100 ha de ser detenido u ocurre alguna anomalía, y se fija a ENCENDIDO durante las operaciones habituales. El controlador 10 emite una señal de control MKC1 al primer contactor del lado de motor MMK1 para ENCENDER o APAGAR una bobina de cierre interna proporcionada en el mismo para controlar la apertura y el cierre del contacto principal. El estado del contacto principal en el primer contactor del lado de motor MMK1 se devuelve al controlador 10 como una señal de estado de contacto MKF1 a través, por ejemplo, de un contacto auxiliar e igualmente cooperando mecánicamente con el mismo. Además, en la siguiente etapa al sensor de corriente de motor CT2, se proporciona el segundo contactor del lado de motor MMK2. Debido a que una función y una operación realizadas por el mismo son las mismas que las del primer contactor del lado de motor MMK1, se omiten en la presente memoria las explicaciones de la función y la operación realizada por el mismo.

(Primer motor síncrono de imán permanente M1)

20 En la siguiente etapa al primer contactor del lado de motor MMK1, se conecta el primer motor síncrono de imán permanente M1. El primer motor síncrono de imán permanente M1 se conecta mecánicamente a la rueda 3, y se estructura para accionar la rueda 3. Además, un primer sensor de rotación RZ1 se conecta al primer motor síncrono de imán permanente M1, y un valor detectado R1 se introduce al controlador 10.

(Segundo motor síncrono de imán permanente M2)

25 En la siguiente etapa al segundo contactor del lado de motor MMK2, se conecta el segundo motor síncrono de imán permanente M2, conectado mecánicamente a otra rueda 3 que no es la rueda 3 conectada al primer motor síncrono de imán permanente M1. Además, al segundo motor síncrono de imán permanente M2, se conecta un segundo sensor de rotación RZ2, y se introduce un valor detectado R2 en el controlador 10.

(Primer y segundo sensores de rotación RZ1 y RZ2)

30 Tanto el primer sensor de rotación RZ1 como el segundo sensor de rotación RZ2 son llamados codificadores o máquinas de resolver, y los valores detectados R1 y R2 detectados por los sensores de rotación son señales que indican una posición absoluta de un rotor en cada uno de los motores. También se comercializa un llamado esquema de control sin sensor, que obvia un sensor de rotación que obtiene la posición absoluta del rotor de un motor realizando un cálculo basado en el voltaje y la corriente del motor. Si ha de ser usado el esquema de control sin sensor, no se requieren el primer sensor de rotación RZ1 y el segundo sensor de rotación RZ2.

(Controlador 10)

35 El controlador 10 incluye un microordenador (MC) o un circuito lógico, y una fuente de control que suministra una potencia al mismo. El controlador 10 emite una señal de control (KC, CG, IG1, IG2, MKC1 y MKC2) a cada una de estas unidades siguiendo procedimientos predeterminados para controlar cada una de las unidades en base a una señal de comando de accionamiento CMD introducida desde una cabina (no mostrada) y similares del vehículo eléctrico y una señal de estado recibida de cada una de las unidades descritas anteriormente (al menos el voltaje de entrada VS, la señal de estado de contacto KF en el contactor del lado de entrada K, la corriente de entrada IS, la señal de estado de operación CGF en los dispositivos de conmutación del convertidor, el voltaje DC VD, la señal de estado de operación IGF1 en los dispositivos de conmutación en el primer inversor, la señal de estado de operación IGF2 en el dispositivo de conmutación en el segundo inversor, la primera corriente de motor I1, la segunda corriente de motor I2, la señal de estado de contacto MKF1 en el primer contactor del lado de motor MMK1, la señal de estado de contacto MKF2 en el segundo contactor del lado de motor MMK2, el valor detectado R1 en el primer sensor de rotación RZ1, y el valor detectado R2 en el segundo sensor de rotación RZ2). Si la señal de estado recibida indica un valor anormal, el controlador 10 realiza una operación de control tal como detener cada una de estas unidades por medio de la señal de control a ser proporcionada al mismo.

50 Además de estas señales de control, el controlador 10 emite una señal de notificación de estado STD, y recibe la señal de comando de accionamiento CMD. La señal de notificación de estado STD es una señal para indicar un estado de operación o un estado anormal de cada una de las unidades en el aparato de control 100, y se emite en forma, por ejemplo, de una comunicación de datos o de una señal de contacto a una cabina externa o un aparato de monitorización de estado de equipo (ninguno de los cuales se muestra) y similares. La señal de comando de accionamiento CMD incluye al menos señales que corresponden a un comando de avance/retroceso, un comando de marcha de potencia e intensidad de la misma, un comando de frenado e intensidad del mismo.

55 En la Fig. 1, se muestra un ejemplo de un vehículo eléctrico alimentado en AC como una realización ejemplar del aparato de control de motor. El aparato de control de motor también se puede aplicar a un vehículo eléctrico

alimentado en DC que es ampliamente usado en los metros y los ferrocarriles suburbanos. Si el aparato de control de motor ha de ser aplicado a un vehículo eléctrico de entrada en DC, no se requiere el transformador TRF y el convertidor CNV, y el voltaje DC (generalmente de aproximadamente 600 voltios a 3.000 voltios de DC) suministrado desde el cable eléctrico 4 se aplica directamente al condensador de filtro FC como el voltaje DC VD.

## 5 (Estructura detallada del controlador 10)

Se explicará ahora la estructura detallada del controlador 10. La Fig. 2 es un esquema de una estructura del controlador 10 según la realización ejemplar. Como se muestra en la Fig. 2, el controlador 10 incluye una primera unidad de cálculo común 20, una segunda unidad de cálculo común 30, unidades de cálculo individual 40A y 40B, un controlador de convertidor 50, y una unidad de cálculo de lógica común 60.

## 10 (Estructura de la primera unidad de cálculo común 20)

La primera unidad de cálculo común 20 incluye un procesador de secuencia 21, un detector de protección 22 y un procesador de comunicación 23.

### (Primera unidad de cálculo común 20 - Procesador de secuencia 21)

15 El procesador de secuencia 21 recibe la señal del comando de accionamiento CMD proporcionada externamente y las señales de estado (VS, KF, IS, CGF, VD, IGF1, IGF2, I1, I2, MKF1, MKF2, FM1 y FM2) desde cada una de las unidades en el aparato de control 100. En base a la señal de comando de accionamiento CMD, el procesador de secuencia 21 emite, con una lógica de secuencia prescrita, una señal de control CS que incluye un código de un comando de par que corresponde a un comando de avance/retroceso, un comando de marcha de potencia, un comando de frenado, una instrucción de corte de par e igualmente a un generador de comando de par básico 31 que se describirá más tarde. Al mismo tiempo, el procesador de secuencia 21 emite KC que es un comando de cierre para el contactor del lado de entrada K, MKC1 que es un comando de cierre para el primer contactor del lado de motor MMK1, y MKC2 que es un comando de cierre para el segundo contactor del lado de motor MMK2 a la unidad de cálculo de lógica común 60 que se describirá más tarde.

### (Primera unidad de cálculo común 20 - Detector de protección 22)

25 El detector de protección 22 genera una señal de control SWH en base a las señales de estado, y emite la señal de control SWH a la unidad de cálculo de lógica común 60. Además, cuando un voltaje, una corriente, y similares de cada una de las unidades en el aparato de control excede un valor predeterminado, el detector de protección 22 determina la situación como anormal y emite una señal tras la determinación de la anomalía como señal de estado detectado de anomalía PF al procesador de comunicación 23.

### 30 (Primera unidad de cálculo común 20 - Procesador de comunicación 23)

El procesador de comunicación 23 recibe las señales de estado (VS, KF, IS, CGF, VD, IGF1, IGF2, I1, I2, MKF1, MKF2, FM1 y FM2) de cada una de las unidades en el aparato de control, la señal del estado detectado de anomalía PF desde el detector de protección 22, y un estado de secuencia SQ desde el procesador de secuencia 21. El procesador de comunicación 23 emite la señal de notificación de estado STD a la cabina del vehículo eléctrico, al aparato de monitorización de estado de equipo (ninguno de los cuales se muestra), y similares, en forma, por ejemplo, de una comunicación de datos o una señal de contacto.

### 35 (Estructura de la segunda unidad de cálculo común 30)

La segunda unidad de cálculo común 30 incluye el generador de comando de par básico 31 y un calculador de media 32.

### 40 (Segunda unidad de cálculo común 30 - Generador de comando de par básico 31)

La señal de control CS del procesador de secuencia 21 se introduce en el generador de comando de par básico 31. El generador de comando de par básico 31 genera un comando de par básico TP0 usando el comando de marcha de potencia, el comando de frenado, y los comandos de las intensidades respectivas de los mismos. El comando de par básico TP0 es un valor determinado al menos en base al comando de marcha de potencia, al comando de frenado, a los comandos de la intensidad respectiva de los mismos, y a la velocidad del vehículo eléctrico.

### 45 (Segunda unidad de cálculo común 30 - Calculador de media 32)

La velocidad del vehículo eléctrico, usada para generar el comando de par básico TP0, se genera en el calculador de media 32. El calculador de media 32 realiza una operación de promediado a una velocidad FM1 del primer motor síncrono de imán permanente generada a partir del valor detectado R1 obtenido en el primer sensor de rotación RZ1, y una velocidad FM2 del segundo motor síncrono de imán permanente generada a partir del valor R2 detectado obtenido en el segundo sensor de rotación RZ2, y emite la salida de la operación de promediado al generador de comando de par básico 31 como una velocidad de motor media FMA.

50

La Fig. 3 es un esquema de un ejemplo del comando de par básico TP0. El eje horizontal del mismo representa la velocidad de motor media FMA generada por el calculador de media 32, y el eje vertical del mismo representa el comando de par básico TP0 generado por el generador de comando de par básico 31. Como se muestra en la Fig. 3, el comando de par básico TP0 tiene varios perfiles que son dependientes de la velocidad de motor media, y estos perfiles se conmutan por la señal de control CS emitida desde el procesador de secuencia 21.

(Estructuras de unidades de cálculo individual 40A y 40B)

El comando de par básico TP0 se introduce en las unidades de cálculo individual 40A y 40B. La unidad de cálculo individual 40A corresponde a los controles del primer motor síncrono de imán permanente M1, y la unidad de cálculo individual 40B corresponde a los controles del segundo motor síncrono de imán permanente M2. Aunque no se muestra especialmente en el esquema, el número de motores controlados por el controlador 10 no está limitado a dos. Cuando se requiere controlar un tercer y un cuarto motores síncronos de imán permanente, se pueden añadir unidades de cálculo individual, cada una que corresponde a los mismos. Una estructura de cada una de las unidades de cálculo individual es como se muestra en la Fig. 2. Aunque las letras y los números de referencia son diferentes, la estructura, la disposición, la función y similares son todas las mismas. Por lo tanto, en la explicación a continuación, se explica de manera representativa la unidad de cálculo individual 40A, proporcionada que corresponde a los controles del primer motor síncrono de imán permanente M1.

(Estructura de unidad de cálculo individual 40A)

La unidad de cálculo individual 40A incluye un procesador de comando de par 41A, un controlador de deslizamiento 42A y un controlador INV 43A.

(Unidad de cálculo individual 40A – Procesador de comando de par 41A)

EL procesador de comando de par 41A recibe el comando básico de par TP0 y una señal de control SS1 del controlador de deslizamiento 42A, calcula un comando de par TP1, y emite el comando de par TP1 al controlador INV 43A. El procesador de comando de par 41A tiene una función de reducir el comando de par básico en base a la señal de control SS1 del controlador de deslizamiento 42A, y emitir un valor óptimo ajustado como el comando de par TP1. El procesador de comando de par 41A también tiene una función, cuando el comando de par básico TP0 introducido al mismo es excesivo, de limitar y ajustar el comando de par básico TP0 a un comando de par óptimo TP1.

Las funciones proporcionadas al procesador de comando de par 41A se explicarán ahora con más detalle. Como se mencionó anteriormente, aunque el comando de par básico TP0 generado en la segunda unidad de cálculo común 30 se calcula con referencia a la velocidad de motor media FMA, el ciclo de operación de la segunda unidad de cálculo común 30 es más largo con respecto al de la unidad de cálculo individual 40A, como se describirá más tarde. Por lo tanto, especialmente cuando la velocidad del vehículo eléctrico está cambiando y de esta manera el comando de par básico TP0 está cambiando, el comando de par básico TP0 puede exceder el par máximo que cada uno de los motores es capaz de emitir. Debido a que tal situación puede provocar inestabilidad de los controles, el procesador de comando de par 41A tiene una función de limitar el comando de par TP1 al o por debajo del par máximo que el motor es capaz de emitir.

(Unidad de cálculo individual 40A – Controlador de deslizamiento 42A)

El controlador de deslizamiento 42A recibe la velocidad FM1 del primer motor síncrono de imán permanente y la velocidad FM2 del segundo motor síncrono de imán permanente. Cuando la diferencia entre la velocidad FM1 del primer motor síncrono de imán permanente y la velocidad FM2 del segundo motor síncrono de imán permanente es igual o mayor que un valor predeterminado, o cuando cualquiera de la velocidad FM1 del primer motor síncrono de imán permanente y la velocidad FM2 del segundo motor síncrono de imán permanente o ambas es igual o mayor que una aceleración predeterminada, el controlador de deslizamiento 42A determina tal situación como deslizamiento de rueda, calcula cuánto se debería reducir el comando de par para reducir el comando de par TP1, añade la cantidad al comando de control SS1, y emite el comando de control SS1 al procesador de comando de par 41A. Para estructuras y funciones más detalladas del controlador de deslizamiento 42A, debido a que están disponibles diversos ejemplos conocidos, se omiten en la presente memoria explicaciones de las mismas.

(Unidad de cálculo individual 40A – Controlador INV 43A)

El controlador INV 43A recibe al menos el comando de par TP1, el valor R1 detectado en el primer sensor de rotación RZ1, y la primera corriente de motor I1. El controlador INV 43A calcula un comando de corriente de motor a partir del comando de par de entrada TP1, calcula además un comando de voltaje de inversor IPW1 para llevar el comando de corriente de motor a coincidir con la primera corriente de motor I1, y emite el comando de voltaje de inversor IPW1. Debido a que una técnica de control de vector conocida y ampliamente usada se puede aplicar al controlador INV 43A, se omite en la presente memoria una explicación de la misma.

(Estructura de controlador de convertidor 50)

El controlador de convertidor 50 incluye un controlador CNV 51.

(Controlador de convertidor 50 – Controlador CNV 51)

5 El controlador CNV 51 recibe al menos la señal de control CS desde el procesador de secuencia 21, el voltaje de entrada VS, un valor de comando VDR del voltaje DC VD, el voltaje DC VD, y la corriente de entrada IS. El controlador CNV 51 genera un comando de corriente de entrada en base a un resultado de un control integral proporcional (PI) realizado para hacer coincidir el voltaje DC VD detectado con el valor de comando VDR, e información de fase del voltaje de entrada VS; calcula un comando de voltaje de convertidor CPW para hacer coincidir la corriente de entrada IS con el comando de corriente de entrada; y emite el comando de voltaje de convertidor CPW a una lógica de puerta 62 que se describirá más tarde. Para el controlador de convertidor 50, se puede aplicar un método de control del convertidor PWM de tipo voltaje que es una tecnología conocida, de esta manera se omite en la presente memoria una explicación detallada del mismo.

(Estructura de unidad de cálculo de lógica común 60)

La unidad de cálculo de lógica común 60 incluye lógicas de puerta 61A y 61B, la lógica de puerta 62, un calculador de velocidad 63, una lógica de contactor 64, un detector de protección de alta velocidad 65, y un circuito OR 66.

15 (Unidad de cálculo de lógica común 60 – Lógica de puerta 61A)

La lógica de puerta 61A recibe el comando de voltaje de inversor IPW1 emitido desde el controlador INV 43A, la señal de estado de operación IGF1 emitida desde el primer inversor INV1, y una señal de puerta APAGADA GOF que va a ser descrita más tarde. La lógica de puerta 61A calcula una señal de puerta PWM IG1 que corresponde al comando de voltaje de inversor IPW1 recibido, y emite la señal puerta PWM IG1 al primer inversor INV1. Generalmente, la señal de puerta PWM IG1 se genera en base a un resultado de una comparación entre una señal portadora (no mostrada) y el comando de voltaje de inversor IPW1. Debido a que un método conocido se puede aplicar a la misma, se omite en la presente memoria la explicación detallada de la misma. Además, la lógica de puerta 61A emite una señal de detección de anomalía FO cuando la señal de estado de operación IGF1 recibida indica una anomalía en un dispositivo de conmutación (no mostrado) en el primer inversor INV1. Ejemplos de posibles condiciones anormales de un dispositivo de conmutación (no mostrado) incluyen una corriente excesiva, una sobre temperatura, y una degradación del voltaje de accionamiento en un dispositivo de conmutación.

(Unidad de cálculo de lógica común 60 – Lógica de puerta 61B)

30 La lógica de puerta 61B recibe el comando de voltaje de inversor IPW2 desde un controlador INV 43B, la señal de estado de operación IGF2 del segundo inversor INV2, y la señal de puerta APAGADA GOF que va a ser descrita más tarde. Debido a que las funciones de la lógica de puerta 61B llegarán a estar más claras leyendo la explicación de la lógica de puerta 61A al tiempo que se sustituye “IGF1” por “IGF2”, “INV1” por “INV2”, “IG1” por “IG2”, y “un dispositivo de conmutación en el primer inversor INV1” por “un dispositivo de conmutación en el segundo inversor INV2”, se omiten en la presente memoria explicaciones detalladas de las mismas.

(Unidad de cálculo de lógica común 60 – Lógica de puerta 62)

35 La lógica de puerta 62 recibe el comando de voltaje de convertidor CPW desde el controlador CNV 51, la señal de estado de operación CGF desde el convertidor CNV, y la señal de puerta APAGADA GOF que va a ser descrita más tarde. Debido a que las funciones de la lógica de puerta 62 llegarán a estar claras leyendo la explicación de la lógica de puerta 61A al tiempo que se sustituyen “IGF1” por “CGF”, “primer inversor INV1” por “convertidor CNV”, “IG1” por “CG”, y “un dispositivo de conmutación en el primer inversor INV1” por “un dispositivo de conmutación en el convertidor CNV”, se omiten en la presente memoria explicaciones detalladas de las mismas.

(Unidad de cálculo de lógica común 60 – Calculador de velocidad 63)

45 El calculador de velocidad 63 recibe la señal R1 que indica la posición absoluta del rotor del motor M1 del primer sensor de rotación RZ1, así como la señal R2 que indica la posición absoluta del rotor del motor M2 del segundo sensor de rotación RZ2. El calculador de velocidad 63 calcula la velocidad FM1 del primer motor síncrono de imán permanente a partir de la señal R1 obtenida del primer sensor de rotación RZ1, y la velocidad FM2 del segundo motor síncrono de imán permanente a partir de la señal R2 obtenida del primer sensor de rotación RZ2.

(Unidad de cálculo de lógica común 60 – Lógica de contactor 64)

50 La lógica de contactor 64 recibe la señal de control KC para controlar el contactor del lado de entrada K, la señal de control MKC1 para controlar el primer contactor del lado de motor MMK1, y la señal de control MKC2 para controlar el segundo contactor del lado de motor MMK2 del procesador de secuencia 21. La lógica de contactor 64 también recibe las señales de estado de contacto KF, MKF1 y MKF2 que indican los estados de contacto del contactor del lado de entrada K, el primer contactor del lado de motor MMK1, el segundo contactor del lado de motor MMK2, respectivamente, a partir de los mismos. La lógica de contactor 64 convierte la señal de comando de cierre KC para controlar el contactor del lado de entrada K, la señal de comando de cierre MKC1 para controlar el primer contactor

del lado de motor MMK1, y la señal de comando de cierre MKC2 para controlar el segundo contactor del lado de motor MMK2, cada una de las cuales se recibe desde el procesador de secuencia 21, en voltajes de accionamiento de bobina de cierre (por ejemplo, 100 voltios DC) para el contactor del lado de entrada K, el primer contactor del lado de motor MMK1 y el segundo contactor del lado de motor MMK2, respectivamente, y emite los voltajes de accionamiento de bobina de cierre a los mismos. La lógica de contactor 64 también emite una señal de control KOF cuando las señales de comando de cierre KC, MKC1 y MKC2 recibidas del procesador de secuencia 21 se fijan a APAGADAS, o cuando las señales de estado de contacto KF, MKF1 y MKF2 recibidas de cada uno de estos contactores se fijan a APAGADAS.

(Unidad de cálculo de lógica común 60 – Detector de protección de alta velocidad 65)

El detector de protección de alta velocidad 65 recibe el voltaje de entrada VS, la corriente de entrada IS, el voltaje DC VD, la primera corriente de motor I1, la segunda corriente de motor I2 y la señal de detección de anomalía FO. El detector de protección de alta velocidad 65 emite una señal de detección de protección HWH cuando cada una de las señales de entrada no satisface una condición de un valor predeterminado. Una estructura basada en hardware tal como las que usan una Agrupación de Puertas Programables en Campo (FPGA) usada ampliamente hoy en día se usa más preferiblemente que las operaciones basadas en software para comparar el voltaje de entrada VS, la corriente de entrada IS, el voltaje DC VD, la primera corriente de motor I1, y la segunda corriente de motor I2 contra las condiciones de los valores predeterminados, y para emitir la señal de detección de protección HWH. Empleando este tipo de estructura hardware, la operación de protección se puede realizar mucho más rápido que cuando se usa el software (en el ciclo de operación de aproximadamente varios microsegundos).

(Unidad de cálculo de lógica común 60 – Circuito OR 66)

El circuito OR 66 recibe la señal de detección de protección HWH del detector de protección de alta velocidad 65, la señal de control KOF de la lógica de contactor 64, y la señal de control SWH del procesador de secuencia 21. Una salida del circuito OR 66 se introduce en las lógicas de puerta 61A, 61B y 62 en masa como una señal de puerta APAGADA GOF. Al recibir la señal de entrada APAGADA GOF, la lógica de puerta 61A, 61B y 62 fija las señales de puerta IG1, IG2 y CG a APAGADAS.

Con la unidad de cálculo de lógica común 60 que tiene la estructura descrita anteriormente, cuando se indica un estado anormal por la señal de detección de protección HWH, la señal de control KOF de la lógica de contactor 64, o la señal de control SWH del procesador de secuencia 21, todas las señales de puerta se pueden fijar a APAGADAS simultáneamente. Para complementar la explicación aún más, debido a que el convertidor CNV y cada uno de los inversores INV1 e INV2 se conectan de manera común al condensador de filtro FC para compartir el voltaje DC VD como se muestra en la Fig. 1, la capacidad para fijar cada una de las señales de puerta rápida y simultáneamente llegan a ser extremadamente importantes para evitar que un impacto de una anomalía que ha ocurrido localmente (por ejemplo, voltaje excesivo) afecte a partes sanas.

(Ciclo de operación de cada una de las unidades de cálculo)

Un ciclo de operación para cada una de las unidades de cálculo para realizar los procesos descritos anteriormente se fija preferiblemente como sigue: varios milisegundos para la primera unidad de cálculo común 20 y la segunda unidad de cálculo común 30; de varias decenas a varios cientos de microsegundos para los ciclos de operación de las unidades de cálculo individual 40A y 40B, y el controlador de convertidor 50; y varios microsegundos o menos para los ciclos de operación de la unidad de cálculo de lógica común 60. Las razones para esto son como se describen a continuación.

Cada una de la primera unidad de cálculo común 20 y la segunda unidad de cálculo común 30 incluye principalmente: una función para generar el comando de control que incluye el comando de par que corresponde al comando de avance/retroceso, el comando de marcha de potencia, y el comando de frenado, en base a la señal de comando de accionamiento CMD; una función para detectar anomalía en un aparato de refrigeración o un aumento en la temperatura; unas funciones protectoras que no requieren operaciones rápidas del orden de los microsegundos, tales como detectar anomalía de los contactores y similares; y una función de comunicación para permitir que las condiciones de operación sean monitorizadas externamente. La velocidad de procesamiento para implementar estas funciones puede ser relativamente lenta.

Por el contrario, cada una de las operaciones realizadas por las unidades de cálculo individual 40A y 40B, y el controlador de convertidor 50 se requiere para controlar la corriente de motor o la corriente de entrada. Por lo tanto, una velocidad de operación mayor se requiere para hacer frente a los cambios de corriente en el circuito principal.

Además, la unidad de cálculo de lógica común 60 funciona para emitir las señales de puerta a los dispositivos de conmutación en los inversores INV1 e INV2, y el convertidor, y se requiere operar rápidamente para proporcionar una protección en contra de una corriente excesiva o un voltaje excesivo. Por lo tanto, un tiempo de procesamiento de operación necesita ser un dígito más rápido que los de las unidades de cálculo individual 40A y 40B.

Desde la perspectiva de rendimiento, es ideal si los ciclos de operación se pueden fijar a varios microsegundos para todos los procesos; no obstante, con la tecnología de hoy en día, cuanto más rápida sea la velocidad de operación,

mayor será el consumo de energía en el MC que realiza la operación, requiriendo de esta manera una fuente de control con una capacidad mayor para suministrar potencia al MC. Además, cuanto más rápida sea la velocidad de operación, más calor generará el MC. Por lo tanto, se requerirán aletas de refrigeración o ventiladores de refrigeración más grandes en el controlador 10, conduciendo a un aumento del tamaño, de la masa y del coste del controlador 10.

Si se selecciona una velocidad de operación óptima en base a las operaciones, el consumo de energía y el calentamiento por el MC se puede suprimir al tiempo que se mantiene el rendimiento de control de los motores. De esta manera, se puede reducir la capacidad de la fuente de control y los tamaños de las aletas de refrigeración o los ventiladores de refrigeración. Además, si el controlador 10 se puede reducir de tamaño, peso y coste, llega a ser factible reducir el tamaño, la masa y el coste del aparato de control 100.

Como se describió anteriormente, el controlador 10 incluye: la primera unidad de cálculo común 20 que genera la señal de control CS para controlar de manera común una pluralidad de los inversores INV1 e INV2; la segunda unidad de cálculo común 30 que calcula y emite el comando de par básico TP0 para controlar de manera común los inversores INV1 e INV2; las unidades de cálculo individual 40A y 40B que calculan individualmente y emiten el comando de voltaje de inversor IPW1 e IPW2 para los inversores INV1 e INV2, respectivamente; y la unidad de cálculo de lógica común 60 que emite las señales de puerta IG1 e IG2 a los inversores INV1 e INV2, respectivamente, en base a las señales de control emitidas desde las unidades de cálculo común 20 y 30, y las unidades de cálculo individual 40A y 40B. Por lo tanto, se pueden lograr los siguientes efectos.

(Efectos del aparato de control de motor según la realización)

Para empezar, como se describió anteriormente, debido a que un motor síncrono de imán permanente opera con la frecuencia de inversor sincronizada con la frecuencia de rotor, una pluralidad de motores síncronos de imán permanente no se puede accionar juntos en paralelo con un único inversor. Por lo tanto, se requiere un inversor de accionamiento para cada uno de los motores síncronos de imán permanente, que requieren además de esta manera un controlador individual para cada uno de los inversores. Según la realización, el controlador 10 se usa comúnmente para cada uno de los inversores. El procesador de secuencia 21, el detector de protección 22, el procesador de comunicación 23, el generador de comando de par básico 31 y el calculador de media 32 se comparten entre los inversores. Por lo tanto, se puede minimizar el software que opera en el controlador 10, permitiendo que el tamaño, el peso y el coste del controlador 10 sea reducido. De esta manera, se puede reducir el tamaño, la masa y el coste del aparato de control 100.

Además, las lógicas de puerta 61A, 61B y 62, que corresponden a cada uno de los inversores y los convertidores, se incluyen en la unidad de cálculo de lógica común 60 que se usa comúnmente. Por lo tanto, incluso si ocurre una anomalía en uno de los inversores, las señales de puerta que corresponden a cada uno de los inversores que están conectados comúnmente al condensador de filtro FC se pueden fijar rápidamente a APAGADAS simultáneamente. De esta manera, se puede evitar que daños causados por un fallo se expandan al aparato de control 100 entero.

Además, la primera unidad de cálculo común 20 incluye: el procesador de secuencia 21 que calcula y emite la señal de control CS al menos para los inversores INV1 e INV2 en respuesta a la señal de comando de accionamiento CMD proporcionada externamente; el detector de protección 22 que detecta una anomalía en el aparato de control 100, y detiene al menos todos los inversores; y el procesador de comunicación 23 que recibe el voltaje de entrada VS, la corriente de entrada IS, el voltaje DC VD, las corrientes de motor I1 e I2, y cada una de las señales emitidas desde el detector de protección 22 y el procesador de secuencia 21, y emite las señales al aparato de monitorización de estado de equipo externo. Por lo tanto, se puede gestionar centralmente la información relacionada con cada uno de los inversores, y se puede hacer comunes algunas partes de los procesadores de operación para cada uno de los inversores. De esta manera, se puede minimizar el tamaño del software que opera en el controlador 10, permitiendo que el tamaño, el peso y el coste del controlador 10 sea reducido. De esta manera, se puede reducir el tamaño, la masa y el coste del aparato de control 100.

Además, la primera unidad de cálculo común 20 incluye el procesador de secuencia 21, el detector de protección 22 y el procesador de comunicación 23. Además, la segunda unidad de cálculo común 30 incluye el generador de comando de par básico 31 que recibe la señal de control CS y las señales de velocidad FM1 y FM2 desde el procesador de secuencia 21, y emite el comando de par básico TP0 a las unidades de cálculo individual 40A y 40B. Por lo tanto, aunque la señal de control se usa de manera común para cada uno de los inversores, solamente la velocidad de operación del generador de comando básico de par 31 se puede aumentar lo que se requiere para ser más rápido que los de las operaciones realizadas internamente en la primera unidad de cálculo común 20. De esta manera, la velocidad de operación de la unidad de cálculo común entera no se requiere que sea aumentada. Como resultado, se pueden reducir el consumo de energía del MC, así como el tamaño de la fuente de control para el MC, permitiendo de esta manera que el tamaño, el peso y el coste del controlador 10 sea reducido. De esta manera, también se puede reducir el tamaño, la masa y el coste del aparato de control 100.

Además, el comando de par básico TP0 se calcula usando la velocidad de motor media FMA de una pluralidad de motores de corriente alterna. Además, el comando de par básico TP0 que es el resultado del cálculo se introduce

comúnmente a las unidades de cálculo individual 40 cada una de las cuales corresponde a cada uno de los motores. Por lo tanto, incluso si algunas de las ruedas deslizan, o si el número de rotaciones de motor llega a ser diferente entre los motores debido a los diámetros de las ruedas, es posible obtener de manera estable el comando de par básico TP0 que se requiere en promedio para que un vehículo obtenga una aceleración predeterminada.

5 Además, debido a que el generador de comando de par básico 31 es una unidad de cálculo común, se puede reducir el tamaño de software en el controlador 10 entero en comparación con una estructura que incluye el generador de comando de par básico 31 en la unidad de cálculo individual. Por lo tanto, el controlador 10 se puede estructurar con un MC mínimo. De esta manera, el controlador 10 se puede reducir en el tamaño, el peso y el coste, permitiendo además que el aparato de control 100 sea reducido en tamaño, la masa y el coste.

10 Además, las unidades de cálculo individual 40A y 40B incluyen cada una: los controladores de deslizamiento 42A y 42B que calculan las señales de control SS1 y SS2 en base a la velocidad FM1 y FM2 de cada uno de los motores; los procesadores de comando de par 41A y 41B que calculan los comandos de par TP1 y TP2 en base a las emisiones de los controladores de deslizamiento 42A y 42B y el comando de par básico TP0 desde la unidad de cálculo común 30; y los controladores INV 43A y 43B que emiten los comandos de voltaje de inversor IPW1 e IPW2 a los inversores INV1 e INV2 para hacer coincidir el par de cada uno de los motores M1 y M2 con los comandos de par TP1 y TP2, en base a los comandos de par TP1 y TP2, las corrientes de motor I1 e I2, la señal R1 del primer sensor de rotación RZ1, y la señal R2 del segundo sensor de rotación RZ2. Por lo tanto, es posible asignar solamente las partes de control de par (que corresponden a los controladores INV 43A y 43B) y las partes de control de deslizamiento (el controlador de deslizamiento 42A, 42B), que requiere control individual debido a una diferente rotación de las ruedas, del motor síncrono de imán permanente a las unidades de cálculo individual. De esta manera, se puede reducir el tamaño del software en el controlador 10 entero para ser minimizado, y el controlador 10 se puede formar mediante un MC mínimo. De esta manera, el controlador 10 se puede reducir en tamaño, peso y coste, permitiendo además que el aparato de control 100 sea reducido en tamaño, masa y coste.

25 Además, la unidad de cálculo de lógica común 60 incluye: las lógicas de puerta 61A y 61B que emiten señales de puerta IG1 e IG2, respectivamente, que corresponden a cada uno de los inversores, en base a los comandos de voltaje de inversión IPW1 e IPW2, que corresponden a los inversores INV1 e INV2, recibidos desde los controladores INV 43A y 43B; el detector de protección de alta velocidad 65 que emite la señal de detección de protección HWH cuando cada una de las señales obtenidas a partir del voltaje de entrada VS, la corriente de entrada IS, la primera corriente de motor I1, la segunda corriente de motor I2 y el voltaje DC VD no satisface una condición predeterminada (por ejemplo, el voltaje DC VD ha excedido un valor predeterminado); y la lógica de contactor 64 que emite las señales de control al contactor del lado de entrada K y a los contactores del lado de motor MMK1 y MMK2, y emite la señal de control KOF según las señales de estado de contacto. De esta manera, la unidad de cálculo de lógica común 60 puede fijar simultáneamente las señales de puerta IG1 e IG2, cada una de las cuales corresponde a cada uno de los inversores INV1 e INV2 a APAGADAS, en base a la señal de detección de protección HWH, la señal de control KOF, y la señal de control SWH recibida desde la unidad de cálculo común 20. De esta manera, cuando ocurre una anomalía en uno de los inversores o en cada uno de los contactores, las señales de puerta, que corresponden a cada uno de los inversores conectados de manera común a un condensador de filtro FC y que comparten el voltaje DC VD, se pueden fijar a APAGADAS rápida y simultáneamente. De esta manera, se puede evitar que daños debidos a un fallo se extiendan al aparato de control 100 entero.

40 Además, cuando el aparato de control 100 incluye además el convertidor CNV para convertir el voltaje de corriente alterna al voltaje de corriente continua como una fuente de voltaje de corriente continua, el controlador 10 incluye además: la primera unidad de cálculo común 20; el controlador de convertidor 50 que tiene el controlador CNV 51 que recibe la señal de control CS desde la primera unidad de cálculo común 20, y las señales a partir del voltaje DC VD, el voltaje de entrada VS, y la corriente de entrada IS; y la lógica de puerta 62 que emite la señal de puerta CG para el convertidor CNV en base a la señal de control CPW recibida desde el controlador de convertidor 50. Además, la unidad de cálculo de lógica común 60 que incluye la lógica de puerta 62 puede fijar simultáneamente las señales de puerta, que corresponden a cada uno de los inversores, y la señal de puerta de los convertidores a APAGADAS, en base a la señal de detección de protección HWH, la señal de control KOF, y la señal de control SWH de la primera unidad de cálculo común 20. Por lo tanto, incluso si ocurre una anomalía en uno de los inversores, en el convertidor, o en cada uno de los contactores, las señales de puerta, que corresponden a cada uno de los inversores y el convertidor conectado de manera común al condensador de filtro FC y que comparte el voltaje DC VD, se puede fijar a APAGADAS rápida y simultáneamente. De esta manera, se puede evitar que daños debidos a un fallo se extiendan al aparato de control 100 entero.

55 Además, en el controlador 10, los ciclos de operación se fijan más cortos en el orden de la primera unidad de cálculo común 20, la segunda unidad de cálculo común 30, las unidades de cálculo individual 40A y 40B, y la unidad de cálculo de lógica común 60. Por lo tanto, la velocidad de operación óptima se puede lograr en base a las operaciones realizadas por las mismas. De esta manera, el consumo de energía y el calentamiento del MC se puede suprimir al tiempo que se mantiene el rendimiento de control para los motores. Como resultado, se puede reducir la capacidad de la fuente de control y el tamaño del ventilador de refrigeración para el controlador 10, permitiendo de esta manera que el tamaño, el peso y el coste del controlador 10 sea reducido. De esta manera, se puede reducir el tamaño, la masa y el coste del aparato de control 100.

(Observaciones para otras realizaciones y aplicaciones)

5 La presente invención se describe usando un ejemplo del aparato de control que incluye dos inversores, los inversores INV1 e INV2; no obstante, el número de los inversores no está limitado al mismo, y el alcance de la presente invención se puede extender fácilmente a un caso donde se usen tres o más inversores. Si van a ser usados tres o más inversores, la presente invención se puede aplicar fácilmente proporcionando unidades de cálculo individual adicionales que corresponden a cada uno de los inversores, y también añadiendo lógicas de puerta correspondientes a la unidad de cálculo de lógica común 60.

10 Las estructuras descritas en cada una de las realizaciones son solamente ejemplos de la presente realización. Debería ser innecesario mencionar que la presente invención también se puede combinar con otras tecnologías conocidas, y la modificación, tal como omitir una parte de la misma, se puede hacer de cualquier forma sin desviarse del espíritu de la presente invención.

Además, la presente invención se describe para ser aplicada a un aparato de control para un vehículo eléctrico; no obstante, el campo de aplicación no está limitado al vehículo eléctrico, sino que también se pueden aplicar en otros diversos campos relacionados tales como automóviles eléctricos, ascensores, y similares.

15 **Aplicabilidad industrial**

Como se describió anteriormente, el aparato de control de motor según la presente invención es útil como una invención que reduce el tamaño y el coste de un controlador para controlar inversores que han aumentado en número, y suprime un aumento del tamaño, la masa y el coste de un aparato de control de motor que tiene una pluralidad de inversores que corresponden a cada uno de la pluralidad de motores.

## REIVINDICACIONES

1. Un aparato de control de motor (100) que controla una pluralidad de motores de corriente alterna síncronos (M1, M2), el aparato de control de motor (100) que comprende:

una fuente de voltaje de corriente continua;

5 una pluralidad de inversores (INV1, INV2) que se proporcionan de manera correspondiente a cada uno de los motores de corriente alterna síncronos (M1, M2), los inversores (INV1, INV2) se configuran para compartir una entrada de la fuente de voltaje de corriente continua, y cada uno de los inversores (INV1, INV2) emite un voltaje de corriente alterna a una frecuencia predeterminada, obtenida convirtiendo un voltaje de corriente continua suministrado desde la fuente de voltaje de corriente continua a cada uno de los motores de corriente alterna síncronos (M1, M2);

10 una pluralidad de contactores (MMK1, MMK2) que abren un extremo de salida de cada uno de los inversores cuando el aparato de control de motor (100) ha de ser detenido u ocurre alguna anomalía, y los contactores (MMK1, MMK2) cierran un extremo de salida de cada uno de los inversores durante las operaciones habituales, caracterizado por que los contactores (MMK1, MMK2) que emiten señales de estado de contacto (MKF1, MKF2) que indican un estado de los contactores (MMK1, MMK2);

15 un detector de voltaje que detecta el voltaje de corriente continua (VD) suministrado a cada uno de los inversores (INV1, INV2);

un detector de corriente (CT1, CT2) que detecta una corriente (I1, I2) en cada uno de los motores de corriente alterna síncronos (M1, M2); y

20 un controlador (10) que emite al menos una señal de puerta (IG1, IG2) a cada uno de los inversores (INV1, INV2) en base a un comando de control (CMD) suministrado externamente, el voltaje (VD) detectado por el detector de voltaje, las corrientes (I1, I2) detectadas por los detectores de corriente (CT1, CT2), y una señal (R1, R2) que indica condiciones de rotaciones de los motores de corriente alterna síncronos (M1, M2), en donde el controlador (10) emite señales de control (MKC1, MKC2) a los contactores (MMK1, MMK2) para controlar la apertura y cierre de los contactores (MMK1, MMK2), y en donde además el controlador (10) incluye:

25 una unidad de cálculo común (20) que calcula y emite una señal de control (CS) que es común a cada uno de los inversores (INV1, INV2) en base al comando de control (CMD);

30 una pluralidad de unidades de cálculo individual (40A, 40B) cada una de aquéllas calcula individualmente y emite una señal de control de comando de voltaje de inversor (IPW1, IPW2) relacionada con cada uno de los inversores (INV1, INV2) y en base a la señal de control (CS) que es común a cada uno de los inversores (INV1, INV2), las señales (R1, R2) que indican condiciones de rotaciones y las corrientes (I1, I2) detectadas; y

una unidad de cálculo de lógica común (60) que emite a cada inversor (INV1, INV2) la señal de puerta (IG1, IG2) para controlar la conmutación de cada uno de los inversores (INV1, INV2),

en donde la unidad de cálculo de lógica común (60) comprende:

35 una pluralidad de lógicas de puerta (61A, 61B) que corresponde a la pluralidad de unidades de cálculo individual (40A, 40B) y a la pluralidad de inversores (INV1, INV2), cada una de la pluralidad de lógicas de puerta (61A, 61B) que genera y que emite la señal de puerta (IG1, IG2) al inversor (INV1, INV2) correspondiente en base a la señal de control de comando de voltaje de inversor (IPW1, IPW2) recibida desde la unidad de cálculo individual (40A, 40B) correspondiente; y

40 un circuito OR de puerta (66) que genera una señal de apagado de puerta (GOF) para ajustar simultáneamente las señales de puerta (IG1, IG2) de la pluralidad de lógicas de puerta (61A, 61B) a APAGADAS en base a cualquiera de:

45 a) una señal de control (SWH) de la unidad de cálculo común (20), que se basa en cada uno del voltaje de corriente continua (VD), las corrientes (I1, I2) detectadas por los detectores de corriente (CT1, CT2) y las señales de control de salida (MKF1, MKF2) que indican el estado de los contactores (MMK1, MMK2), que indican que cualquiera del voltaje de corriente continua (VD), las corrientes (I1, I2) detectadas por los detectores de corriente (CT1, CT2) o las señales de control de salida (MKF1, MKF2) que indican el estado de los contactores (MMK1, MMK2) exceden un valor predeterminado;

50 b) una señal (KOF) que indica que las señales de estado de contacto (MKF1, MKF2) o las señales de control (MKC1, MKC2) a los contactores (MMK1, MMK2) se fijan a APAGADO;

c) una señal (HWH) desde un detector de protección de alta velocidad (65) que indica que cada uno del voltaje de corriente continua (VD), las corrientes (I1, I2) detectadas por los detectores de corriente (CT1, CT2) o una

señal (F0) que indica una anomalía en uno de la pluralidad de inversores (INV1, INV2), no satisface una condición de un valor predeterminado.

2. El aparato de control de motor (100) según la reivindicación 1, en donde la unidad de cálculo común (20) además comprende una primera unidad de cálculo común que incluye:

5 un procesador de secuencia (21) que recibe el comando de control (CMD) suministrado externamente, y calcula y emite al menos la señal de control (CS) que es común a cada uno de los inversores (INV1, INV2);

un detector de protección (22) que detecta una anomalía en los motores de corriente alterna síncronos y hace al menos a los inversores detenerse; y

10 un procesador de comunicación (23) que emite cada una de las señales recibidas desde el detector de corriente (CT1, CT2), el detector de voltaje, el detector de protección (22), y el procesador de secuencia (21) a un aparato de monitorización de estado de equipo externo.

3. El aparato de control de motor (100) según la reivindicación 2, en donde la unidad de cálculo común (20) además comprende:

15 una segunda unidad de cálculo común (30) que incluye un generador de comando de par básico (31) que recibe la señal de control (CS) desde el procesador de secuencia (21) y velocidades de rotación de los motores de corriente alterna síncronos (M1, M2) como señales de entrada (FM1, FM2), y genera un comando de par básico (TPO) común y emite el comando de par básico (TPO) a la unidad de cálculo individual (40A, 40B) que corresponde a cada uno de los inversores (INV1, INV2).

20 4. El aparato de control de motor (100) según la reivindicación 3, en donde el comando de par básico (TPO) se genera en base a una velocidad media entre cada uno de los motores de corriente alterna síncronos (M1, M2).

5. El aparato de control de motor (100) según la reivindicación 1, en donde la unidad de cálculo individual (40A, 40B) además comprende:

25 un controlador de deslizamiento (42A, 42B) que calcula cuánto ha de ser estrechado un comando de par, que ha de ser aplicado a cada uno de los motores de corriente alterna síncronos (M1, M2), en base a las velocidades de rotación de los motores de corriente alterna síncronos (M1, M2);

un procesador de comando de par (41A, 41B) que calcula un comando de par (TP1, TP2) requerido para cada uno de los motores de corriente alterna síncronos (M1, M2) en base a una salida (SS1, SS2) del controlador de deslizamiento (42A, 42B) y el comando de par básico (TPO) desde la unidad de cálculo común (30); y

30 un controlador INV (43A, 43B) que emite la señal de control (IPW1, IPW2) a cada uno de los inversores en base al comando de par (TPO), la señal recibida desde el detector de corriente (CT1, CT2), y las condiciones de rotación de los motores de corriente alterna síncronos (M1, M2), para hacer coincidir un par de cada uno de los motores de corriente alterna síncronos (M1, M2) con el comando de par.

35 6. El aparato de control de motor (100) según la reivindicación 1, en donde cuando un convertidor para convertir un voltaje de corriente alterna predeterminado a un voltaje de corriente continua se proporciona como la fuente de voltaje de corriente continua,

el controlador (100) además comprende un controlador de convertidor (51) que recibe el voltaje de corriente alterna, la señal de control (CS) de la primera unidad de cálculo común (20), y una señal del detector de voltaje.

7. El aparato de control de motor (100) según la reivindicación 1, en donde la unidad de cálculo de lógica común (60) se hace a partir de hardware en base a una Agrupación de Puertas Programables en Campo (FPGA).

40 8. El aparato de control de motor (100) según la reivindicación 1, en donde los ciclos de operación de la primera unidad de cálculo común (20), la segunda unidad de cálculo común (30), la unidad de cálculo individual (40A, 40B), y la unidad de cálculo de lógica común (60) se fijan a diferentes valores.

9. El aparato de control de motor (100) según la reivindicación 1, en donde los ciclos de operación de cada unidad en el controlador (100) se fijan para llegar a ser más cortos en un orden:

45 la primera unidad de cálculo común (20), la segunda unidad de cálculo común (30), una unidad de cálculo individual (40A, 40B), y una unidad de cálculo de lógica común (60).

10. El aparato de control de motor (100) según la reivindicación 1, en donde los ciclos de operación de cada unidad del controlador (100) se fijan a:

## ES 2 625 458 T3

un orden de varios milisegundos para la primera unidad de cálculo común (20) y la segunda unidad de cálculo común (30);

un orden de varias decenas a varios cientos de microsegundos para la unidad de cálculo individual (40A, 40B); y

un orden de varios microsegundos o menos para la unidad de cálculo de lógica común (60).



FIG.2

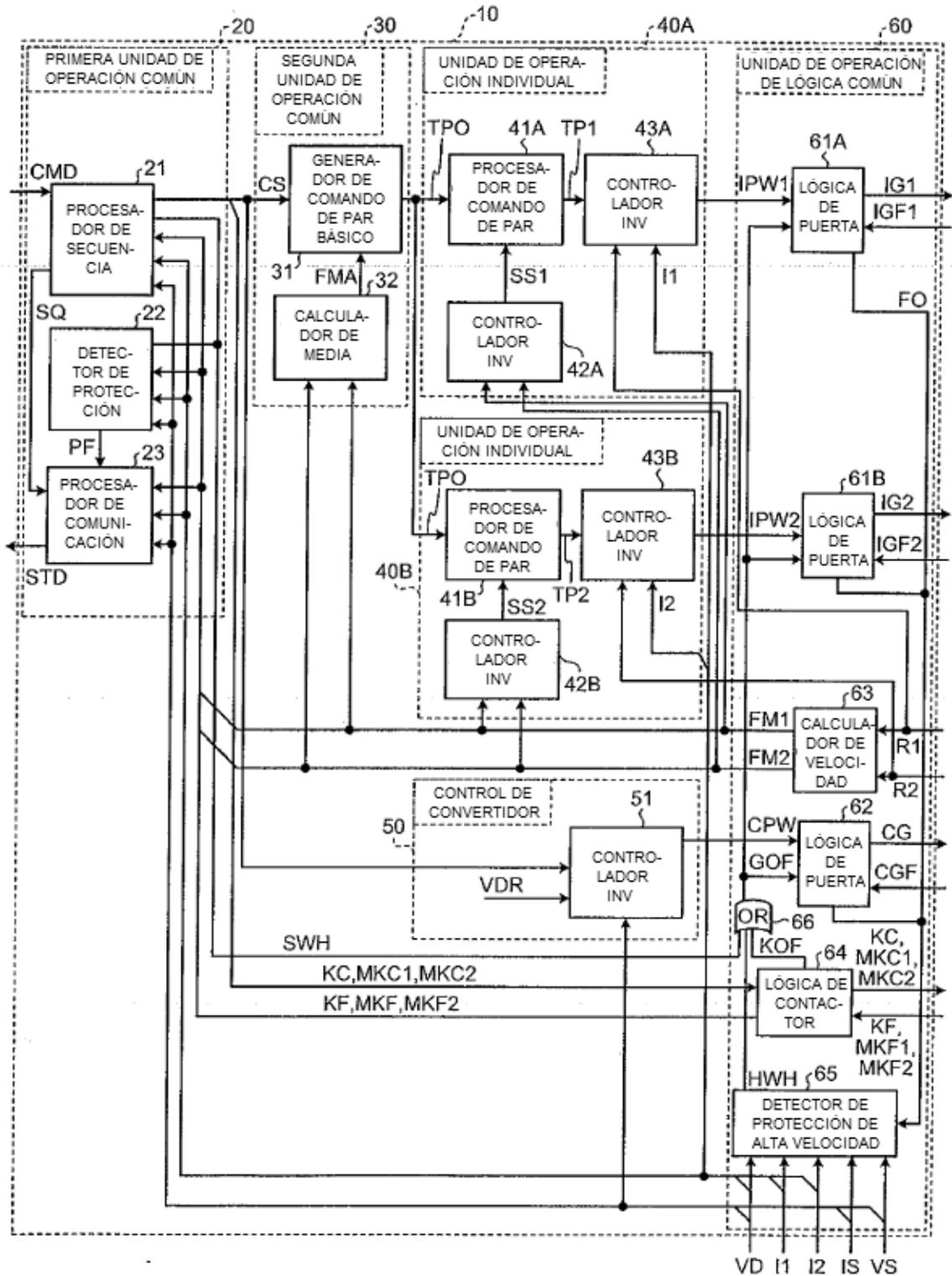


FIG.3

