

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 675 233**

51 Int. Cl.:

**H02M 7/49** (2007.01)

**H02P 23/00** (2006.01)

**H02P 27/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.02.2008** **E 08003358 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.04.2018** **EP 1968180**

54 Título: **Inversor multinivel que usa una configuración en cascada y método de control del mismo**

30 Prioridad:

**05.03.2007 KR 20070021670**

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

**09.07.2018**

73 Titular/es:

**LS INDUSTRIAL SYSTEMS CO., LTD (100.0%)**  
**84-11, 5GA NAMDAEMUN-RO**  
**JUNG-GU, SEOUL, KR**

72 Inventor/es:

**JANG, HAN-KEUN**

74 Agente/Representante:

**ARIAS SANZ, Juan**

**ES 2 675 233 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**

Inversor multinivel que usa una configuración en cascada y método de control del mismo

**5 Antecedentes de la invención****1. Campo de la invención**

10 La presente invención se refiere a un inversor de alta tensión, y específicamente, a un inversor multinivel que usa una configuración en cascada con un dispositivo para controlar por igual los factores de potencia de una pluralidad de celdas de energía, y a un método de control del mismo.

**2. Antecedentes de la invención**

15 En general, un inversor multinivel que usa una configuración en cascada es una topología de multinivel de una alta tensión y gran inversor de capacidad, en el que varios inversores monofásicos (en adelante en el presente documento, denominados como celdas de energía o celdas) están conectados en serie para cada fase de una corriente trifásica y, en consecuencia, puede obtenerse una alta tensión usando conmutadores semiconductores de potencia de baja tensión dentro de las celdas de energía.

20 Por lo tanto, un inversor multinivel que usa una configuración en cascada puede obtener una alta tensión con un conmutador de semiconductor mediante la conexión en serie de múltiples celdas de energía monofásicas a cada fase de CA (corriente alterna).

25 Además, un inversor multinivel que usa una configuración en cascada tiene una característica de un desplazamiento de modulación/fase de ancho de pulso en la que se genera secuencialmente una diferencia de fase entre las celdas de energía que están conectadas en serie entre sí. En consecuencia, el inversor multinivel puede tener una baja velocidad de cambio de tensión de salida (dv/dt). Además, el inversor multinivel que usa la configuración en cascada puede obtener una distorsión armónica total reducida debido a una tensión de salida con múltiples niveles, es decir, muchas etapas.

30 Además, el inversor multinivel que usa la configuración en cascada raramente incurre en un reflejo de tensión. En consecuencia, a pesar de una gran distancia entre el inversor multinivel que usa la configuración en cascada y un motor, no hay necesidad de un dispositivo separado para evitar el fenómeno de reflexión de tensión.

35 Sin embargo, en el inversor multinivel que usa la configuración en cascada, cada celda incluye un convertidor de CA a CC para una entrada de CA (corriente alterna), compuesto de un circuito rectificador y un circuito de regulación, independientes entre sí. Por lo tanto, el inversor multinivel que usa la configuración en cascada requiere una fuente de energía aislada por separado para cada celda de energía, aumentando de este modo el suministro necesario de devanados secundarios. Además, el inversor multinivel que usa la configuración en cascada genera una diferencia de fase debido al uso de un transformador de desplazamiento de fase que tiene un retardo de fase para cada salida, y también cambia la fase para cada una de, por ejemplo, 8 celdas de energía con respecto a cada uno de las tres fases U, V, W debido a un componente de inductancia de una carga o similares, lo que hace que los factores de potencia, es decir, los valores de coseno para las fases respectivas sean diferentes entre sí.

45 Si se ignora tal diferencia de factor de potencia, el nivel de la tensión regenerada en cada celda de energía cambia tras controlar un motor para desacelerar. Específicamente, para una carga pequeña, si no se compensa el valor de la diferencia de factor de potencia, la tensión de regeneración converge en una celda (de potencia) específica, lo que puede hacer que la celda correspondiente sufra problemas o se consuma, lo que resulta en que accionar el inversor multinivel que usa la configuración en cascada llega a ser imposible.

50 El documento US 6 301 130 B1 desvela un suministro ajustable multinivel modular con una entrada activa conectada en paralelo.

**55 Sumario de la invención**

60 Por lo tanto, es un objeto de la presente invención proporcionar un inversor multinivel que use una configuración en cascada con un dispositivo para controlar por igual los factores de potencia para las celdas unitarias de los mismos, por lo que la aparición de una convergencia de las tensiones de regeneración en una celda específica tras una desaceleración de un motor o una pequeña carga puede evitarse controlando que cada celda tenga el mismo factor de potencia.

65 Es otro objeto de la presente invención proporcionar un método para controlar por igual los factores de potencia de las celdas unitarias en un inversor multinivel, por lo que la aparición de una convergencia de las tensiones de regeneración en una celda específica tras una desaceleración de un motor o una pequeña carga puede evitarse controlando que cada celda tenga el mismo factor de potencia. La invención está definida por las reivindicaciones

independientes. Las reivindicaciones dependientes definen realizaciones ventajosas.

Para lograr estas y otras ventajas y de acuerdo con el fin de la presente invención, como se realiza y describe ampliamente en el presente documento, se proporciona un inversor multinivel que usa una configuración en cascada con un dispositivo para controlar por igual un factor de potencia de cada celda unitaria, comprendiendo el inversor: un controlador maestro configurado para extraer una salida de control procedente de una tensión de salida y una frecuencia de salida de acuerdo con una orden de control de ajuste; una pluralidad de celdas de energía conectadas en serie con respecto a cada fase, incluyendo cada celda de energía un convertidor de CA (corriente alterna) para convertir una tensión de entrada de CA trifásica en una tensión de salida de CC (corriente continua) de acuerdo con la salida de control procedente del controlador maestro, un circuito de regulación para regular la tensión de CC convertida procedente del convertidor de CC, y un inversor para generar una tensión de salida de CA que usa la tensión de CC regulada como una tensión de entrada; un transformador de desplazamiento de fase para suministrar una tensión de entrada de celda de energía, teniendo el transformador un devanado primario para conectarse a una fuente de alimentación de CA trifásica, y una pluralidad de devanados secundarios conectados correspondientemente a las celdas de energía; una red de comunicación conectada entre el controlador maestro y cada celda de energía para proporcionar una ruta de comunicación entre los mismos; unos controladores de celdas conectados a las celdas de energía respectivas y el controlador maestro con el fin de controlar las tensiones de salida y las frecuencias de salida de las celdas de energía conectadas respectivas de acuerdo con una orden de tensión y una orden de frecuencia procedentes del controlador maestro, y teniendo cada uno un modulador de ancho de pulso para generar una onda de corte que se usa como referencia para una modulación de ancho de pulso con el fin de generar una señal de control de modulación de ancho de pulso de una tensión variable y de una frecuencia variable, proporcionando de este modo la señal de control de modulación de ancho de pulso generada a la celda de energía conectada correspondiente, en el que el controlador de celdas calcula un valor de diferencia de fase de la celda de energía correspondiente de acuerdo con un número total predeterminado de celdas de energía conectadas a una sola fase y un número de planta (es decir, una secuencia de conexión en serie) de la celda de energía correspondiente con el fin de permitir que la pluralidad de las celdas de energía tengan el mismo factor de potencia, para a continuación, desplazar la fase de la onda de corte el valor de diferencia de fase calculado, compensando de este modo las diferencias de fase entre cada celda de energía.

En otro aspecto de la presente invención, se proporciona un método para controlar por igual un factor de potencia de cada celda unitaria en un inversor multinivel, que tiene un controlador maestro configurado para generar y emitir una salida de control de una tensión de salida y de una frecuencia de salida de acuerdo con una orden de control de ajuste, estando una pluralidad de celdas de energía conectadas en serie con respecto a cada una de las tres fases y teniendo un inversor que genera una tensión de salida de CA que usa una tensión de CC como una tensión de entrada de acuerdo con la salida de control del controlador maestro, un transformador de desplazamiento de fase para suministrar una tensión de entrada de celda de energía, teniendo el transformador un devanado primario conectado a una fuente de alimentación de CA trifásica, y una pluralidad de devanados secundarios conectados de manera correspondiente a las celdas de energía, una red de comunicación conectada entre el controlador maestro y cada celda de energía para proporcionar una ruta de comunicación entre los mismos, y unos controladores de celdas conectados a las celdas de energía respectivas y el controlador maestro con el fin de controlar las tensiones de salida y las frecuencias de salida de las celdas de energía respectivas teniendo cada uno de los mismos un modulador de ancho de pulso para generar una onda de corte que se usa como una referencia para una modulación de ancho de pulso para generar una señal de control de modulación de ancho de pulso de una tensión variable y una frecuencia variable para proporcionar de este modo la señal de control de modulación de ancho de pulso generada a la celda de energía conectada correspondiente, en la que cada controlador de celdas calcula un valor de diferencia de fase de la celda de energía correspondiente de acuerdo con un número total predeterminado de celdas de energía conectadas a una sola fase y un número de planta de la celda de energía correspondiente para hacer que la pluralidad de celdas de energía tengan el mismo factor de potencia, para a continuación, desplazar la onda de corte el valor de diferencia de fase calculado, compensando de este modo las diferencias de fase entre cada celda de energía, comprendiendo el método: una etapa de cálculo de la diferencia de fase de cada celda de energía correspondiente que usa cada controlador de celdas de acuerdo con el número total predeterminado de las celdas de energía conectadas a una única fase y el número de planta (es decir, una secuencia de conexión en serie) de la celda de energía correspondiente; y una etapa de desplazar la fase de la onda de corte de referencia del modulador de ancho de pulso del controlador de celdas el valor de diferencia de fase de la celda de energía correspondiente calculado en la etapa de cálculo de la diferencia de fase, con el fin de hacer que la pluralidad de celdas de energía tengan todas el mismo factor de potencia.

Los anteriores y otros objetos, características, aspectos y ventajas de la presente invención se harán más evidentes a partir de la siguiente descripción detallada de la presente invención cuando se toma junto con los dibujos adjuntos.

### Breve descripción de los dibujos

Los dibujos adjuntos, que se incluyen para proporcionar una comprensión adicional de la invención y se incorporan en y constituyen una parte de esta memoria descriptiva, ilustran las realizaciones de la invención y junto con la descripción sirven para explicar los principios de la invención.

En los dibujos:

5 La figura 1 es una gráfica que muestra la interrelación entre la frecuencia de salida, el número de plantas de las celdas de energía y un factor de potencia, que muestra que el factor de potencia cambia de acuerdo con la frecuencia de salida y el número de planta de las celdas de energía en un inversor multinivel que usa una configuración en cascada;

10 La figura 2 es un diagrama de bloques esquemático que muestra una configuración de comunicación entre un controlador maestro, una pluralidad de celdas de energía y unos controladores de celdas conectados a las celdas de energía respectivas en un inversor multinivel que usa una configuración en cascada de acuerdo con la presente invención;

15 La figura 3 es un diagrama de circuito de bloques esquemático que muestra una configuración de circuito que incluye un controlador maestro, una pluralidad de celdas de energía, unos controladores de celdas conectados a las celdas de energía respectivas, un transformador de desplazamiento de fase para suministrar una tensión de entrada a un motor y las celdas de energía;

20 La figura 4 es un diagrama de forma de onda que muestra que las celdas de energía están controladas para tener el mismo factor de potencia para cada fase de corriente CA desplazando la fase de las ondas de corte de referencia, que se usan para generar una señal de modulación de ancho de pulso en un modulador de ancho de pulso instalado en cada controlador de celdas, tanto como una diferencia de fase de una celda de energía correspondiente obtenida por una fórmula de cálculo; y

La figura 5 es un diagrama de flujo que muestra una operación para controlar por igual un factor de potencia de cada celda unitaria en un inversor multinivel que usa una configuración en cascada y las etapas de un método de la misma de acuerdo con la presente invención.

### 25 Descripción detallada de la invención

Los objetos y configuraciones y los efectos operativos de la presente invención para conseguir los objetos se entenderán más claramente a partir de la siguiente descripción de las realizaciones preferidas de la presente invención haciendo referencia a los dibujos adjuntos.

30 En primer lugar, la figura 1 muestra la interrelación entre la frecuencia de salida, el número de planta de una celda de energía y el factor de potencia, que muestra que el factor de potencia cambia de acuerdo con la frecuencia de salida y el número de planta de la celda de energía en un inversor multinivel que usa una configuración en cascada.

35 Como se muestra en la figura 1, puede observarse que a medida que la frecuencia de salida se hace más alta, el factor de potencia de una celda de energía disminuye. También puede verse que el factor de potencia disminuye, de acuerdo con los números de planta de las celdas de energía conectadas en serie para cada fase de una CA (corriente alterna) trifásica, es decir, a medida que el número de planta (es decir, la secuencia conectada) se aleja de la fuente de alimentación de entrada.

40 Por otro lado, se proporcionará una descripción haciendo referencia a la figura 2 que muestra una configuración de la comunicación entre un controlador maestro y una pluralidad de celdas de energía y los controladores de celdas conectados a cada celda de energía, y una configuración detallada de una celda de energía representativa de las celdas de energía en un inversor multinivel que usa una configuración en cascada de acuerdo con la presente invención.

45 Como se muestra en la figura 2, la configuración de la comunicación entre un controlador maestro y una pluralidad de celdas de energía y entre los controladores de celdas conectados a las celdas de energía respectivas en el inversor multinivel que usa una configuración en cascada puede comprender un controlador maestro 1, un accionador CAN (red de área de controlador) 1a mostrado en un lado del controlador maestro 1, instalado en el controlador maestro 1 o conectado por separado del controlador maestro 1, una pluralidad de controladores de celdas 1~n (es decir, 3-1~3-n), un accionador CAN 3a mostrado en un lado de cada controlador de celdas 1~n (es decir, 3-1~3-n), instalado en los controladores de celdas 1~n (es decir, 3-1~3-n) o conectado por separado de los controladores de celdas 1~n (es decir, 3-1~3-n), una red óptica 2 conectada entre el controlador maestro 1 y los controladores de celdas 1~n (es decir, 3-1~3-n), específicamente, entre el accionador CAN 1a en el lado del controlador maestro 1 y los accionadores CAN 3a en el lado de cada controlador de celdas 1~n (es decir, 3-1~3-n), y una pluralidad de celdas de energía 1~n (es decir, 4-1~4-n) conectadas respectivamente a los controladores de celdas 1~n (es decir, 3-1~3-n) a través de unos buses.

60 En la figura 2, el controlador maestro 1 puede recibir desde un controlador maestro (no mostrado) una orden de control, un valor de orden de velocidad y un tiempo de aceleración/desaceleración preestablecido por un usuario, y a continuación generar y emitir una salida de control de una tensión de salida y una frecuencia de salida para cada uno de los controladores de celdas 1~n (es decir, 3-1~3-n).

65 Haciendo referencia aún a la figura 2, en el inversor multinivel que usa la configuración en cascada de acuerdo con la presente invención, cada 1~n celda de energía (es decir, 4-1~4-n) puede incluir, como se muestra en una configuración detallada a modo de ejemplo para la celda de energía 1 (4-1) (dentro de la línea discontinua doble),

una parte de circuito rectificador 4-1a, una parte de circuito de regulación 4-1b y una parte de circuito inversor 4-1c.

La parte de circuito rectificador 4-1a puede implementarse como un puente de diodos que rectifica una tensión de entrada de CA de un transformador de desplazamiento de fase 5 mostrado en la figura 3, para emitir en consecuencia una tensión de entrada de CC.

La parte de circuito de regulación 4-1b puede implementarse como un condensador(es) que está conectado a los terminales de salida de la parte del circuito rectificador 4-1a para regular la tensión de entrada de CC emitida por la parte de circuito rectificador 4-1a.

La parte de circuito inversor 4-1c puede implementarse como unos conmutadores de semiconductor de potencia, por ejemplo, un par de tiristores o un par de IGBT (transistor bipolar de puerta aislada) para cada fase, que están conectados a los terminales de salida de la parte de circuito de regulación 4-1b y están controlados por el controlador de celdas 3-1 para encenderse y apagarse de manera alternativa con una diferencia de fase entre sí.

Haciendo una referencia adicional a la figura 2, los controladores de celdas 1~n (es decir, 3-1~3-n) están conectados a las celdas de energía correspondientes 1~n (es decir, 4-1~4-n), y están conectados al controlador maestro 1 a través de los accionadores CAN 3a en el lado de los controladores de celdas, la red óptica 2 y el accionador CAN 1a en el lado del controlador maestro 1, con el fin de controlar las tensiones de salida y las frecuencias de salida de las celdas de energía correspondientes 1~n (es decir, 4-1~4-n) de acuerdo con una tensión de orden y una frecuencia de orden recibidas desde el controlador maestro 1.

Haciendo referencia aún a la figura 2, el inversor multinivel que usa la configuración en cascada puede usar una CAN (red de área de controlador) como protocolo de comunicación entre el controlador maestro 1 y la pluralidad de controladores de celdas 1~n (es decir, 3-1~3-n), y una red de fibra óptica como medio de comunicación, garantizando de este modo la resistencia contra el ruido y unas buenas características de aislamiento.

A continuación, se proporcionará una descripción haciendo referencia a la figura 3 que es un diagrama de bloques esquemático que muestra una configuración de circuito que comprende un controlador maestro, una pluralidad de celdas de energía, unos controladores de celdas conectados a las celdas de energía respectivas, y un transformador de cambio de fase para suministrar unas tensiones de entrada a un motor y a las celdas de energía.

La figura 3 muestra una conexión entre un motor de CA como una carga y unas celdas de energía para cada fase de un suministro de CA trifásica, y una configuración que incluye, como componente principal, un transformador de desplazamiento de fase para suministrar una tensión de entrada de CA a cada celda de energía, en un inversor multinivel que usa una configuración en cascada de acuerdo con la presente invención.

Como se muestra en la figura 3, el transformador de desplazamiento de fase 5 es un transformador que incluye un devanado primario conectado a una fuente de alimentación de CA comercial trifásica, y una pluralidad de devanados secundarios conectados a unas celdas de energía para cada fase para suministrar unas tensiones de CA inducidas como unas tensiones de entrada para las celdas de energía para cada fase, induciéndose las tensiones de CA inducidas desde el devanado primario y teniendo fases diferentes entre sí.

Haciendo referencia a la figura 3, las celdas de energía pueden incluir unas celdas de energía de fase U trifásicas conectadas entre sí en serie (es decir, las celdas de energía de fase U 1~n (4U-1~4U-n)), celdas de energía de fase V trifásicas conectadas entre sí en serie (es decir, celdas de energía de fase V 1~n (4V-1~4V-n)), y las celdas de energía de fase W trifásicas conectadas entre sí en serie (es decir, las celdas de energía de fase W 1~n (4W-1~4W-n)).

Haciendo referencia aún a la figura 3, el motor de CA 6 representa una carga que se acciona recibiendo las tensiones de salida combinadas de las celdas de energía conectadas en serie para cada fase, es decir, la tensión de salida de fase U combinada de las celdas de energía de fase U 1~n (4U-1~4U-n), la tensión de salida de fase V combinada de las celdas de energía de fase V 1~n (4V-1~4V-n) y la tensión de salida de fase W combinada de las celdas de energía de fase W 1~n (4W-1~4W-n).

La configuración básica y las funciones del controlador maestro 1 y de los controladores de celdas 1~n (3-1~3-n) son las mismas que los descritos haciendo referencia a la figura 2, y por lo tanto no se repetirán. La configuración detallada y el funcionamiento de los controladores de celdas 1~n (3-1~3-n) de la presente invención se describirán a continuación. En otras palabras, en lo sucesivo en el presente documento, se proporcionará una descripción más detallada de la configuración detallada y el funcionamiento de los controladores de celdas como dispositivos para controlar por igual los factores de potencia para las celdas unitarias, por lo que puede evitarse que una tensión de regeneración converja en una celda específica tras la desaceleración de un motor o una carga pequeña controlando que cada celda unitaria tenga el mismo factor de potencia.

El método para controlar por igual un factor de potencia de cada celda unitaria realizado por los controladores de celdas de acuerdo con la presente invención puede comprender aproximadamente el cálculo de una diferencia de

fase de una celda unitaria (es decir, una celda de energía a la que un controlador de la celda está conectado para su control) basado en una información relacionada con la celda de energía correspondiente (es decir, una información relacionada con un número predeterminado de celdas de energía totales conectadas a una sola fase y una información relacionada con un número de planta (una secuencia de conexión en serie) de la celda de energía correspondiente, y desplazar la fase de una onda de corte de referencia (una llamada onda portadora) para generar una señal de modulación de ancho de pulso de un modulador de ancho de pulso instalado en el controlador de celdas tanto como la diferencia de fase calculada de la celda de energía correspondiente.

En primer lugar, el cálculo de la diferencia de fase de la celda de energía correspondiente puede realizarse de acuerdo con la siguiente fórmula de cálculo (1).

$$\alpha = (180^\circ/2n) + \{(180^\circ/n) \times (\text{el número de planta de la celda de energía correspondiente} - 1)\} \quad \text{Fórmula (1)}$$

donde  $\alpha$  indica la diferencia de fase, es decir, el ángulo de fase de la celda de energía correspondiente,  $n$  indica el número predeterminado de celdas de energía totales para una sola fase (es decir, la fase correspondiente), y el número de planta de la celda de energía correspondiente indica el número de la planta de la celda de energía correspondiente (es decir, la secuencia de conexión en serie), es decir, un valor almacenado predeterminado.

Por lo tanto, si se supone que la celda de energía correspondiente es una primera celda de energía de fase V (por ejemplo, la celda de energía 1 (4V-1) la más alejada del motor de CA en la figura 3) y un total de 8 celdas de energía están conectadas a cada fase, el número de planta de la primera celda de energía de fase V se convierte en 1 debido a que es la primera de la fase correspondiente. Por lo tanto, la diferencia de fase sería de 11,25 grados de acuerdo con la fórmula (1) (es decir,  $180^\circ/16 = 11,25^\circ$ ).

Como otro ejemplo, si la celda de energía correspondiente es la tercera celda de energía de fase W (es decir, la 4W-3 en la figura 3) y 8 celdas de energía están conectadas a cada fase, el número de planta de la tercera celda de energía de fase W (4W-3) se convierte en 3 debido a que es la tercera de la fase correspondiente. En consecuencia, la diferencia de fase sería de 56,25 grados de acuerdo con la fórmula (1) (es decir,  $180^\circ/16 + \{180^\circ/8 \times (3-1)\} = 56,25^\circ$ ).

Es decir, en la presente invención, el controlador de celdas 3-1~3-n calcula la diferencia de fase  $\alpha$  de la celda de energía correspondiente de acuerdo con una fórmula de cálculo tal como la fórmula (1).

En lo sucesivo en el presente documento, se proporcionará una descripción para la etapa de desplazamiento de fase de la onda de corte de referencia (llamada onda portadora) que se usa para generar la señal de modulación de ancho de pulso en el modulador de ancho de pulso instalado en cada controlador de celdas por tanto como la diferencia de fase calculada de la celda de energía correspondiente.

Cada controlador de celdas 3-1~3-n controla una tensión de salida y una frecuencia de salida de la celda de energía de acuerdo con una tensión de orden y una frecuencia de orden procedente del controlador maestro (en referencia a la referencia numérica 1 en la figura 3), y a continuación proporciona una señal de control de modulación de ancho de pulso de una tensión variable y una frecuencia variable a la celda de energía conectada. Con este fin, cada controlador de celdas 3-1~3-n puede estar provisto de un modulador de ancho de pulso que genera una onda de corte usada como una referencia para una modulación de ancho de pulso. La onda de corte puede verse en la figura 4. Como se muestra en la figura 4, si la diferencia de fase  $\alpha$  de la celda de energía correspondiente es 250  $\mu$ s, el modulador de ancho de pulso de cada controlador de celdas 3-1~3-n desplaza la fase de la onda de corte de referencia en 250  $\mu$ s. Finalmente,  $\theta$  del  $\cos\theta$ , es decir, el ángulo de fase se convierte en el mismo con respecto a la pluralidad de celdas de energía para cada fase. Por lo tanto, el factor de potencia, es decir, el valle del  $\cos\theta$  se convierte en el mismo con respecto a cada celda de energía.

Una configuración de circuito y hardware de este tipo de los controladores de celdas como se muestra en la figura 4 puede implementarse mediante la inclusión de un circuito oscilante de onda de corte, un desplazador de fase para desplazar la fase de una onda de corte mediante un ángulo de orden, un microprocesador para ordenar un ángulo al desplazador de fase usando un programa de control de funcionamiento y una información almacenada de tal manera que el desplazador de fase pueda desplazar la fase el ángulo necesario, una memoria (por ejemplo, una ROM (memoria de solo lectura o una memoria flash) para almacenar una fórmula de cálculo para obtener la diferencia de fase  $\alpha$  y un programa que controla el desplazador de fase para desplazar la fase la diferencia de fase calculada  $\alpha$ , y para almacenar la fase predeterminada y el número de planta de una celda de energía correspondiente.

Por lo tanto, la tensión de entrada de CA aplicada desde el transformador de desplazamiento de fase 5 en la figura 3 se rectificadora y se regula por la parte de circuito rectificador 4-1a y la parte de circuito de regulación 4-1b de la celda de energía correspondiente, como se muestra en la figura 2, con el fin de convertirse en una tensión de entrada de CC. La tensión de entrada de CC convertida se convierte a continuación en una tensión de salida de CA con una tensión y frecuencia deseadas mediante la parte de circuito inversor 4-1c. Dicha tensión de salida de CA se combina con cada fase de U, V y W. Finalmente, se aplica una tensión de CA alta al motor como tensión motriz.

A continuación, la figura 5 es un diagrama de flujo que muestra el funcionamiento del inversor multinivel que usa la configuración en cascada y un método de control del mismo de acuerdo con la presente invención, que se describirá en lo sucesivo en el presente documento.

5 El método para controlar el inversor multinivel de acuerdo con la presente invención puede comprender una etapa de cálculo de diferencia de fase para una celda de energía (ST1) en la que se usa un controlador de celdas para calcular un valor de diferencia de fase de la celda de energía correspondiente de un número total predeterminado de celdas de energía conectadas a una sola fase y un número de planta (por ejemplo, una secuencia de conexión en serie) de la celda de energía correspondiente, y una etapa de desplazamiento de fase de onda de corte de referencia (ST2) en la que la fase de una onda de corte del modulador de ancho de pulso en el controlador de celdas se desplaza el valor de diferencia de fase del número total de celdas de energía que se han almacenado y el número de planta (es decir, la secuencia de conexión en serie) de la celda de energía correspondiente.

10 En la etapa ST2 (es decir, la etapa de desplazar la fase de la onda de corte de referencia), el controlador de celdas 3-1~3-n desplaza la fase de la onda de corte de referencia del modulador de ancho de pulso del controlador de celdas el valor de diferencia de fase de la celda de energía correspondiente, valor obtenido en la etapa ST1 (es decir, la etapa de calcular la diferencia de fase), de tal manera que la pluralidad de celdas de energía pueden tener todas el mismo factor de potencia.

20 Como se ha descrito anteriormente, en el inversor multinivel que usa la configuración en cascada de acuerdo con la presente invención, los controladores de celdas respectivos pueden controlar los diferentes factores de potencia que se generan en las frecuencias de salida y en las localizaciones conectadas en serie (plantas) de las celdas de energía respectivas para que se conviertan en los mismos. En consecuencia, tras la desaceleración de un motor o una carga pequeña, es posible evitar que una tensión de regeneración se convierta en una celda específica, lo que resulta en evitar que la celda específica se desordene o se dañe.

REIVINDICACIONES

1. Un inversor multinivel que tiene una configuración en cascada para suministrar un dispositivo (6) para controlar por igual un factor de potencia de cada celda unitaria, de una pluralidad de celdas de energía (4-1,..., 4-n), comprendiendo el inversor:

un controlador maestro (1) configurado para generar y emitir una salida de control a partir de una tensión de salida y una frecuencia de salida de acuerdo con una orden de control de ajuste; la pluralidad de celdas de energía (4-1,... 4-n) conectadas en serie con respecto a cada fase, incluyendo cada celda de energía un convertidor de CA-CC para convertir una tensión de entrada de CA trifásica en una tensión de salida de CC de acuerdo con la salida de control del controlador maestro, un circuito de regulación para regular la tensión de CC convertida del convertidor de CA-CC, y un inversor para generar una tensión de salida de CA usando la tensión de CC regulada como una tensión de entrada;

un transformador de desplazamiento de fase (5) para suministrar una tensión de entrada de celda de energía, teniendo el transformador un devanado primario conectado a una fuente de alimentación de CA trifásica, y una pluralidad de devanados secundarios conectados correspondientemente a cada una de la pluralidad de celdas de energía;

una red de comunicación (2) conectada entre el controlador maestro y cada una de la pluralidad de celdas de energía para proporcionar una ruta de comunicación entre los mismos;

unos controladores de celdas (3-1,..., 3-n) conectados a cada una de la pluralidad de celdas de energía y al controlador maestro y configurados para controlar las tensiones de salida y las frecuencias de salida de cada una de la pluralidad de celdas de energía conectadas de acuerdo con una orden de tensión y una orden de frecuencia procedente del controlador maestro, comprendiendo cada controlador de celdas un modulador de ancho de pulso para generar una onda de corte como referencia para una modulación de ancho de pulso con el fin de generar una señal de control de modulación de ancho de pulso de una tensión variable y una frecuencia variable, y proporcionar la señal de control de modulación de ancho de pulso generada a la celda de energía conectada respectiva, en la que cada controlador de celdas está configurado para calcular un valor de diferencia de fase de la celda de energía conectada respectiva de acuerdo con un número total preestablecido de la pluralidad de las celdas de energía conectadas a una sola fase y un número de planta de la celda de energía conectada respectiva de tal manera que cada una de la pluralidad de celdas de energía tenga el mismo factor de potencia, y para desplazar la fase de la onda de corte por el valor de diferencia de fase calculado, para compensar las diferencias de fase entre cada una de la pluralidad de celdas de energía,

**caracterizado por que** el controlador de celdas está configurado para calcular el valor de diferencia de fase mediante una fórmula de cálculo,

en el que el valor de diferencia de fase =  $(180^\circ/2n) + \{(180^\circ/n) \times (\text{el número de planta de la celda de energía correspondiente} - 1)\}$ , donde n indica el número total de celdas de energía para una sola fase.

2. El inversor multinivel de la reivindicación 1, en el que la red de comunicación (2) comprende una CAN, red de área de controlador, como protocolo de comunicación, y usa una red de fibra óptica como medio de comunicación.

3. Un método para controlar por igual un factor de potencia de cada celda unitaria de una pluralidad de celdas de energía (4-1,..., 4-n) en un inversor multinivel que tiene un controlador maestro (1) configurado para generar y emitir una salida de control de una tensión de salida y una frecuencia de salida de acuerdo con una orden de control de ajuste, estando la pluralidad de celdas de energía (4-1,..., 4-n) conectadas en serie con respecto a cada una de las tres fases y teniendo un inversor que genera una tensión de salida de CA que usa una tensión de CC como tensión de entrada de acuerdo con la salida de control procedente del controlador maestro, un transformador de desplazamiento de fase que suministra una tensión de entrada de celda de energía, teniendo el transformador un devanado primario conectado a una fuente de alimentación de CA trifásica, y una pluralidad de devanados secundarios conectados correspondientemente a la pluralidad de celdas de energía, una red de comunicación (2) conectada entre el controlador maestro y cada celda de energía de la pluralidad de celdas de energía para proporcionar una ruta de comunicación entre las mismas, y unos controladores de celdas (3-1,... 3-n) conectados a cada una de la pluralidad de celdas de energía y al controlador maestro y configurados para controlar las tensiones de salida y las frecuencias de salida de cada una de la pluralidad de celdas de energía conectadas, comprendiendo cada controlador de celdas un modulador de ancho de pulso que genera una onda de corte como una referencia para una modulación de ancho de pulso para generar una señal de control de modulación de ancho de pulso de una tensión variable y una frecuencia variable, proporcionando la señal de control de modulación de ancho de pulso generada a la celda de energía conectada respectiva, en el que cada controlador de celdas calcula un valor de diferencia de fase de la celda de energía conectada respectiva de acuerdo con un número total predeterminado de la pluralidad de celdas de energía conectadas a una sola fase y un número de planta de la celda de energía conectada respectiva de tal manera que cada una de la pluralidad de celdas de energía tenga el mismo factor de potencia, y para desplazar la fase de la onda de corte por el valor de diferencia de fase calculado, para compensar las diferencias de fase entre cada una de la pluralidad de celdas de energía, comprendiendo el método:

calcular (ST<sub>1</sub>) la diferencia de fase de cada celda de energía conectada usando cada controlador de celdas de acuerdo con el número total predeterminado de la pluralidad de celdas de energía conectadas a una sola fase y

el número de planta de la celda de energía conectada respectiva, siendo el número de planta una secuencia de conexión en serie; y

5 desplazar la fase ( $ST_2$ ) de la onda de corte de referencia del modulador de ancho de pulso del controlador de celdas por el valor de diferencia de fase de la celda de energía conectada respectiva calculada mediante el cálculo del valor de diferencia de fase, de tal manera que cada una de la pluralidad de celdas de energía tiene el mismo factor de potencia,

**caracterizado por que**

10 la diferencia de fase de la celda de energía correspondiente se calcula mediante una fórmula de cálculo, en el que el valor de diferencia de fase =  $(180^\circ/2n) + \{(180^\circ/n) \times (\text{el número de planta de la celda de energía correspondiente} - 1)\}$ , donde n indica el número total de celdas de energía para una sola fase.

4. El método de la reivindicación 3, en el que la red de comunicación (2) comprende una CAN, red de área de controlador, como protocolo de comunicación y una red de fibra óptica como medio de comunicación.

15

FIG. 1  
TÉCNICA RELACIONADA

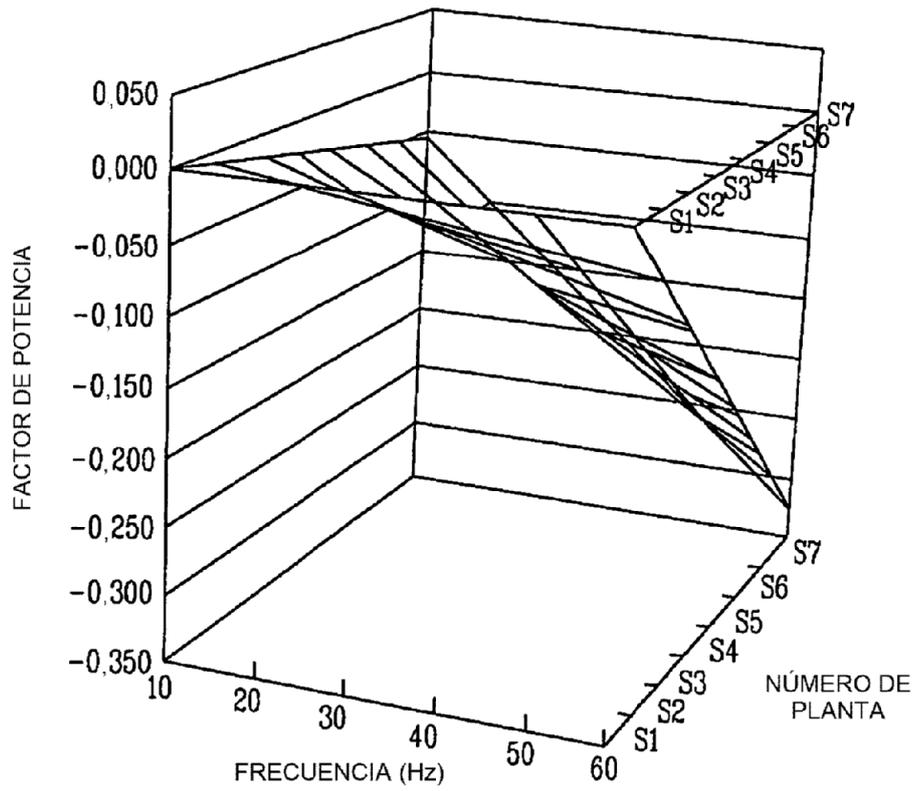


FIG. 2

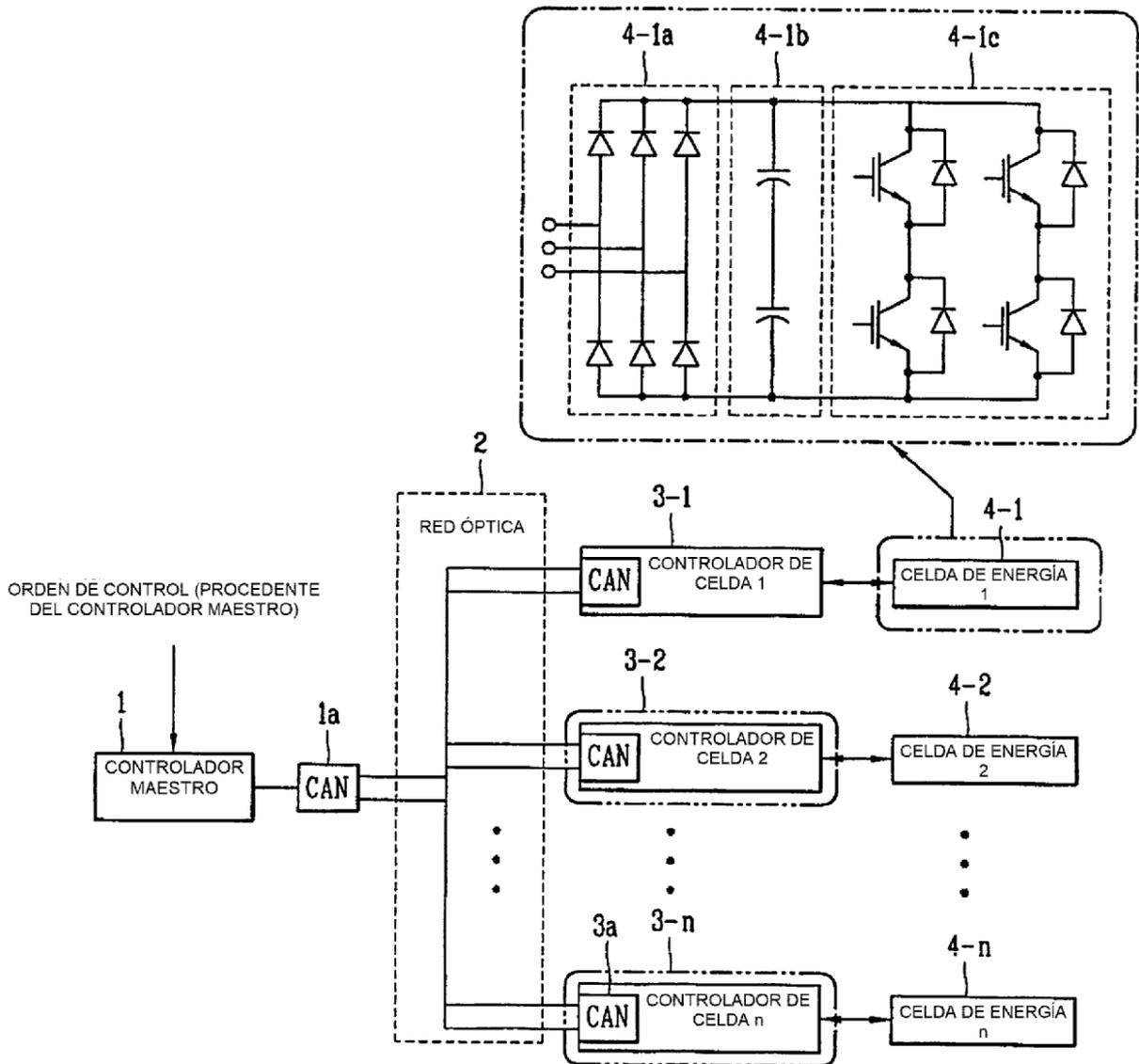


FIG. 3

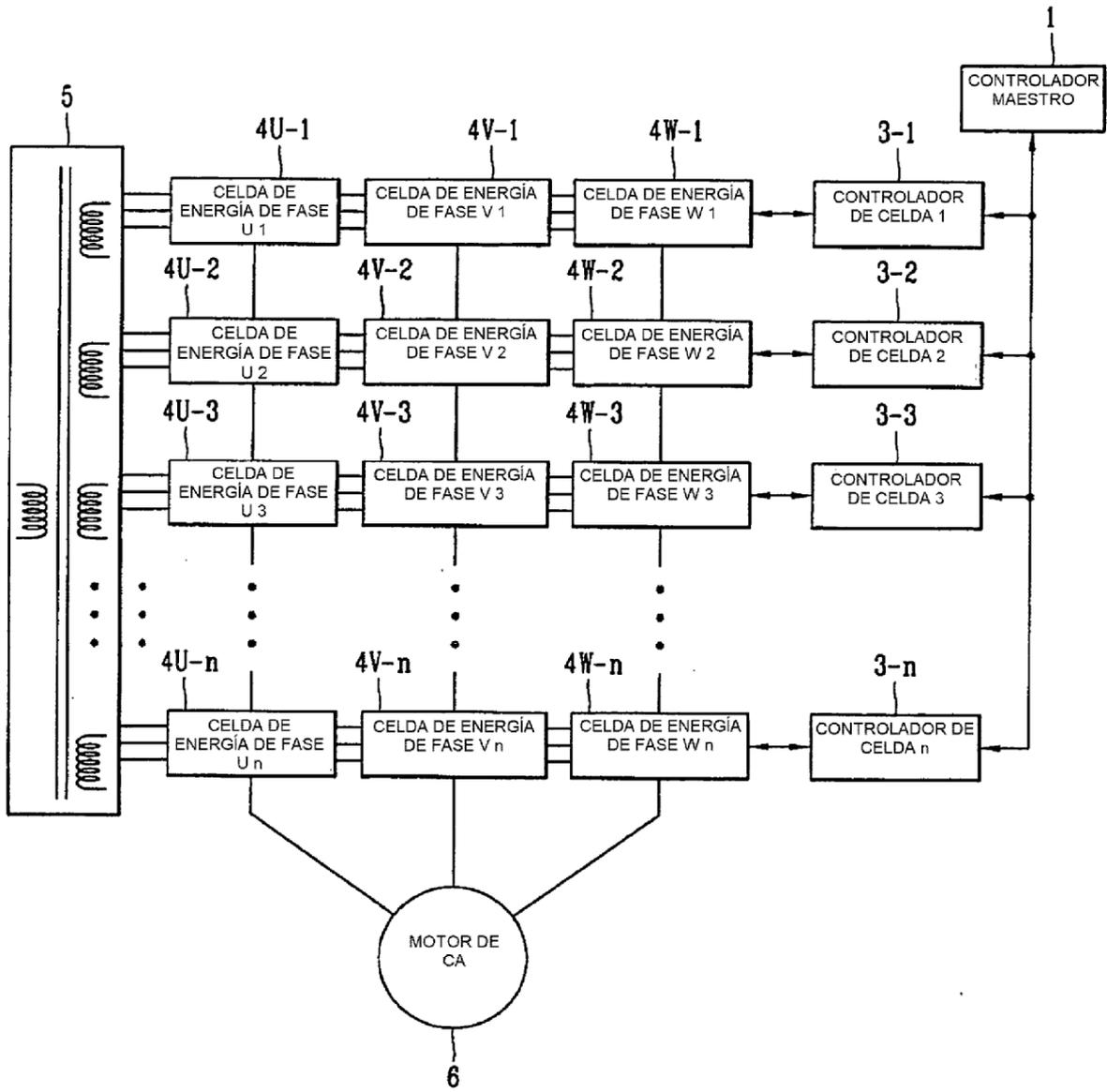


FIG. 4

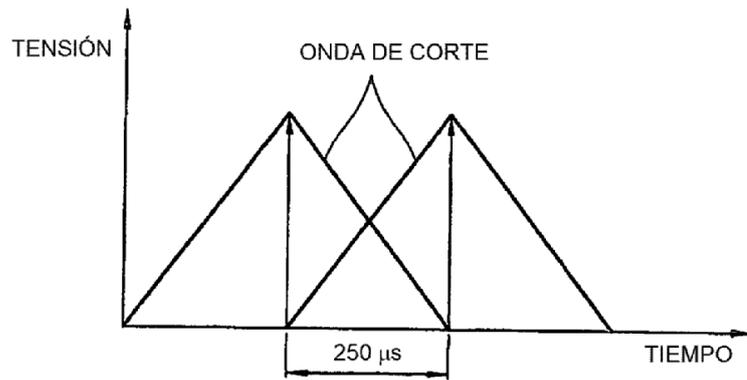


FIG. 5

