

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 833 954**

51 Int. Cl.:

H02M 7/483 (2007.01)

H02M 7/49 (2007.01)

H04B 3/54 (2006.01)

H02J 3/38 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.11.2016** **PCT/SE2016/051113**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.05.2017** **WO17086862**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.11.2016** **E 16866749 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.08.2020** **EP 3378151**

54 Título: **Comunicación de línea común en inversores en cascada**

30 Prioridad:

18.11.2015 SE 1551492

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

16.06.2021

73 Titular/es:

MARICI HOLDINGS THE NETHERLANDS B.V.
(100.0%)

George Hintzenweg 81
3068AX Rotterdam, NL

72 Inventor/es:

BERGQUIST, GUSTAV;
LINDGREN, ANDERS y
MODEER, TOMAS

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 833 954 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

Comunicación de línea común en inversores en cascada

5 **Campo técnico**

La invención divulgada en la presente memoria se refiere a la comunicación en sistemas de inversores de potencia. Más precisamente, se refiere a un procedimiento de comunicación con unidades de conmutación en cascada controladas dispuestas para recibir una potencia de entrada y para suministrar una forma de onda de tensión de salida combinada y corriente alterna a, por ejemplo, una red de potencia.

Antecedentes

Las unidades de conmutación se usan ampliamente en sistemas de inversores de potencia para cambiar la corriente continua (CC) a corriente alterna (CA). En tales aplicaciones, puede combinarse una pluralidad de unidades de conmutación en serie para formar una forma de onda de tensión de salida multinivel combinada.

Se han propuesto y usado numerosas configuraciones y procedimientos de funcionamiento de las unidades de conmutación dentro de este concepto. En un ejemplo, las unidades de conmutación pueden conectarse eléctricamente en una configuración en cascada para proporcionar una forma de onda de tensión de salida combinada deseada y CA. El funcionamiento individual de las unidades de conmutación puede efectuarse, por ejemplo, por medio de un circuito de control de conmutación, que requiere la transmisión de información entre las unidades del sistema. Por ejemplo, en el documento WO2014/131734 y PCT/EP2012/066782 las señales de control se transfieren entre una unidad de adaptación central y unidades de conmutación por medio de un canal de comunicación inalámbrico.

La Solicitud de Patente de los EE.UU. Núm. US2015/0163074 divulga un sistema que incluye un sistema de energía acoplado a un bus de potencia, y una pasarela de comunicación por línea de potencia acoplada en serie con el bus de potencia.

La Solicitud de Patente Internacional Núm. WO/2011/008701 divulga un aparato para identificar componentes generadores distribuidos reasignados.

La Solicitud de Patente Europea Núm. EP2725678 divulga un dispositivo de comunicación por línea de potencia capaz de mantener al mínimo la atenuación de la potencia eléctrica de una señal de control. El dispositivo de comunicación por línea de potencia incluye una unidad de comunicación y una unidad de conmutación.

Aunque existen procedimientos bien conocidos para implementar tales canales de comunicación, todavía existe la necesidad de procedimientos alternativos y mejorados para transferir información en relación con tales sistemas de inversores de potencia de una manera eficiente en cuanto a costes y energía.

Sumario

Un objeto de al menos algunas de las realizaciones de la presente invención es proporcionar procedimientos en un sistema inversor de potencia, en unidades de conmutación y en una unidad central, y en particular proporcionar una alternativa mejorada a las técnicas anteriores.

En consecuencia, la invención proporciona procedimientos, dispositivos y un sistema con las características de las reivindicaciones independientes. Las reivindicaciones dependientes definen realizaciones ventajosas.

En un primer aspecto, se proporciona un procedimiento en un sistema inversor de potencia. El sistema inversor de potencia comprende una pluralidad de unidades de conmutación que están conectadas eléctricamente entre sí en configuración en cascada. Cada una de las unidades de conmutación está adaptada para recibir una respectiva potencia de entrada. Además, cada una de las unidades de conmutación funciona en un modo inversor en el que las unidades de conmutación se conmutan individualmente para producir una forma de onda de tensión de salida combinada, y un modo de comunicación en el que las unidades de conmutación se conmutan para producir una señal de comunicación. La tensión de salida combinada de las unidades de conmutación y la señal de comunicación pueden transferirse por el mismo cable o línea. De acuerdo con el presente aspecto, al menos algunas de las unidades de conmutación están conmutadas en el modo inversor en respuesta a los comandos de conmutación de una señal de comando y/u otros tipos de información proporcionada, por ejemplo, por una señal de datos. Además, al menos una de las unidades de conmutación funciona en el modo de comunicación durante un período de tiempo definido por dos comandos de conmutación consecutivos de la señal de comando.

De acuerdo con un segundo aspecto, se proporciona un procedimiento en una unidad central. El procedimiento comprende las etapas de recibir, a través de una línea común adaptada para transferir tanto la potencia como los datos de comunicación, una señal de comunicación generada por una unidad de conmutación que opera en un

modo de comunicación, calcular una señal de comando en base a la señal de comunicación recibida y emitir la señal de comando a través de la línea común. La unidad de conmutación es una de una pluralidad de unidades de conmutación conectadas eléctricamente en configuración en cascada, en la que cada una de la pluralidad de unidades de conmutación está adaptada para recibir una potencia de entrada de CC respectiva y operable en un modo inversor y en un modo de comunicación. En el modo inversor, las unidades de conmutación se conmutan individualmente en respuesta a los comandos de conmutación de la señal de comando para producir una forma de onda de tensión de salida combinada y una corriente transferida en la línea común. En el modo de comunicación, en el que las unidades de conmutación pueden funcionar entre dos comandos de conmutación consecutivos de la señal de comando, las unidades de conmutación se conmutan para producir la señal de comunicación.

De acuerdo con un tercer aspecto, se proporciona un sistema inversor de potencia que comprende una pluralidad de unidades de conmutación conectadas eléctricamente en configuración en cascada. Cada una de la pluralidad de unidades de conmutación está adaptada para recibir una potencia de entrada de CC respectiva y operable en un modo inversor en el que las unidades de conmutación se conmutan individualmente en respuesta a los comandos de conmutación de una señal de comando para producir una forma de onda de corriente y tensión combinadas transferida en una línea común. Además, las unidades de conmutación pueden funcionar, entre dos comandos de conmutación consecutivos de la señal de comando, en un modo de comunicación en el que las unidades de conmutación se conmutan para producir una señal de comunicación, en el que la señal de comunicación se transmite en la línea común.

De acuerdo con un cuarto aspecto, se proporciona una unidad central que está adaptada para recibir, a través de una línea común, una señal de comunicación generada por una unidad de conmutación de acuerdo con el tercer aspecto. La señal de comunicación se procesa por un procesador adaptado para calcular una señal de comando en base a la señal de comunicación recibida. La unidad central comprende además una interfaz de comunicación a través de la cual se envía la señal de comando a la línea común.

De acuerdo con un quinto aspecto, se proporciona un sistema que comprende un sistema inversor de potencia de acuerdo con el tercer aspecto y una unidad central de acuerdo con el cuarto aspecto.

Los presentes aspectos hacen uso de la comprensión de que la forma de onda de tensión de salida multinivel puede construirse y diseñarse de manera que haya períodos de "silencio" donde la tensión sea relativamente constante y tenga un contenido de armónicos relativamente bajo. Esos períodos de "silencio" pueden ubicarse entre dos eventos de conmutación consecutivos de las unidades de conmutación. Estos períodos de "silencio" pueden usarse para transmitir una señal de comunicación superpuesta en la salida combinada y con un contenido armónico relativamente bajo (es decir, ruido) que de cualquier otra manera puede ser causado por transitorios de nivel. La señal de comunicación puede lograrse conmutando una o varias de las unidades de conmutación mientras se deja que las unidades de conmutación restantes estén en silencio, es decir, permanezcan en su estado actual mientras se genera la señal de comunicación.

En otras palabras, puede considerarse que las unidades de conmutación operan en dos modos diferentes: el modo inversor genera la forma de onda de corriente y de tensión de salida multinivel combinada y, al mismo tiempo, puede recibir la señal de comunicación y el modo de comunicación que genera la señal de comunicación. En el modo inversor, cada o al menos algunas de las unidades de conmutación pueden conmutarse en base a los comandos de conmutación de la señal de comando para formar una forma de onda de corriente y de tensión de salida multinivel deseada y, simultáneamente, poder recibir datos y comandos de comunicación desde la unidad central. El período definido por dos comandos de conmutación mutuamente adyacentes puede denominarse período de silencio de la salida CA multinivel, ya que la salida puede ser relativamente estable o constante durante este período. En otras palabras, la tensión de salida puede tener durante este período de silencio un ruido relativamente bajo, lo que es particularmente ventajoso en relación con la señalización, ya que un nivel de ruido relativamente bajo puede reducir la necesidad de filtrado y amplificación de la señal de comunicación. En este período de silencio, una o varias de las unidades de conmutación pueden funcionar en el modo de comunicación, en el que pueden conmutarse una pluralidad de veces para generar una señal de comunicación superpuesta. Preferentemente, las unidades de conmutación pueden operarse a una frecuencia de conmutación relativamente baja en el modo inversor en comparación con las topologías comúnmente conocidas donde se usa y se desea una frecuencia alta para reducir el tamaño de los componentes de filtro. Al operar el sistema inversor de potencia a frecuencias relativamente bajas, pueden disponerse de períodos relativamente largos entre eventos de conmutación consecutivos para la generación y transmisión de la señal de comunicación. Además, una frecuencia de conmutación más baja puede permitir pérdidas de conmutación reducidas y, por lo tanto, un inversor con mayor eficiencia.

La señal de comando puede comprender, por ejemplo, un comando de estado que hace que una unidad de conmutación emita o reciba potencia y, preferentemente, dé salida a una tensión a un cierto nivel (positivo, cero, negativo o tensiones entre ellos). Adicional, o alternativamente, el comando de estado puede hacer que la unidad de conmutación deje de emitir potencia y tensión. La señal de comando también puede comprender comandos adicionales o alternativos que hacen que las unidades de conmutación emitan cualquier combinación de dos o más de una tensión positiva, una tensión negativa, tensión cero y tensiones entre ellos. Esto también se aplica cuando se

opera en el modo de comunicación, en el que la unidad de conmutación puede alternar entre cualquiera de las salidas mencionadas anteriormente.

Cada una de la pluralidad de unidades de conmutación puede adaptarse para recibir, a través de la línea común, una señal de comunicación generada por otra unidad de conmutación o por la unidad central. La señal de comunicación puede procesarse por un procesador adaptado para calcular una señal de comando en base a la señal de comunicación recibida.

Al usar la línea común para la señalización, pueden lograrse una serie de ventajas. Por ejemplo, se elimina la necesidad de canales de comunicación separados. Por lo tanto, pueden omitirse medios de comunicación inalámbricos o de cableado adicionales. Además, al usar una etapa de potencia existente en las unidades de conmutación, no hay necesidad de una etapa de comunicación o transmisor adicional para generar la señal de comunicación. En su lugar, el mismo equipo que genera la forma de onda de tensión de salida y proporciona la conversión de potencia puede usarse para el propósito adicional de comunicación, lo que permite una lista de materiales, tamaño y costo reducidos relacionados, por ejemplo, con la fabricación y el mantenimiento.

La señal de comunicación puede comprender información relacionada con tensiones o corrientes en el sistema, tal como el nivel de entrada de CC a la unidad de conmutación o el nivel de salida de CA, y otros parámetros relacionados con, por ejemplo, la temperatura, la capacidad y el rendimiento de la unidad de conmutación.

La unidad central puede usar información en la señal de comunicación cuando determina o calcula la señal de comando. Por tanto, la información relativa al estado actual o al funcionamiento del sistema inversor o su entrada puede usarse por lo tanto como retroalimentación para controlar el sistema inversor.

La unidad central puede adaptarse además para recibir información que represente al menos una de entre frecuencia, fase, amplitud y armónicos de una CA requerida, tal como por ejemplo una CA de red, y para recibir información, a través de la señal de comunicación, que represente al menos una de la corriente de entrada y la tensión de entrada a cada una, o al menos a algunas, de las unidades de conmutación. En base a en la información recibida, las unidades de conmutación pueden controlarse individualmente de manera que la salida combinada de la pluralidad de unidades de conmutación produzca una forma de onda de tensión y corriente que coincida con la forma de onda de tensión y corriente requerida.

El control individual de las unidades de conmutación es particularmente relevante para aplicaciones y sistemas en los que la respectiva potencia CC de entrada varía con el tiempo y/o es difícil de predecir. Este puede ser el caso, por ejemplo, de elementos fotovoltaicos (FV) o paneles solares, en los que la potencia de salida puede determinarse mediante una relación no lineal entre la tensión y la corriente de la entrada de CC. Eventos como una sombra pasajera o las diferencias en el rendimiento del panel debido a la contaminación, el envejecimiento diferencial o las diferencias durante la fabricación pueden dificultar el funcionamiento de una serie de paneles en su punto de máxima eficiencia. Los presentes aspectos proporcionan una solución en la que cada panel puede conectarse a una unidad de conmutación respectiva que está en cascada y puede operarse individualmente en respuesta a la potencia de entrada de CC de cada uno de los paneles. La información sobre la potencia de entrada de CC puede transferirse mediante la señal de comunicación a la unidad central, en la que puede proporcionarse un microcontrolador o procesador para generar una señal de comando adecuada que indique un patrón de conmutación para usarse por las unidades de conmutación.

Los presentes aspectos permiten además que se controlen fuentes de potencia de entrada de CC individuales, tal como, por ejemplo, paneles solares. El control de la producción de energía (es decir, potencia de entrada de CC, tensión y/o corriente producidos) puede, por ejemplo, dar al operador o al personal de mantenimiento una indicación temprana sobre la necesidad de mantenimiento, lo que resulta en un mejor uso del equipo. La monitorización puede realizarse por medio de la señal de comunicación, que puede transmitirse a la unidad central para su posterior análisis.

De acuerdo con una realización, la señal de comunicación comprende además un identificador que indica una identidad de la unidad de conmutación que produce la señal de comunicación. De esta manera, la unidad central puede distinguir entre las unidades de conmutación individuales y, por lo tanto, adaptar la señal de comando en consecuencia.

De acuerdo con una realización, cada una de las unidades de conmutación puede comprender un sensor adaptado para recibir la señal de comando y/o la señal de comunicación. El sensor puede, en el caso de que una corriente sea el principal portador de información, por ejemplo, comprender medios para detectar cambios en la corriente, por ejemplo, un transformador de señal, un transformador de corriente, un resistor de derivación o un dispositivo de medición de efecto Hall. Además, uno o varios de los transistores de etapa de potencia en resistencia o caída de tensión de conducción pueden usarse para detectar la señal de comunicación. La señal de comunicación puede, en el caso de que el portador de información principal sea una tensión, determinarse por medio de un dispositivo sensor que detecte cambios en la tensión. Un dispositivo de detección de este tipo puede, por ejemplo, usar divisores de tensión resistivos combinados con acoplamiento de CA en forma de, por ejemplo, capacitores.

Alternativa, o adicionalmente, el sensor puede comprender un inductor de modo común que tiene un núcleo con un primer embobinado y un segundo embobinado, en el que el primer embobinado y el segundo embobinado forman un par diferencial de conductores dispuestos para transmitir una señal de comunicación diferencial. Tal inductor de modo común puede comprender un tercer embobinado dispuesto para extenderse a lo largo de al menos una porción del primer embobinado y un cuarto embobinado dispuesto para extenderse a lo largo de al menos una porción del segundo embobinado. El tercer embobinado y el cuarto embobinado pueden acoplarse inductivamente al primer embobinado y al segundo embobinado, respectivamente, y conectarse en serie entre sí para proporcionar una señal de sensor inducida por la señal de comunicación diferencial en el primer embobinado y en el segundo embobinado.

De acuerdo con algunas realizaciones, la unidad central puede comprender una interfaz de comunicación adaptada para emitir la señal de comando y/o para recibir la señal de comunicación. La interfaz de comunicación puede comprender, por ejemplo, un transmisor que tiene una unidad de conmutación que puede configurarse de manera similar a la ya divulgada. Una unidad de conmutación de este tipo puede adaptarse para generar una señal, tal como una señal de comando, en los períodos de silencio entre dos comandos de conmutación. Alternativa, o adicionalmente, la interfaz de comunicación puede comprender, de acuerdo con algunas realizaciones, un sensor, tal como por ejemplo un transformador, un resistor, un dispositivo de medición de efecto Hall o un transistor como se mencionó anteriormente, para recibir y determinar la señal de comunicación. Además, puede usarse un inductor de modo común con un embobinado de sensor adicional como se divulgó anteriormente.

Una unidad de conmutación puede, en el contexto de la presente solicitud, referirse a un componente eléctrico capaz de recibir potencia de entrada de CC y producir una salida multinivel de al menos dos niveles de tensión diferentes o más. La unidad de conmutación también puede denominarse convertidor CC/CA y, por ejemplo, puede formarse por un convertidor de puente en H o de medio puente. El convertidor de puente en H puede comprender, por ejemplo, cuatro transistores de efecto de campo metal-óxido-semiconductor (MOSFET) o cualquier otro tipo de conmutador o transistor semiconductor. El convertidor de medio puente puede comprender, por ejemplo, dos transistores.

También se apreciará que los presentes aspectos pueden implementarse o realizarse como un sistema de transmisión de alta potencia.

Los presentes aspectos pueden llevarse a la práctica como instrucciones legibles por computadora para controlar una computadora programable de manera que realice el procedimiento descrito anteriormente. Tales instrucciones pueden distribuirse en forma de un producto de programa informático que comprende un medio legible por computadora que almacena las instrucciones. En particular, las instrucciones pueden cargarse en un microcontrolador o dispositivo de control tal como, por ejemplo, FPGA, ASIC, CPU, MCU de la unidad central.

Otros objetivos, características y ventajas de los presentes aspectos resultarán evidentes al estudiar la siguiente divulgación detallada, los dibujos y las reivindicaciones adjuntas. Los expertos en la técnica se darán cuenta de que diferentes características de los presentes aspectos, incluso si se enumeran en diferentes reivindicaciones, pueden combinarse en realizaciones distintas de las descritas a continuación.

Breve descripción de los dibujos

Lo anterior, así como también los objetos, características y ventajas adicionales de la presente invención, se entenderán mejor a través de la siguiente descripción detallada ilustrativa y no limitativa de las realizaciones de la presente invención. Se hará referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- la Figura 1 ilustra gráficamente un sistema inversor de potencia que comprende una pluralidad de unidades de conmutación en cascada y una unidad central de acuerdo con algunas realizaciones;
- la Figura 2 muestra una unidad de conmutación de acuerdo con una realización de la presente invención;
- la Figura 3 ilustra esquemáticamente el diseño de un sistema y sus trayectorias de señalización asociadas de acuerdo con una realización;
- la Figura 4 es un diagrama que ilustra la forma de onda de tensión de salida multinivel combinada de acuerdo con una realización; y
- la Figura 5 ilustra el esquema de un procedimiento en un sistema inversor de potencia y una unidad central de acuerdo con una realización de la presente invención.

Todas las figuras son esquemáticas y generalmente solo muestran partes que son necesarias para aclarar la invención, mientras que otras partes pueden omitirse o simplemente sugerirse.

Descripción detallada de las realizaciones

La Figura 1 muestra un sistema inversor de potencia 100 y una unidad central 130 de acuerdo con una realización. El sistema inversor de potencia 100 comprende una pluralidad de unidades de conmutación, tal como, por ejemplo, convertidores de puente en H 110, cada una de las cuales está dispuesta para alimentarse con una tensión de

fuelle de potencia de entrada de CC V_{CC} de una fuente respectiva, tal como, por ejemplo, un elemento fotovoltaico (no se muestra en la Figura 1). Los convertidores de puente en H 110 pueden conectarse en cascada para producir una tensión de salida multinivel V_{SALIDA} , que puede alimentarse a través de la línea común 120 a la unidad central 130. La unidad central 130 puede adaptarse para generar una tensión V_{CA} igual, por ejemplo, a la tensión alterna de la red y alimentar una corriente de salida I_{CA} por ejemplo, a la red. En el caso de que las fuentes de tensión de entrada sean paneles fotovoltaicos, cada convertidor de puente en H 110 puede integrarse, por ejemplo, en una caja de conexiones del panel respectivo. Además, puede proporcionarse una unidad de adaptación central (no se muestra) para adaptar la forma de onda de tensión de salida de multinivel combinada de manera que una tensión similar a la tensión de red V_{CA} es la salida del sistema. La unidad de adaptación central puede realizarse, por ejemplo, por medio de un inductor para absorber un posible desajuste de tensión entre el sistema y la tensión de red V_{CA} para proporcionar una impedancia que pueda usarse para controlar y estabilizar la corriente de salida.

Cada una de las unidades de conmutación 110 puede adaptarse para operar en un modo de comunicación en el que los períodos de silencio de la forma de onda de tensión de salida combinada V_{SALIDA} , es decir, en períodos en los que no se produce ninguna conmutación, se usan para generar una señal de comunicación. La señal de comunicación puede superponerse a la forma de onda de la tensión de salida combinada V_{SALIDA} y transmitirse a través de la línea común 120 a la unidad central 130.

Además, la unidad central 130 puede adaptarse para generar una señal de comando para controlar el funcionamiento de los puentes en H 110. La señal de comando puede generarse de manera similar a la señal de comunicación, es decir, por medio de una unidad de conmutación (no se muestra) que conmuta durante un período de silencio de la forma de onda de tensión de salida combinada V_{SALIDA} .

La señal de comunicación puede comprender, por ejemplo, información que indique un nivel de corriente o un nivel de tensión de la entrada V_{CC} en la respectiva unidad de conmutación 110. Además, la señal de comunicación puede comprender un identificador que indica la identidad de la unidad de conmutación 110 que genera la señal de comunicación. Esta información y/u otra información puede usarse en la unidad central 130 para controlar el funcionamiento del sistema inversor de potencia 100.

La Figura 2 muestra una realización ilustrativa de una unidad de conmutación 110 de acuerdo con la realización discutida con referencia a la Figura 1. Más específicamente, se muestra un diagrama del circuito de un convertidor de puente en H 21, que comprende cuatro elementos de conmutación Q1, Q2, Q3, Q4 en forma de cuatro transistores de efecto de campo metal-óxido-semiconductor (MOSFET) Q1, Q2, Q3, Q4. Sin embargo, puede usarse cualquier otro elemento de conmutación apropiado, tal como transistores bipolares de compuerta aislada (IGBT) o transistores de unión bipolar (BJT).

El drenador D1 del primer transistor Q1 y el drenador D2 del segundo transistor Q2 pueden conectarse eléctricamente a un polo positivo 15 de una fuente de potencia de entrada de CC, tal como por ejemplo un panel fotovoltaico (no se muestra), mientras que las fuentes S1 y S2 de los respectivos primer y segundo transistores Q1 y Q2 pueden conectarse eléctricamente a los drenadores D4 y D3 del cuarto y tercer transistores Q4, Q3, respectivamente. Las fuentes S3 y S4 del tercer y cuarto transistores Q4, Q3 pueden conectarse eléctricamente a un polo negativo 43 de la fuente de potencia de entrada de CC. La fuente S1 del primer transistor Q1 puede conectarse eléctricamente al drenador D4 del cuarto transistor Q4 en un primer terminal de salida 52, mientras que la fuente S2 del segundo transistor Q2 está conectada eléctricamente al drenador D3 del tercer transistor Q3 en un segundo terminal de salida 54.

Los terminales de compuerta G1, G2, G3, G4 de los cuatro transistores Q1, Q2, Q3, Q4 pueden conectarse eléctricamente a un circuito de control de conmutación 60 adaptado para controlar los MOSFETs Q1, Q2, Q3, Q4 suministrando una tensión de compuerta a su respectiva compuerta G1, G2, G3, G4. El circuito de control de conmutación puede comprender un microcontrolador o unidad informática 60, por ejemplo, montada en una placa de circuito impreso (no se muestra) junto con la unidad de conmutación 110. El microcontrolador o unidad informática 60 también puede conectarse, por ejemplo, a medidores de corriente y/o tensión (no se muestran) que proporcionan al microcontrolador información sobre la tensión y la corriente de entrada, la salida combinada del sistema inversor de potencia 100 y/o una forma de onda de corriente o de tensión de CA requerida.

El microcontrolador 60 puede adaptarse para operar las unidades de conmutación 110 en el modo inversor de tal manera que la salida combinada de la pluralidad de unidades de conmutación 110 del sistema inversor de potencia 100 produzca una forma de onda de tensión multinivel combinada que coincida con la forma de onda de tensión requerida. Además, el microcontrolador 60 puede operar la unidad de conmutación 110 en el modo de comunicación, en el que la unidad de conmutación 110, en un período de silencio entre dos eventos de conmutación consecutivos de cualquiera de la pluralidad de unidades de conmutación 110, puede producir una señal de comunicación. Esto puede lograrse por medio del microcontrolador 60, que puede operar las unidades de conmutación Q1, Q2, Q3, Q4 para generar una salida que forme la señal de comunicación deseada. El microcontrolador 60 puede configurarse para recibir la señal de comando de la unidad central (no se muestra en la Figura 2) y para operar la unidad de conmutación en consecuencia en el modo inversor. La señal de comando puede recibirse, por ejemplo, por medio de un circuito de recepción o sensor que comprende, por ejemplo, un

transformador acoplado de CA, un transformador de corriente, un resistor de derivación, un dispositivo de medición de efecto Hall o una caída de tensión de conducción sobre un transistor (no se muestra).

La Figura 3 muestra un sistema inversor de potencia y una unidad central que pueden configurarse de manera similar como el sistema inversor de potencia y la unidad central discutidos con referencia a las Figuras 1 y 2. El sistema inversor de potencia 100 puede comprender una pluralidad de unidades de conmutación en cascada 110 que están conectadas a una unidad central 130 que puede adaptarse para recibir la señal de comunicación generada por el sistema inversor de potencia 100 y para transmitir una señal de comando que controla la operación del sistema inversor de potencia 100. Como se indica en la Figura 3, también podrían proporcionarse componentes adicionales, tal como, por ejemplo, un terminador 122 para reducir las reflexiones de la señal de comunicación en la línea común 120. Otros componentes pueden ser, por ejemplo, un filtro 126 para filtrar la salida antes de que se envíe, por ejemplo, a la red, y un filtro 124 que se dispone en la unidad central 130 para filtrar la señal de comando. Los filtros 124, 126 pueden integrarse estructuralmente en la unidad central 130.

En la Figura 3, la señal de comunicación y la señal de comando están representadas por una línea discontinua, en la que se proporcionan flechas para indicar esquemáticamente la trayectoria de las señales durante el funcionamiento del sistema inversor de potencia 100 y de la unidad central 130. Como se indica, la señal de comunicación y la señal de comando pueden circular desde las unidades de conmutación 110 del sistema inversor de potencia 100, a través de la línea común 120 a la unidad central 130, desde la cual la señal de comando (que puede basarse en la señal de comunicación) puede enviarse/emitterse a las unidades de conmutación 110. La forma de onda de tensión de salida combinada V_{SALIDA} puede transmitirse en la misma línea común 120 que la señal de comunicación y/o la señal de comando, pero también puede transmitirse como una salida de CA V_{CA} , por ejemplo, a la red.

La Figura 4 es un diagrama que ilustra una forma de onda de tensión de salida multinivel combinada V_{SALIDA} de un sistema inversor de potencia que puede configurarse de manera similar a los sistemas inversores de potencia descritos con referencia a cualquiera de las Figuras 1 a 3. En el diagrama, la forma de onda de tensión de salida combinada V_{SALIDA} se indica como tensión, U (eje vertical) en función del tiempo t (eje horizontal). En el presente ejemplo ilustrativo 12 se usan unidades de conmutación en cascada para generar una forma de onda de tensión de salida multinivel combinada V_{SALIDA} igual a una forma de onda de tensión sinusoidal deseada V_{CA} después de filtrar. Los eventos de conmutación de las unidades de conmutación se indican por $t_0, t_1, \dots, t_n$ en el eje horizontal y puede corresponder a los comandos de conmutación de la señal de comando, lo que hace que las unidades de conmutación conmuten entre diferentes niveles de salida. Los períodos de silencio que pueden usarse para la señalización se representan esquemáticamente mediante las etapas planas entre dos comandos de conmutación consecutivos o eventos de conmutación t_n, t_{n+1} . En la presente Figura, la señal de comunicación se genera durante el período de silencio T entre los eventos de conmutación t_0 y t_1 . La señal puede generarse, por ejemplo, haciendo funcionar una de las unidades de conmutación en el modo de comunicación durante ese período, es decir, conmutando la unidad de conmutación una pluralidad de veces entre t_0 y t_1 . Por lo tanto, la señal de comunicación puede superponerse a la salida multinivel combinada.

Con referencia a la Figura 5, se muestra un esquema de un procedimiento de acuerdo con una realización de la presente invención, en el que un sistema inversor de potencia que comprende una pluralidad de unidades de conmutación en configuración en cascada se controla para generar una señal de comunicación y una forma de onda de tensión de salida multinivel combinada y de CA en la misma línea. En este ejemplo, el procedimiento se discutirá con referencia a un sistema inversor de potencia y una unidad central configurada de manera similar a las realizaciones discutidas en relación con las Figuras 1 a 4.

El procedimiento comprende operar 510 al menos algunas de las unidades de conmutación en un modo inversor en el que las unidades de conmutación se conmutan individualmente en respuesta a los comandos de conmutación de una señal de comando para producir una forma de onda de tensión de salida combinada transferida en la línea común. Además, el procedimiento comprende operar 520, entre dos comandos de conmutación consecutivos de la señal de comando, al menos una unidad de conmutación en un modo de comunicación en el que la unidad de conmutación se conmuta para producir la señal de comunicación, en el que la señal de comunicación se transmite en la línea común. En la unidad central, la señal de comunicación en la línea común puede recibirse 530 y procesarse 540, por ejemplo, mediante un microcontrolador, dando como resultado el cálculo 550 de una señal de comando que puede basarse en la información recibida. La señal de comando puede enviarse 560, a través de la línea común, al sistema inversor.

Como se ha indicado anteriormente, el procedimiento ilustrado por la Figura 5 puede llevarse a la práctica como instrucciones ejecutables por computadora distribuidas y usadas en forma de un producto de programa informático que incluye un medio legible por computadora que almacena tales instrucciones. A manera de ejemplo, los medios legibles por computadora pueden comprender medios de almacenamiento informáticos y medios de comunicación. Como es bien conocido por un experto en la técnica, los medios de almacenamiento informáticos incluyen medios tanto volátiles como no volátiles, extraíbles y no extraíbles implementados en cualquier procedimiento o tecnología para el almacenamiento de información, tal como instrucciones legibles por computadora, estructuras de datos, módulos de programa u otros datos. Los medios de almacenamiento de computadora incluyen, pero sin limitarse, RAM, ROM, EEPROM, memoria flash u otra tecnología de memoria, CD-ROM, discos versátiles digitales (DVD) u

- 5 otro almacenamiento de disco óptico, casetes magnéticos, cinta magnética, almacenamiento en disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnético. Además, el experto en la materia sabe que los medios de comunicación incorporan típicamente instrucciones legibles por computadora, estructuras de datos, módulos de programa u otros datos en una señal de datos modulada tal como una onda portadora u otro mecanismo de transporte e incluyen cualquier medio de entrega de información.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento en un sistema inversor de potencia (100), que comprende:
 emitir, desde una unidad central (130), una señal de comando que comprende comandos de conmutación;
 5 recibir la señal de comando en una pluralidad de unidades de conmutación (110), cada una de las cuales comprende elementos de conmutación (Q1, Q2, Q3, Q4) y circuitos de control de conmutación (60) que controlan los elementos de conmutación (Q1, Q2, Q3, Q4), que están conectados eléctricamente en configuración en cascada y adaptados para recibir una tensión de fuente de potencia de entrada de CC respectiva (V_{CC});
 10 operar al menos algunas de las unidades de conmutación (110) en un modo inversor en el que las unidades de conmutación (110) se conmutan individualmente, conmutando sus respectivos elementos de conmutación (Q1), (Q2), (Q3), (Q4), para producir una tensión de salida de CA combinada (V_{SALIDA});
 emitir la tensión de salida de CA combinada a una línea común (120);
caracterizado porque el procedimiento comprende, además:
 15 entre dos comandos de conmutación consecutivos de la señal de comando, operar al menos una de las unidades de conmutación (110) en un modo de comunicación en el que se conmuta la unidad de conmutación, conmutando sus respectivos elementos de conmutación (Q1), (Q2), (Q3), (Q4), para producir una señal de comunicación;
 emitir la señal de comunicación a la línea común (120); y
 20 recibir, en la unidad central (130), la señal de comunicación.
2. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la señal de comunicación recibida en la unidad central (130) se usa como retroalimentación para producir la señal de comando.
3. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que la señal de comunicación comprende un
 25 identificador que indica una identidad de la unidad de conmutación que produce tal señal de comunicación.
4. El procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las unidades de conmutación (110) se conmutan entre una pluralidad de niveles de tensión de salida en el modo inversor y/o en el modo de comunicación.
 30
5. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4, en el que las unidades de conmutación (110) se conmutan entre un nivel de tensión positivo y un nivel de tensión negativo en el modo inversor y/o en el modo de comunicación.
- 35 6. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4, en el que las unidades de conmutación (110) se conmutan entre un nivel de tensión positivo, un nivel de tensión cero y un nivel de tensión negativo en el modo inversor y/o en el modo de comunicación.
- 40 7. El procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la tensión de salida de CA combinada es una forma de onda de tensión multinivel, y en el que cada nivel de la forma de onda de tensión multinivel está formado por una salida de una de las unidades de conmutación (110) o una suma de salidas de varias de las unidades de conmutación (110).
- 45 8. El procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las unidades de conmutación (110) se conmutan individualmente de manera que un período de tiempo entre dos eventos de conmutación consecutivos o las unidades de conmutación (110) permitan que se emita una cantidad predeterminada de datos desde el sistema inversor de potencia (100).
- 50 9. El procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además determinar la señal de comunicación midiendo una diferencia de tensión o de corriente eléctrica.
10. Un sistema inversor de potencia (100) que comprende una unidad central (130) y una pluralidad de unidades de conmutación (110) conectadas eléctricamente en una configuración en cascada, en el que:
 la unidad central (130) está adaptada para recibir, a través de la línea común (120), una señal de comunicación y
 55 para enviar, a la línea común (120), una señal de comando que comprende comandos de conmutación; y en el que
 cada una de la pluralidad de unidades de conmutación comprende elementos de conmutación (Q1, Q2, Q3, Q4) y circuitos de control de conmutación (60) configurados para controlar los elementos de conmutación (Q1, Q2, Q3, Q4), y que:
 60 se adapta para recibir una potencia de entrada de CC respectiva;
 es operable en un modo inversor en el que las unidades de conmutación (110) se conmutan individualmente, conmutando sus respectivos elementos de conmutación (Q1), (Q2), (Q3), (Q4), en respuesta a los comandos de conmutación de la señal de comando, de manera que produce una tensión de salida de CA combinada transmitido en la línea común (120);
 65 **caracterizado porque** cada una de la pluralidad de unidades de conmutación (110) es, además:

operable, entre dos comandos de conmutación consecutivos de la señal de comando, en un modo de comunicación en el que se conmutan las unidades de conmutación (110), conmutando sus respectivos elementos de conmutación (Q1), (Q2), (Q3), (Q4), por lo que, para producir la señal de comunicación, se trasmite la señal de comunicación en la línea común (120).

- 5 11. El sistema inversor de potencia (100) de acuerdo con la reivindicación 10, en el que las unidades de conmutación (110) son convertidores de puente en H.
- 10 12. El sistema inversor de potencia (100) de acuerdo con la reivindicación 10 u 11, en el que cada unidad de conmutación comprende un sensor adaptado para recibir la señal de comando.
- 15 13. El sistema inversor de potencia (100) de acuerdo con la reivindicación 11 o 12, en el que cada una de la pluralidad de unidades de conmutación (110) se adapta para conectarse operativamente a un panel fotovoltaico respectivo adaptado para proporcionar la potencia de entrada de CC.
- 20 14. El sistema inversor de potencia (100) de acuerdo con las reivindicaciones 10 a 13, en el que la unidad central (130) comprende, además:
un procesador adaptado para calcular la señal de comando en base a la señal de comunicación recibida; y
una interfaz de comunicación adaptada para enviar una señal de comando a la línea común (120).
- 25 15. El sistema inversor de potencia (100) de acuerdo con las reivindicaciones 10 a 14, que comprende además un sensor adaptado para determinar la señal de comunicación.
16. El sistema inversor de potencia (100) de acuerdo con la reivindicación 15, en el que el sensor comprende al menos uno de: un transformador acoplado a CA, un transformador de corriente, un resistor de derivación, un dispositivo de medición de efecto Hall y un transistor de conducción.

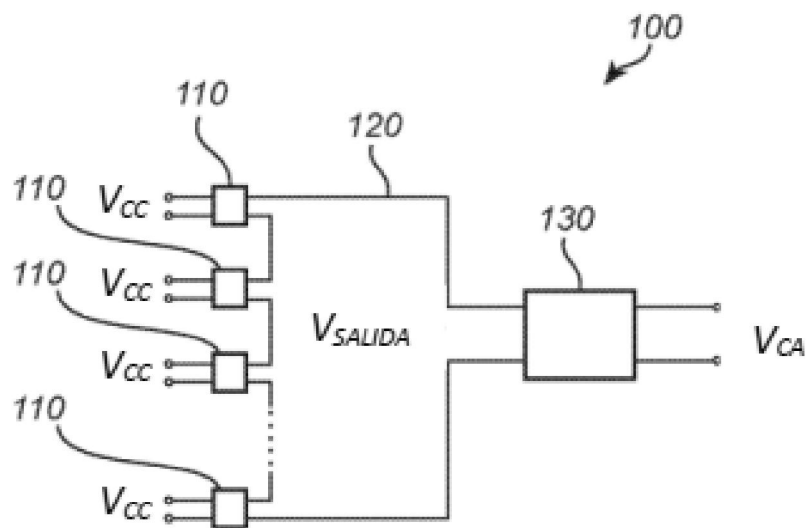


Figura 1

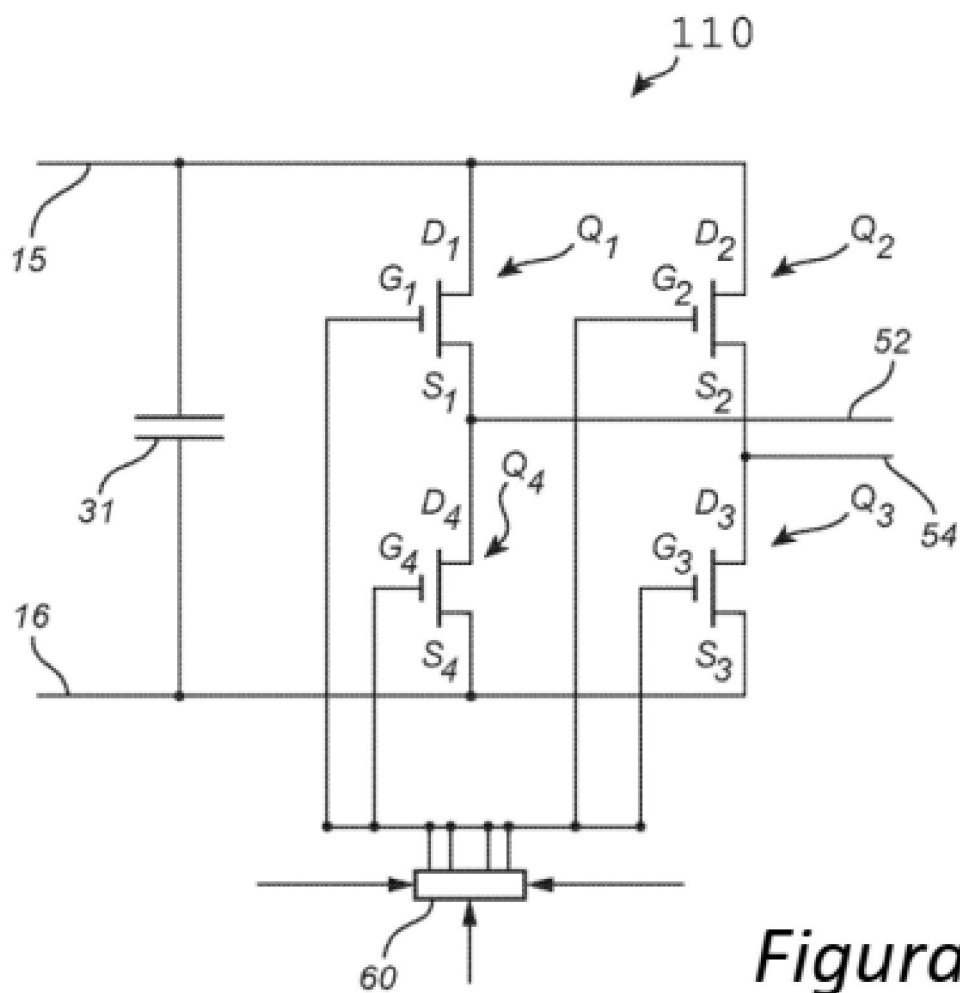


Figura 2

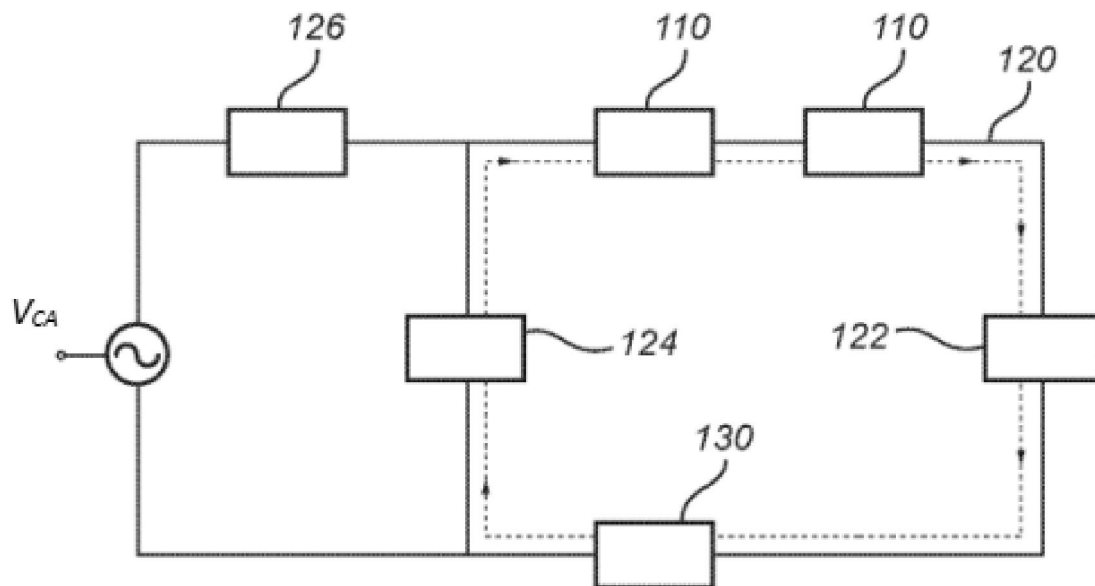


Figura 3

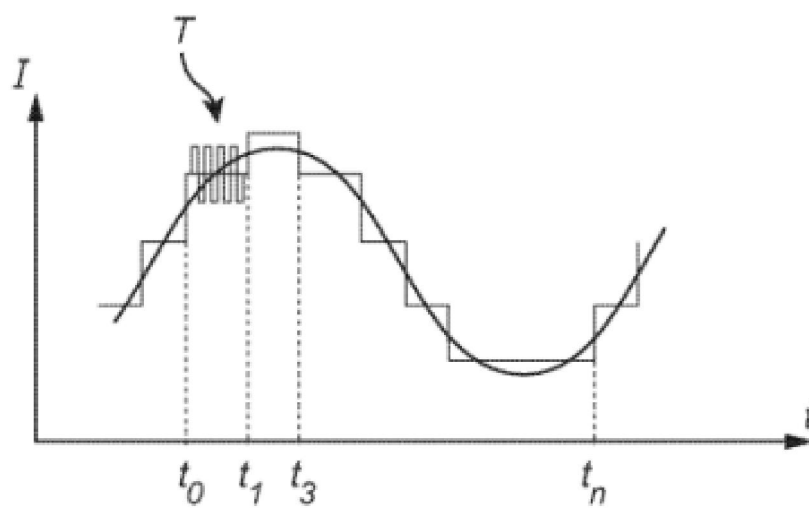


Figura 4

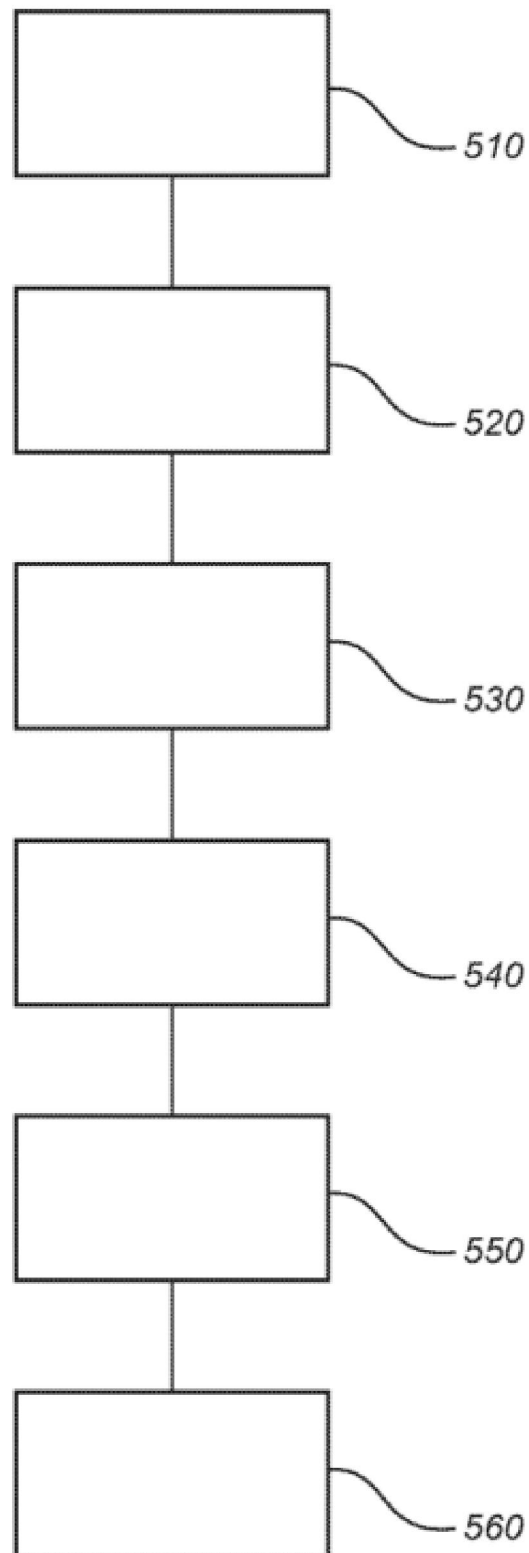


Figura 5