

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 374 270**

51 Int. Cl.:
H02M 7/5387 (2007.01)
H02J 3/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **04737854 .2**
96 Fecha de presentación: **21.06.2004**
97 Número de publicación de la solicitud: **1766491**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **28.03.2007**

54 Título: **CONTROL DEL FACTOR DE POTENCIA DE SALIDA DE UN INVERSOR MODULADO DE ANCHURA DE IMPULSO.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
15.02.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
15.02.2012

73 Titular/es:
Xantrex Technology Inc.
161-G South Vasco Road
Livermore, CA 94551, US

72 Inventor/es:
GARABANDIC, Djordje

74 Agente: **de Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 374 270 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

Control del factor de potencia de salida de un inversor modulado de anchura de impulso.

5 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

1. Campo del invento

10 El invento se refiere a la alimentación de energía a una carga de corriente alterna (CA), Particularmente una red de corriente alterna, desde una fuente de corriente continua (CC). Más particularmente, el invento se refiere a métodos y aparatos para controlar los elementos de conmutación de un circuito de conmutación de un inversor para alimentar energía eléctrica de alta factor de potencia a una carga.

2. Descripción de la técnica relacionada

15 Como las demandas de los consumidores de energía y de la industria aumentan, formas alternativas de energía están resultando crecientemente aceptadas y desarrolladas. Una de estas formas alternativas de energía es la energía solar. La energía solar es a menudo recogida mediante el uso de uno o más paneles fotovoltaicos, que producen energía de corriente continua (CC) procedente de la energía del sol. La energía del sol incide sobre un panel fotovoltaico y puede proporcionar una fuente de energía fácilmente disponible en climas sujetos a elevadas cantidades de radiación solar. Un panel fotovoltaico o una pluralidad de tales paneles, conocidos como una agrupación o parque, puede producir más energía de la que puede ser requerida o demandada y así aunque la energía está disponible puede no ser usada. Para evitar el desperdicio o no hacer uso de esta energía fácilmente disponible, a menudo se hacen previsiones para alimentar energía eléctrica a la red pública general de corriente alterna a partir de la cual la mayor parte de los consumidores e industria extraen energía. En algunas áreas las agrupaciones fotovoltaicas están totalmente dedicadas a suministrar energía a la red pública general de corriente alterna.

25 Se han desarrollado normas para suministrar energía a la red de corriente alterna, para asegurar que la energía es suministrada de una manera tal que no interrumpa la operación de la red o de los dispositivos conectados a ella. En particular, se han establecido normas para la relación de fase de tensión y de corriente producida por los dispositivos que suministran energía a la red. Estas normas requieren que la energía sea suministrada con un factor de potencia próximo a la unidad, es decir la tensión y la intensidad en fase con las de la red. Por consiguiente, los dispositivos que suministran energía a la red a menudo tienen circuitos de corrección del factor de potencia de corriente alterna para asegurar que la relación de fase tensión de salida/intensidad de salida es la unidad o está cerca de ella. Típicamente, estos circuitos son ejecutados en la práctica en diseños digitales o analógicos. Los diseños digitales emplean a menudo procesadores o microprocesadores de señal digital. Sin embargo, tales ejecuciones prácticas usualmente carecen de un bucle de protección de sobreintensidades ciclo por ciclo, permitiendo que exista un estado de sobreintensidad durante un período de tiempo inaceptablemente largo, que puede dañar al equipo. Los diseños analógicos o analógicos/digitales híbridos requieren típicamente el uso de dos multiplicadores analógicos separados asociados con las fases respectivas de la forma de onda de corriente alterna, cada una de las cuales introduce errores en su producto por diferentes cantidades, que tiende a introducir una intensidad de CC desplazada, a la forma de onda de CA de salida, que requiere circuitos de compensación adicional que pueden aumentar la complejidad y el coste de suministrar energía a la red.

45 "Una investigación sobre un sistema de control de la energía fotovoltaica con seguimiento puntual de energía máxima", Sun X. y col, IEEE, US, vol. 2, 2 Abril 2002, páginas 822 a 826, describe un sistema de energía fotovoltaica que proporciona una fuente de energía a sistemas de carga local o a una alimentación de red existente. El sistema de energía es controlado por un convertidor de CC-CC, y un convertidor de PWM monofásico bidireccional que incorpora un UC 3854 de Texas Instruments como un controlador de corriente de inversión que da al sistema un elevado rendimiento en armónicos y factor de potencia.

50 SUMARIO DEL INVENTO

De acuerdo con un aspecto del invento se ha proporcionado un método de suministrar energía eléctrica de alto factor de potencia a una carga desde un inversor que tiene un primer y segundo elementos de conmutación conectados a una primera salida común del inversor y a un primer y segundo terminales de bus de CC, del inversor respectivamente, y un tercer y cuarto elementos de conmutación conectados a una segunda salida común del inversor y a dichos primer y segundo terminales de bus de CC, respectivamente, comprendiendo el método: producir una señal de energía que representa la energía asociada con una tensión de salida del inversor aplicando una función a una señal que representa la tensión de salida del inversor, en el que aplicar dicha función comprende producir una señal media o promedio que es inversamente proporcional a una amplitud media de la tensión de salida instantánea rectificada del inversor tal que la señal de energía es inversamente proporcional a una amplitud media de la tensión de salida instantánea rectificada del inversor; producir una señal de tensión rectificada escalada en respuesta a una señal de tensión de salida rectificada que representa una tensión de salida instantánea rectificada del inversor, la señal de energía y una señal de energía de referencia, en el que producir dicha señal de tensión de salida rectificada escalada comprende multiplicar dicha señal de

5 tensión de salida rectificadora por una relación de dicha señal de energía de referencia a dicha señal de energía, tal que dicha señal de tensión de salida rectificadora escalada es una versión escalada de dicha señal de tensión de salida rectificadora que aumenta cuando dicha amplitud media de la tensión de salida rectificadora del inversor aumenta, y disminuye cuando dicha amplitud media de la tensión de salida rectificadora del inversor disminuye; producir una señal de modulación de anchura de impulso (PWM) en respuesta a dicha señal de tensión de salida rectificadora escalada y una señal de corriente de salida rectificadora que representa la corriente de salida del inversor; y controlar dichos primer, segundo, tercer y cuarto elementos de conmutación en respuesta a dicha señal de PWM y una señal de signo que representa un signo de la tensión de salida instantánea del inversor, tal que la corriente suministrada por el inversor aumenta cuando dicha amplitud media de la tensión de salida rectificadora del inversor aumenta, y disminuye cuando dicha amplitud media de la tensión de salida rectificadora del inversor disminuye.

10 El método puede implicar recibir la señal de tensión de salida rectificadora.

15 El método puede implicar detectar la tensión de salida instantánea del inversor y producir la señal de tensión de salida rectificadora en respuesta a la tensión de salida instantánea.

El método puede implicar recibir la señal de energía.

20 El método puede implicar recibir la señal de energía de referencia.

El método puede implicar recibir la señal de corriente de salida rectificadora.

25 El método puede implicar detectar una corriente de salida del inversor y producir la señal de corriente de salida rectificadora en respuesta a la corriente de salida.

30 El método puede implicar producir una señal de control de compensación en respuesta a la señal de corriente de salida rectificadora y a la señal de tensión de salida rectificadora escalada. Producir la señal de control de compensación puede implicar realizar una función proporcional-integral sobre la diferencia entre la señal de tensión rectificadora escalada y la señal de corriente de salida rectificadora. Producir la señal de PWM puede implicar producir un impulso de tensión que tiene una anchura de impulso dependiente de la señal de control de compensación.

El método puede implicar detener la generación de la señal de PWM cuando la corriente de salida instantánea excede de un valor de referencia.

35 El método puede implicar recibir la señal de signo.

40 El método puede implicar producir la señal de signo de tal modo que la señal de signo tiene un primer estado cuando la tensión de salida instantánea del inversor es positiva y de tal modo que la señal de signo tiene un segundo estado cuando la tensión de salida instantánea del inversor es negativa.

45 Controlar el primer, segundo, tercer y cuarto elementos de conmutación puede implicar desconectar el primer y cuarto elementos de conmutación y controlar un estado activado de al menos uno del segundo elemento de conmutación y del tercer elemento de conmutación en respuesta a la señal de PWM para modular corriente a través de un trayecto de conducción comprendido del segundo y tercer elementos de conmutación cuando la señal de signo indica una tensión de salida instantánea positiva y desconectar el segundo y el tercer elementos de conmutación y controlar un estado activado de al menos uno del primer elemento de conmutación y del cuarto elemento de conmutación en respuesta a la señal de PWM para modular corriente a través de un trayecto de conducción comprendido del primer y el cuarto elementos de conmutación cuando la señal de signo indica una tensión de salida instantánea negativa.

50 De acuerdo con otro aspecto del invento, se ha proporcionado un aparato para suministrar energía eléctrica de alto factor de potencia a una carga desde un inversor que tiene un primer y segundo elementos de conmutación conectados a una primera salida común del inversor y un primer y segundo terminales de CC, del inversor respectivamente, y un tercer y cuarto elementos de conmutación conectados a una segunda salida común del inversor y a dichos primer y segundo terminales de CC, respectivamente, comprendiendo el aparato: medios para producir una señal de energía que representa la energía asociada con una tensión de salida del inversor aplicando una función a una señal que representa la tensión de salida del inversor, en el que dichos medios para producir dicha señal de energía están configurados para producir una señal media que es inversamente proporcional a una amplitud media de la tensión de salida instantánea rectificadora del inversor tal que la señal de energía es inversamente proporcional a una amplitud media de la tensión de salida instantánea rectificadora del inversor; medios para producir una señal de tensión de salida rectificadora escalada en respuesta a una señal de tensión de salida rectificadora que representa la tensión de salida instantánea rectificadora del inversor, la señal de energía y una señal de energía de referencia, en que los medios para producir un señal de tensión rectificadora escalada están configurados para multiplicar dicha señal de tensión de salida rectificadora por una relación de dicha señal de energía de

- 5 referencia a dicha señal de energía, tal que dicha señal de tensión rectificadora escalada es una versión escalada de dicha
señal de tensión de salida rectificadora que aumenta cuando dicha amplitud media de la tensión de salida rectificadora del
inversor aumenta, y disminuye cuando dicha amplitud media de la tensión de salida rectificadora del inversor disminuye;
medios para producir una señal de modulación de anchura de impulso (PWM) en respuesta a dicha señal de tensión
rectificada escalada y una señal de corriente de salida rectificadora que representa la corriente de salida del inversor; y
medios para controlar dichos primer, segundo, tercer y cuarto elementos de conmutación en respuesta a dicha señal de
PWM y una señal de signo que representa un signo de dicha tensión de salida instantánea de dicho inversor, tal que la
corriente suministrada por el inversor aumenta cuando dicha amplitud media de la tensión de salida rectificadora del inversor
aumenta, y disminuye cuando dicha amplitud media de la tensión de salida rectificadora del inversor disminuye.
- 10 El aparato puede incluir un sensor configurado para detectar la tensión de salida instantánea del inversor y un circuito de
rectificación configurado para producir la señal de tensión de salida rectificadora en respuesta a la tensión de salida
instantánea.
- 15 El aparato puede incluir un sensor de corriente de salida configurado para detectar una corriente de salida del inversor
para producir una señal de corriente de salida instantánea y un circuito rectificador configurado para producir la señal de
corriente de salida rectificadora en respuesta a la señal de corriente de salida instantánea.
- 20 El aparato puede incluir un generador de señal de compensación para producir una señal de compensación en respuesta
a la señal de tensión rectificadora escalada y a la señal de corriente de salida rectificadora. El generador de señal de
compensación puede incluir un circuito proporcional-integral que tiene una salida para proporcionar la señal de
compensación como una función proporcional-integral de la diferencia entre la tensión rectificadora escalada y la señal de
corriente de salida rectificadora.
- 25 El generador de señal de PWM puede estar configurado para producir un impulso de tensión que tiene una anchura de
impulso dependiente de la señal de compensación.
- 30 El generador de señal de tensión de salida rectificadora escalada y el generador de señal de PWM pueden estar contenidos
dentro de un único circuito integrado común.
- El generador de señal de PWM puede estar configurado para dejar de producir la señal de PWM cuando la corriente de
salida instantánea excede de un valor de referencia.
- 35 El aparato puede incluir un circuito de signo configurado para producir la señal de signo en respuesta a la tensión de salida
instantánea de tal modo que la señal de signo tiene un primer estado cuando la tensión de salida instantánea es positiva y
tal que la señal de signo tiene un segundo estado cuando la tensión de salida instantánea es negativa.
- 40 El circuito controlador de elementos de conmutación puede estar configurado para desconectar el primer y cuarto
elementos de conmutación y para controlar un estado activado de al menos una del segundo elemento de conmutación y
del tercer elemento de conmutación en respuesta a la señal de PWM para modular corriente a través de un trayecto de
conducción comprendido del segundo y tercer elementos de conmutación cuando la señal de signo indica una tensión de
salida instantánea positiva y desconectar el segundo y el tercer elementos de conmutación y controlar un estado activado
de al menos uno del primer elemento de conmutación y del cuarto elemento de conmutación en respuesta a la señal de
PWM para modular corriente a través de un trayecto de conducción comprendido del primer y el cuarto elementos de
conmutación cuando la señal de signo indica una tensión de salida instantánea negativa.
- 45 El aparato puede incluir un primer, segundo, tercer y cuarto circuitos de accionamiento de puerta en comunicación con el
primer, segundo, tercer y cuarto elementos de conmutación respectivamente y el circuito controlador de elementos de
conmutación puede incluir un circuito lógico operable para recibir la señal de PWM y la señal de signo y el aparato puede
incluir una primera, segunda, tercera y cuarta salidas de accionamiento de puerta en comunicación con el primer,
segundo, tercer y cuarto circuito de accionamiento de puerta respectivamente.
- 50 El aparato puede ser proporcionado en unión con: un bus de CC, que tiene un primer y segundo terminales de CC,
operables para ser alimentados con energía procedente de una fuente de CC, una sección convertidora de CC, a CA, que
tiene un primer y segundo elementos de conmutación conectados a una primera salida de CA, común y el primer y
segundo terminales de CC, respectivamente y el tercer y cuarto elementos de conmutación conectados a una segunda
salida común del inversor y al primer y segundo terminales de CC, respectivamente; un sensor de tensión configurado
para producir una señal de tensión de salida instantánea que representa la tensión de salida instantánea del inversor, un
circuito de rectificación configurado para producir una señal de tensión de salida rectificadora en respuesta a la tensión de
salida instantánea, un sensor de corriente de salida configurado para detectar una corriente de salida del inversor para
producir una señal de corriente de salida instantánea, un circuito de rectificación configurado para producir la señal de
corriente de salida rectificadora en respuesta a la señal de corriente de salida instantánea y un circuito de signo para
- 60

producir una señal que representa el signo de la tensión de salida. En esta disposición el aparato proporciona un inversor operable para suministrar energía eléctrica de alto factor de potencia a una carga de CA, incluyendo una red de energía de CA.

5 El circuito controlador de elementos de conmutación puede estar configurado para desconectar el primer y cuarto elementos de conmutación y para controlar un estado activado de al menos uno del segundo elemento de conmutación y del tercer elemento de conmutación en respuesta a la señal de PWM para modular corriente a través de un trayecto de conducción comprendido del segundo y tercer elementos de conmutación cuando la señal de signo indica una tensión de salida instantánea positiva y desconectar el segundo y el tercer elementos de conmutación y controlar un estado activado de al menos uno del primer elemento de conmutación y del cuarto elemento de conmutación en respuesta a la señal de PWM para modular corriente a través de un trayecto de conducción comprendido del primer y el cuarto elementos de conmutación cuando la señal de signo indica una tensión de salida instantánea negativa.

10 El aparato puede incluir un primer, segundo, tercer y cuarto circuitos de accionamiento de puerta en comunicación con el primer, segundo, tercer y cuarto elementos de conmutación respectivamente y el circuito controlador de elementos de conmutación puede incluir un circuito lógico operable para recibir la señal de PWM y la señal de signo y puede tener una primera, segunda, tercera y cuarta salidas de accionamiento de puerta en comunicación con el primer, segundo, tercer y cuarto circuitos de accionamiento de puerta respectivamente.

15 El generador de la señal de tensión rectificadora escalada y el generador de señal de PWM pueden incluir un circuito integrado común.

20 De acuerdo con otro aspecto del invento se ha proporcionado un inversor operable para suministrar energía eléctrica de alto factor de potencia a una carga de CA, incluyendo una red de energía de CA. El inversor incluye un bus de CC, que tiene un primer y segundo terminales de CC, operables para ser alimentados con energía procedente de una fuente de CC, una sección convertidora de CC a CA, que tiene un primer y segundo elementos de conmutación conectados a una primera salida de CA común y al primer y segundo terminales de CC, respectivamente y el tercer y cuarto elementos de conmutación conectados a una segunda salida común del inversor y al primer y segundo terminales de CC respectivamente. El inversor comprende además disposiciones para producir una señal de tensión de salida rectificadora que representa la tensión de salida rectificadora, disposiciones para generar una señal de energía que representa la energía asociada con una tensión de salida instantánea del inversor, disposiciones para producir una señal de corriente de salida rectificadora que representa la corriente de salida instantánea del inversor, y disposiciones para producir una señal de signo que representa el signo de la tensión de salida. El inversor incluye además un aparato de control que incluye disposiciones para producir una señal de tensión rectificadora escalada en respuesta a la señal de tensión de salida rectificadora, la señal de energía y una señal de energía de referencia, de tal modo que la señal de tensión rectificadora escalada es una versión escalada de la señal de tensión de salida rectificadora, disposiciones para producir una señal de modulación de anchura de impulso en respuesta a la señal de tensión rectificadora escalada y a la señal de corriente de salida rectificadora y disposiciones para controlar el primer, segundo, tercer y cuarto elementos de conmutación en respuesta a la señal de PWM y a la señal de signo.

25 Las disposiciones para controlar el primer, segundo, tercer y cuarto elementos de conmutación pueden estar configuradas para desconectar el primer y cuarto elementos de conmutación y para controlar un estado activado de al menos uno del segundo elemento de conmutación y del tercer elemento de conmutación en respuesta a la señal de PWM para modular corriente a través de un trayecto de conducción comprendido del segundo y tercer elementos de conmutación cuando la señal de signo indica una tensión de salida instantánea positiva y desconectar el segundo y el tercer elementos de conmutación y controlar un estado activado de al menos uno del primer elemento de conmutación y del cuarto elemento de conmutación en respuesta a la señal de PWM para modular corriente a través de un trayecto de conducción comprendido del primer y el cuarto elementos de conmutación cuando la señal de signo indica una tensión de salida instantánea negativa.

30 El inversor puede incluir un primer, segundo, tercer y cuarto circuitos de accionamiento de puerta en comunicación con el primer, segundo, tercer y cuarto elementos de conmutación respectivamente y las disposiciones para controlar el primer, segundo, tercer y cuarto elementos de conmutación pueden incluir un circuito lógico operable para recibir la señal de PWM y la señal de signo y puede tener una primera, segunda, tercera y cuarta salidas de accionamiento de puerta en comunicación con el primer, segundo, tercer y cuarto circuitos de accionamiento de puerta respectivamente.

35 Las disposiciones para producir la señal de tensión rectificadora escalada y las disposiciones para producir una señal de PWM pueden incluir un circuito integrado común.

40 Otros aspectos y características del presente invento resultarán evidentes para los expertos en la técnica al revisar la siguiente descripción de realizaciones específicas del invento en unión con las figuras adjuntas.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

En los dibujos que ilustran realizaciones del invento,

- 5 La fig. 1 es un diagrama esquemático de un inversor que comprende un aparato para controlar elementos de conmutación de su circuito de conmutación, de acuerdo con una primera realización del invento.
- La fig. 2 es un diagrama de bloques que ilustra bloques funcionales de un aparato de control del circuito mostrado en la fig. 1.
- 10 La fig. 3 es un diagrama de bloques de circuitos detectores de tensión auxiliares mostrados en la fig. 1.
- La fig. 4 es un diagrama de bloques de circuitos de detección de corriente auxiliares mostrados en la fig. 1.
- La fig. 5 es un diagrama de bloques que ilustra un circuito lógico mostrado en la fig. 2.
- La fig. 6 es una tabla de validez para el diagrama lógico mostrado en la fig. 5.
- La fig. 7 es un diagrama esquemático que muestra una ejecución práctica del aparato de control de la fig. 1, de acuerdo con una segunda realización del invento.

15

DESCRIPCIÓN DETALLADA

20 Con referencia a la fig. 1, un inversor configurado para suministrar energía a una carga en alto factor de potencia está mostrado en general en 10. La carga puede incluir una red pública general 12 de corriente alterna. En la realización mostrada, el inversor 10 suministra energía a la red 12 a un factor de potencia sustancialmente igual a la unidad.

25 El inversor 10 incluye un bus 13 de CC, alimentado desde una fuente de CC. El bus de CC tiene un primer y segundo terminales que incluyen un terminal positivo 160 y un terminal negativo 162. El inversor también incluye una sección convertidora 14 de CC a CA, de tipo puente completo que tiene un primer, segundo, tercer y cuarto elementos de conmutación 16, 18, 20 y 22 conectados al primer y segundo terminales 160 y 162 del bus de CC como se ha mostrado. Cada elemento de conmutación 16, 18, 20 y 22 puede incluir uno o más conmutadores, que, en la realización mostrada, incluyen transistores de efecto de campo de semiconductores de óxido metálico respectivos (MOSFET) 24, 26, 28 y 30.

30 El primer y segundo elementos de conmutación 16 y 18 están conectados juntas en un primer nudo 17 que está conectado a una primera salida común 19 de CA a través de una primera inductancia 21. El tercer y cuarto elementos de conmutación están conectados juntas en un segundo nudo 23 que está conectado a una segunda salida común 25 de CA a través de una segunda inductancia 27.

35 Cada elemento 16, 18, 20 y 22 incluye un circuito de accionamiento de puerta respectivo 32, 34, 36, 38 ópticamente aislados de un aparato de control 40. Los circuitos de accionamiento de puerta 32, 34, 36 y 38 están configurados para activar y desactivar sus elementos de conmutación respectivos en respuesta a señales de accionamiento de puerta respectivas recibidas desde el aparato de control 40.

40 Con referencia a la fig. 2, en la realización mostrada, el aparato de control 40 incluye un generador 42 de señal de tensión rectificadora escalada para producir una señal de tensión de salida rectificadora escalada en respuesta a una señal de tensión de salida rectificadora que representa la tensión de salida instantánea rectificadora del inversor 10, una señal de energía que representa la energía asociada con la tensión de salida del inversor y una señal de energía de referencia, tal que la señal de tensión rectificadora escalada es una versión escalada de la señal de tensión de salida rectificadora. El aparato de control 40 también incluye un generador 44 de señal de PWM para producir una señal de modulación de anchura de impulso (PWM) en respuesta a la señal de tensión rectificadora escalada y una señal de corriente de salida rectificadora que representa la corriente de salida del inversor 10. El aparato de control 40 incluye además un circuito controlador 48 de elementos de conmutación para controlar los elementos de conmutación 16, 18, 20 y 22 en respuesta a la señal de PWM y una señal de signo que representa un signo de la tensión de salida instantánea del inversor 10.

50 En la realización mostrada, el generador 42 de señal de tensión de salida rectificadora escalada incluye un multiplicador 43 configurado para recibir la señal de tensión de salida rectificadora, la señal de energía y la señal de energía de referencia, y para multiplicar la señal de tensión de salida rectificadora por una relación de la señal de energía de referencia a la señal de energía, para producir la señal de tensión rectificadora escalada tal que la señal de tensión rectificadora escalada es una versión escalada de la señal de tensión de salida rectificadora.

55 El generador 44 de señal de PWM incluye un generador 46 de señal de compensación para producir una señal de compensación en respuesta a la señal de tensión rectificadora escalada y la señal de corriente de salida rectificadora. El generador de señal de compensación incluye un circuito 45 de función proporcional-integral configurado para establecer una salida 41 a un nivel de tensión aplicando una función proporcional-integral a una señal de error determinada como la diferencia entre la amplitud de señal de tensión rectificadora escalada y la amplitud de la señal de corriente de salida rectificadora.

60

El generador 44 de señal de PWM incluye además un comparador 47 configurado para comparar la señal de compensación con la amplitud de una forma de onda en dientes de sierra producida por un oscilador (no mostrado) en el generador de señal de PWM, teniendo el oscilador una frecuencia de aproximadamente 30 kHz. Cuando la amplitud de la señal de compensación es mayor que la amplitud de la forma de onda en dientes de sierra, la salida del comparador 47 es establecida alta y cuando la amplitud de la señal de compensación es menor que la amplitud de la forma de onda en dientes de sierra, la salida del comparador es establecida baja. La salida del comparador 47 es así una señal de PWM que comprende impulsos de tensión a una frecuencia de aproximadamente 30 kHz, con una anchura de pulso dependiente de la amplitud de la señal de compensación con relación a la amplitud de la forma de onda en dientes de sierra.

El circuito controlador 48 de elementos de conmutación incluye un circuito lógico 49 operable para recibir la señal de PWM y la señal de signo y tiene una primera, segunda, tercera y cuarta salidas de accionamiento de puerta A, B, C, D, en comunicación con los circuitos de accionamiento de puerta 32, 34, 36 y 38 respectivamente. El circuito lógico 49 controlador de elementos de conmutación está configurado para desconectar el primer y cuarto elementos de conmutación (16 y 22) de la sección convertidora 14 y para controlar un estado activado de al menos uno del segundo elemento de conmutación (18) y del tercer elemento de conmutación (20) de la sección convertidora 14 en respuesta a la señal de PWM para modular corriente a través de un trayecto de conducción comprendido del segundo y tercer elementos de conmutación, cuando la señal de signo indica una tensión de salida instantánea positiva. El circuito lógico 49 controlador de elementos de conmutación está también configurado para desconectar el segundo y tercer elementos 18 y 20 de la sección convertidora 14 y controlar un estado activado de al menos uno del primer elemento de conmutación 16 y del cuarto elemento de conmutación 22 de la sección convertidora 14 en respuesta a la señal de PWM para modular corriente a través de un trayecto de conducción comprendido del primer y el cuarto elementos de conmutación 16 y 22, cuando la señal de signo indica una tensión de salida instantánea negativa.

Con referencia de nuevo a la fig. 1, para facilitar tal control, el inversor 10 o aparato de control 40 puede incluir además circuitos auxiliares que incluyen un circuito 50 de detección de tensión para detectar tensión de salida instantánea del inversor 10, para producir una señal que representa la tensión de salida instantánea del inversor, un circuito 52 de detección de corriente para detectar corriente de salida instantánea del inversor para producir una señal que representa la corriente de salida instantánea del inversor, y un circuito 54 generador de señal de energía de referencia para generar la señal de energía de referencia. Los circuitos auxiliares pueden incluir además un circuito generador 56 de señal de tensión de salida rectificadora para producir la señal de tensión de salida rectificadora que representa la tensión de salida rectificadora del inversor en respuesta a la tensión de salida instantánea, un circuito 58 para producir la señal de energía en respuesta a la señal de tensión de salida rectificadora, un circuito 60 para producir una señal de corriente instantánea rectificada en respuesta a la señal de corriente instantánea y un circuito 62 para producir la señal de signo en respuesta a la señal de tensión de salida instantánea. Los circuitos auxiliares anteriores pueden ser ejecutados prácticamente en una variedad de diferentes modos. Alguno de los cuales están ejemplificados a continuación. En general, es deseable diseñar los circuitos auxiliares de tal modo que el efecto que ocurre en una señal producida por cualquier circuito auxiliar ocurre instantáneamente en respuesta a un cambio en la tensión o corriente, o tal que el efecto ocurre después de solamente un tiempo de retardo muy pequeño, con el fin de ser capaz de obtener factores de potencia de unas pocas centésimas de porcentaje de un factor de potencia igual a la unidad. En efecto cuando mayor es el retardo causado por estos circuitos auxiliares menos probablemente se conseguirán factores de potencia próximos a la unidad.

Con referencia a la fig. 3, se ha mostrado un circuito 50 de detección de tensión ejemplar para detectar la tensión de salida instantánea del inversor 10. El circuito 50 incluye un transformador potencial 70 que actúa como un sensor de tensión para detectar la tensión de salida del inversor 10. El transformador potencial 70 tiene una salida 72 en la que produce una señal de tensión instantánea que sigue a la tensión de salida del inversor 10 en fase y amplitud. Esta señal de tensión instantánea es a continuación normalizada por un circuito de normalización 74 para producir una señal de tensión instantánea normalizada. El circuito 56 para producir la señal de tensión de salida rectificadora incluye un circuito rectificador 76 operable para rectificar la señal de tensión instantánea normalizada producida por el circuito de normalización 74. La señal de tensión de salida rectificadora está generalmente comprendida de una serie contigua de semiciclos positivos puros de una onda sinusoidal de corriente alterna.

En la realización mostrada, el circuito 58 para producir la señal de energía en respuesta a la señal de tensión de salida rectificadora, incluye un circuito de función 78 para realizar una función sobre una señal que representa la tensión de salida del inversor 10. En la realización mostrada, el circuito de función deriva un nivel de energía desde la señal de tensión de salida rectificadora. La función puede ser una función de promedio, o una función de raíz cuadrada media (RMS), por ejemplo. En la realización mostrada, el circuito de función 78 incluye un filtro analógico Bessel de cuarto orden de clave Sallen que tiene una frecuencia de corte de aproximadamente 20 Hz. La señal de tensión de salida rectificadora producida por el circuito rectificador 76 es recibida en el circuito de función 78 que produce una señal media que tiene una amplitud de tensión proporcional a la raíz cuadrada media de la señal de tensión de salida rectificadora. La señal promedio es aplicada a un circuito 80 de desplazamiento de CC que invierte y añade una tensión de modo común a la señal promedio para producir la señal de energía de tal modo que la señal de energía es inversamente proporcional al valor medio de la

tensión de salida del inversor 10.

Como se comprenderá con una lectura adicional aquí, cuando se le suministra energía a una red relativamente resistente, tal como la red pública general de Norte América, la señal de energía es relativamente constante ya que la tensión de red es mantenida relativamente constante por la inflexibilidad de la tensión de tal red robusta. Cuando se suministra energía a una red relativamente débil o a una simple carga, o cuando falla la red, la señal de energía puede fluctuar. Si la tensión de salida debería aumentar, la amplitud de la señal de energía disminuye, dando como resultado un aumento en la corriente suministrada por el inversor. El aumento en la corriente de salida del inversor 10 de cómo resultado otro aumento en la tensión de salida. Como la tensión de salida continua aumentando, eventualmente la corriente demandada desde el inversor excederá de los valores de umbral causando que los circuitos supervisores (no mostrados) desconecten el inversor. Si la tensión de salida debería disminuir, la amplitud de la señal de energía aumenta, dando como resultado una disminución en la corriente suministrada por el inversor. La corriente de salida reducida da como resultado una tensión de salida reducida hasta que existe una condición de subtensión en cuyo caso los circuitos supervisores desconectarán el inversor 10.

En la realización mostrada, el circuito 62 para producir la señal de signo incluye un circuito de signo 82 comprendido de un detector de paso por cero operable para recibir la señal de tensión de salida instantánea normalizada desde el circuito de normalización 74. El detector de paso por cero produce la señal de signo de tal modo que tiene un primer estado, por ejemplo 1 digital, cuando la tensión de salida está en su semiciclo positivo, y un segundo estado, por ejemplo, 0 digital, cuando la tensión de salida está en su semiciclo negativo. El primer estado indica la tensión de salida del inversor 10 tiene un signo positivo y el segundo estado indica que la tensión de salida del inversor 10 tiene un signo negativo, así, la señal de signo representa un signo de la señal de tensión de salida instantánea.

Con referencia a la fig. 4, en la realización mostrada, el circuito 52 de detección de corriente para detectar la corriente de salida instantánea del inversor, incluye un sensor de corriente 90 que en esta realización es proporcionado por un sensor de efecto Hall tal como un HX 15-P de LEM USA Inc., de Milwaukee, Wisconsin, Estados Unidos de Norteamérica. El sensor de corriente 90 produce una señal de corriente instantánea que sigue a la amplitud y fase de la corriente suministrada por el inversor 10. Esta señal de corriente instantánea es normalizada por un circuito de normalización 92 para producir una señal de corriente instantánea normalizada. El circuito 56 para producir una señal de corrientes instantánea rectificadas incluye un rectificador 94 operable para rectificar la señal de corriente instantánea normalizada para producir la señal de salida de corriente rectificadas. La señal de salida de corriente rectificadas está generalmente comprendida de una serie contigua de semiciclos positivos puros de una onda sinusoidal de corriente alterna que representa la corriente suministrada a la carga y generalmente tiene la misma forma de onda que la señal de tensión de salida rectificadas.

Con referencia de nuevo a la fig. 1, en la realización mostrada, el circuito 54 generador de señal de energía de referencia produce la señal de energía de referencia de tal modo que tiene una tensión que responde a una señal de demanda de energía que puede ser suministrada o producida en respuesta a las condiciones operativas de un convertidor de energía representado en 100 en la fig. 1, que acciona el inversor 10. El convertidor 100 de energía puede incluir una agrupación fotovoltaica, por ejemplo. La agrupación fotovoltaica puede tener su propio circuito de control o un circuito de control relacionado (no mostrado) que determina un nivel de energía de salida óptimo (por ejemplo , MPPT) para la agrupación basado en la eficiencia de la conversión, por ejemplo, y este circuito de control puede proporcionar la señal de demanda de energía usada por el circuito 54 generador de señal de energía de referencia para producir la señal de energía de referencia. En la realización mostrada, la señal de energía de referencia tiene una amplitud que representa la energía disponible procedente del convertidor 100 de energía.

Con referencia a la fig. 5, el circuito lógico 49 controlador de elementos de conmutación incluye un circuito lógico combinatorio básico que comprende inversores, y puertas Y configurado como se ha mostrado para ejecutar prácticamente la funcionalidad de la tabla de validez mostrada en la fig. 6. En general, puede ser usado cualquier circuito lógico capaz de ejecutar prácticamente la tabla de validez mostrada en la fig. 6. Con referencia a las figs. 5 y 6, en la realización mostrada, el circuito lógico 49 tiene entradas de signo, habilitación y de PWM 110, 112 y 114 y tiene una primera, segunda, tercera y cuarta salidas 116, 118, 120 y 122. La entrada de signo 110 recibe la señal de signo producida por el circuito de signo 82 mostrado en la fig. 3. La entrada de habilitación 112 es operable para recibir una señal de habilitación producida por un procesador (no mostrado), por ejemplo en el inversor 10. La señal de habilitación puede ser producida por el procesador o un circuito supervisor en el inversor 10 para desconectar cualquier actividad en los elementos de conmutación 16, 18, 20 y 22 al detectar una condición de error, tal como una condición de sobretensión o sobreintensidad, por ejemplo. La entrada 114 de PWM recibe la señal de PWM producida por el generador 44 de señal de PWM. La primera, segunda, tercera y cuarta salidas 116, 118, 120 y 122 están en comunicación con los circuitos 32, 34, 36 y 38 de accionamiento de puerta asociados con los elementos de conmutación 16, 18, 20 y 22 respectivamente etiquetadas A, B, C y D. Efectivamente, el estado de la señal de signo hace que el circuito lógico 49 desvíe la señal de PWM bien al cuarto circuito 38 (D) de accionamiento de puerta o bien al segundo circuito 34 (B) de accionamiento de puerta al tiempo que hace que los accionamientos de puerta restantes sean desactivados o activados, como se ha

mostrado la tabla de validez de la fig. 6. En vez de desviar la señal de PWM al segundo o cuarto circuitos de accionamiento de puerta 34 ó 38, mientras el tercer o el primer elementos de conmutación 16 y 20 respectivamente están activadas, la señal de PWM puede ser desviada al tercer o primer circuitos de accionamiento de puerta 36 ó 32 mientras el segundo o cuarto elementos de conmutación 18 ó 22 respectivamente están activadas. Ahora bien ambos elementos de un par de elementos de conmutación pueden ser controlados por la señal de PWM mientras el otro par es desactivado y viceversa. Así, durante cada semiciclo de una forma de onda de tensión de salida de corriente alterna del inversor 10, un par asociado de elementos de conmutación es activado siendo al menos un elemento de conmutación del par activado y desactivado por impulsos de acuerdo con la señal de PWM mientras el otro elemento de conmutación del par es mantenido en estado activado y los elementos de conmutación del par restantes están desactivados.

Con referencia de nuevo a la fig. 2, la anchura de los impulsos de la señal de PWM es controlada de acuerdo con una comparación de la señal de tensión de salida rectificadas escalada con la señal de corriente de salida rectificadas de tal modo que las diferencias en fase o magnitud en estas señales hacen que el generador de señal de PWM ajuste la anchura de los impulsos de la señal de PWM emitida durante el semiciclo de corriente de la tensión de salida para hacer que una corriente mayor o menor sea extraída del bus 13 de CC de tal modo que estas diferencias son mantenidas a cero o muy cerca de cero en cada instante en el tiempo de la forma de onda de la tensión de salida. Como los valores medios para los semiciclos de la forma de onda de la tensión de salida son determinados sobre la base de un semiciclo y como requiere un semiciclo para adquirir un valor medio para usar en un semiciclo siguiente, los circuitos antes descritos realizan el control del factor de potencia ciclo por ciclo de las formas de onda de la tensión y de la corriente producidas por el inversor 10. Así, sobre una base de ciclo por ciclo, la tensión de salida y la corriente de salida del inversor siguen una a la otra, en fase, dando como resultado que la energía es suministrada a un factor de potencia próximo a la unidad.

Un modo eficiente y conveniente en el que el aparato de control 40 puede ser puesto en práctica implica el uso de un circuito regulador previo convencional con el circuito lógico 49 controlador de elementos de conmutación mostrado en la fig. 5. El circuito regulador previo puede incluir un Regulador Previo de Alto Factor de Potencia Avanzado tal como el producido por Texas Instruments Incorporated de Dallas Texas bajo el modelo Número UC3854BDW, o bajo otros números de modelo de dispositivos dentro de la misma familia de componentes, por ejemplo. El circuito regulador previo está configurado para producir la señal de tensión rectificadas escalada en respuesta a la señal de tensión de salida rectificadas, la señal de energía y la señal de energía de referencia y produce la señal de compensación en respuesta a la señal de tensión rectificadas escalada y a la señal de corriente de salida rectificadas y produce la señal de PWM en respuesta a la señal de compensación. El circuito regulador previo proporciona así las funciones del generador 42 de señal de tensión de salida rectificadas escalada, del generador 44 de señal de PWM y del generador 46 de señal de compensación todos en un circuito integrado común. El circuito lógico 49 descrito antes en conexión con las figs. 5 y 6 es usado aún para controlar los elementos de conmutación 16, 18, 20 y 22 en respuesta a la señal de PWM producida por el circuito regulador previo y en respuesta a la señal de signo como se ha descrito antes.

El uso del circuito regulador previo está ejemplificado por el circuito regulador previo mostrado en general en 150 en la fig. 7. Ha de comprenderse que los circuitos auxiliares descritos y mostrados en conexión con las figs. 3 y 4 pueden ser usados para producir la señal de tensión de salida rectificadas, la señal de energía, la señal de signo y la señal de salida de corriente rectificadas para usar por el circuito regulador previo 150 mostrado en la fig. 7. Además el mismo circuito 54 generador de la señal de energía de referencia puede también ser usado para producir la señal de energía de referencia usada por el circuito regulador previo 150.

Con referencia a la fig. 7, el circuito regulador previo 150 incluye un circuito integrado (IC) 151 que tiene contactos 1-16, cuyas funciones están descritas en una hoja de datos publicada por Texas Instruments Incorporated. El circuito integrado 151 vendido con el número de modelo anterior es usado convencionalmente para la corrección del factor de potencia en dispositivos que extraen energía desde una fuente de corriente alterna sin embargo, se ha encontrado que mediante una conexión adecuada de componentes a distintos contactos del IC y alimentándolos con las señales particulares indicadas, de la manera indicada, el IC puede ser usado, como se ha descrito, en el inversor 10 para suministrar energía a una carga, particularmente una red de corriente alterna, en vez de su uso convencional en el control de la extracción de energía desde una fuente de corriente alterna tal como una red de corriente alterna.

En general todos los circuitos auxiliares y otros circuitos que suministran señales al circuito regulador previo 150 están diseñados para asegurar que las tensiones y corrientes suministradas al circuito regulador previo están dentro de límites especificados por el fabricante.

En la realización mostrada, la señal de energía producida por el circuito de desplazamiento de corriente continua 80 mostrado en la fig. 3 es suministrado directamente a una entrada V_{RMS} en el contacto 8 del IC 151. La señal de tensión de salida rectificadas producida por el circuito generador 56 de señal de tensión de salida rectificadas mostrada en la fig. 3 es suministrada a una entrada I_{CA} en el contacto 6 del IC, a través de una resistencia 149 que actúa para convertir la tensión de la señal de tensión de salida rectificadas en un valor de corriente para recepción en el contacto 6, que es una entrada de corriente. Otra resistencia 153 conectada a una tensión de referencia sirve para reducir la distorsión en el punto de paso

5 por cero de la corriente en el contacto 6. La señal de energía de referencia producida por el circuito generador 54 de señal de energía de referencia mostrado en la fig. 1 puede ser una señal que tiene una tensión de entre 3V y 5V, por ejemplo, que es disminuida por la red de resistencias mostrada en 152. La señal de energía de referencia suministrada a una entrada V_{SNS} en el contacto 11 a través de una resistencia 155 y a una salida VA_OUT en el contacto 7, a través de una resistencia 157. Las resistencias 155 y 157 ajustan la ganancia de un amplificador diferencial en el IC. La salida MULTI_OUT en el contacto 5 es terminada en una resistencia a masa para convertir una señal de corriente desde un multiplicador dentro del IC a una señal de tensión. La señal de salida de corriente rectificadora producida por el circuito 56 generador de la señal de salida de corriente rectificadora mostrado en la fig. 4, en suministrada a través de un divisor de resistencias 159 a una entrada de detección de corriente en el contacto 4. La amplitud de esta señal es limitada por un limitador de diodo Zener 154. Una red 156 está conectada entre la entrada de detección de corriente en el contacto 4 y una salida de amplificador de corriente en el contacto 3, para ajustar la dinámica de la ganancia del generador 46 de señal de compensación puesto en práctica por el IC, para establecer parámetros operativos de la función proporcional-integral proporcionada por el generador de señal de compensación. Un circuito inversor 158 está conectado para recibir la señal de corriente rectificadora y para proporcionar una versión invertida de esa señal a una entrada límite de pico en el contacto 2 del IC. El contacto 2 está también protegido por un circuito 161 limitador de amplitud, y está provisto con una tensión de referencia de 7,5 voltios. La salida del circuito inversor 158 es efectivamente sustraída de la referencia de 7,5 V y cuando la señal resultante se hace inferior a cero, lo que significa un estado de sobreintensidad, el IC hace que la producción de la señal de PWM en el contacto 16 sea detenida para eliminar el estado de sobreintensidad. Así, la generación de la señal de PWM es detenida cuando la corriente de salida instantánea excede de un valor de referencia. Los contactos 9, 12, 13 y 14 del IC están conectados a una red de resistencias y condensadores que define la frecuencia operativa de un oscilador interno, que define en último término la frecuencia de los impulsos producidos por el IC, en la salida de accionamiento de puerta en el contacto 16. En la realización mostrada, una resistencia de 27,4 K Ω está conectada al contacto 12, un condensador de 2,2 nF está conectado a contacto 14, un condensador de 10 μ F está conectado al contacto 13 y un condensador de 330 nF está conectado al contacto 9 para producir una frecuencia de impulso de aproximadamente 30 kHz.

La señal de PWM producida en el contacto 16 es proporcionada a la entrada 114 de PWM del circuito lógico mostrado en la fig. 5 y el circuito lógico produce señales de control de puerta en las salidas 116, 118, 120 y 122, respectivamente, para hacer que el primer y el cuarto elementos de conmutación 16 y 22 mostradas en la fig. 1 sean desconectadas mientras el estado activado del segundo elemento de conmutación 18 es controlado por la señal de PWM y el tercer elemento de conmutación 20 es activado, cuando la señal de signo indica una tensión de salida instantánea positiva y hacer que el segundo y tercer elementos de conmutación 18 y 20 sean desconectadas mientras el estado activado del cuarto elemento de conmutación 22 es controlado por la señal de PWM y el primer elemento de conmutación 16 es activada, cuando la señal de signo indica una salida una tensión de salida instantánea negativa. La anchura de los impulsos en la señal de PWM es controlada de tal modo que la corriente proporcionada a la primera y a la segunda salidas 19 y 25 de CA comunes están en fase con la tensión en las salidas de CA 19 y 25. Este control es proporcionado por la señal de control de compensación producida por el generador de señal de control de compensación que proporciona la función proporcional-integral aplicada a la señal de error que representa la diferencia de amplitud entre la señal de tensión de salida rectificadora escalada y la señal de corriente de salida rectificadora.

Aunque se han descrito e ilustrado realizaciones específicas del invento, tales realizaciones deberían ser consideradas ilustrativas del invento solamente y no limitativas del invento construido de acuerdo con lo reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Un método de suministrar energía eléctrica de alto factor de potencia a una carga desde un inversor (10) que tiene un primer (16) y segundo (18) elementos de conmutación conectados a una primera (19) salida común del inversor (10) y a un primer (160) y segundo (162) terminales de bus de CC del inversor (10) respectivamente, y un tercer (20) y cuarto (22) elementos de conmutación conectados a una segunda (25) salida común del inversor (10) y a dichos primer (160) y segundo (162) terminales de bus de CC, respectivamente, comprendiendo el método:
- 10 producir una señal de energía que representa la energía asociada con una tensión de salida del inversor (10) aplicando una función a una señal que representa la tensión de salida del inversor (10), en que aplicar dicha función comprende producir una señal promedio o media que es inversamente proporcional a una amplitud media de la tensión de salida instantánea rectificadora del inversor (10) tal que la señal de energía es inversamente proporcional a una amplitud media de la tensión de salida instantánea rectificadora del inversor (10);
- 15 producir una señal de tensión de salida rectificadora escalada en respuesta a una señal de tensión de salida rectificadora que representa la tensión de salida instantánea rectificadora del inversor (10), la señal de energía y una señal de energía de referencia, en que producir dicha señal de tensión de salida rectificadora escalada comprende multiplicar dicha señal de tensión de salida rectificadora por una relación de dicha señal de energía de referencia a dicha señal de energía, tal que dicha señal de tensión rectificadora escalada es una versión escalada de dicha señal de tensión de salida rectificadora que aumenta cuando dicha amplitud media de la tensión de salida rectificadora del inversor aumenta, y disminuye cuando dicha amplitud media de la tensión de salida rectificadora del inversor disminuye;
- 20 producir una señal de (PWM) en respuesta a dicha señal de tensión de salida rectificadora escalada y una señal de corriente de salida rectificadora que representa la corriente de salida del inversor (10); y
- 25 controlar dichos primer (16), segundo (18), tercer (20) y cuarto (22) elementos de conmutación en respuesta a dicha señal de PWM y una señal de signo que representa un signo de la tensión de salida instantánea del inversor (10), tal que la corriente suministrada por el inversor aumenta cuando dicha amplitud media de la tensión de salida rectificadora del inversor aumenta, y disminuye cuando dicha amplitud media de la tensión de salida rectificadora del inversor disminuye.
- 30 2.- El método según la reivindicación 1 que comprende además recibir dicha señal de tensión de salida rectificadora.
- 3.- El método según la reivindicación 1 que comprende además detectar la tensión de salida instantánea del inversor (10) y producir la señal de tensión de salida rectificadora en respuesta a dicha tensión de salida instantánea.
- 35 4.- El método según la reivindicación 1 que comprende además recibir dicha señal de energía.
- 5.- El método según la reivindicación 1 que comprende además recibir dicha señal de energía de referencia.
- 40 6.- El método según la reivindicación 1 que comprende además recibir dicha señal de corriente de salida rectificadora.
- 7.- El método según la reivindicación 1 que comprende además detectar una corriente de salida del inversor (10) y producir dicha señal de corriente de salida rectificadora en respuesta a dicha corriente de salida.
- 45 8.- El método según la reivindicación 1 que comprende además producir una señal de compensación en respuesta a dicha señal de corriente de salida rectificadora y a dicha señal de tensión de salida rectificadora escalada.
- 9.- El método según la reivindicación 8 en el que producir dicha señal de compensación comprende realizar una función proporcional-integral sobre una diferencia entre dicha señal de tensión de salida rectificadora escalada y dicha señal de corriente de salida rectificadora.
- 50 10.- El método según la reivindicación 9 en el que producir dicha señal de PWM comprende producir un impulso de tensión que tiene una anchura de impulso dependiente de dicha señal de compensación.
- 55 11.- El método según la reivindicación 10 que comprende además detener la generación de dicha señal de PWM cuando dicha corriente de salida instantánea excede de un valor de referencia.
- 12.- El método según la reivindicación 1 que comprende además recibir dicha señal de signo.
- 60 13.- El método según la reivindicación 1 que comprende además producir dicha señal de signo de tal modo que dicha señal de signo tiene un primer estado cuando la tensión de salida instantánea del inversor (10) es positiva y de tal modo que dicha señal de signo tiene un segundo estado cuando la tensión de salida instantánea del inversor (10) es negativa.

- 14.- El método según la reivindicación 1 en el que controlar dichos primer (16), segundo (18), tercer (20) y cuarto (22) elementos de conmutación comprende desconectar dicho primer (16) y cuarto (22) elementos de conmutación y controlar un estado activado de al menos uno de dicho segundo (18) elemento de conmutación y de dicho tercer (20) elemento de conmutación en respuesta a dicha señal de PWM para modular corriente a través de un trayecto de conducción comprendido de dicho segundo (18) y tercer (20) elementos de conmutación cuando dicha señal de signo indica una tensión de salida instantánea positiva y desconectar dicho segundo (18) y tercer (20) elementos de conmutación y controlar un estado activado de al menos uno de dicho primer (16) elemento de conmutación y de dicho cuarto (22) elemento de conmutación en respuesta a dicha señal de PWM para modular corriente a través de un trayecto de conducción comprendido de dicho primer (16) y cuarto (22) elementos de conmutación cuando dicha señal de signo indica una tensión de salida instantánea negativa.
- 15.- Un aparato para suministrar energía eléctrica de alto factor de potencia a una carga desde un inversor (10) que tiene un primer (16) y segundo (18) elementos de conmutación conectados a una primera salida (19) común del inversor (10) y un primer (160) y segundo (162) terminales de CC del inversor (10) respectivamente, y un tercer (18) y cuarto (22) elementos de conmutación conectados a una segunda salida (25) común del inversor (10) y dichos primer (160) y segundo (162) terminales de CC, respectivamente, comprendiendo el aparato:
- medios (58) para producir una señal de energía que representa la energía asociada con una tensión de salida del inversor (10) aplicando una función a una señal que representa la tensión de salida del inversor (10), en que dichos medios (58) para producir dicha señal de energía están configurados para producir una señal media que es inversamente proporcional a una amplitud media de la tensión de salida instantánea rectificada del inversor (10) de tal modo que la señal de energía es inversamente proporcional a una amplitud media de la tensión de salida instantánea rectificada del inversor (10);
- medios (42) para producir una señal de tensión de salida rectificada escalada en respuesta a una señal de tensión de salida rectificada que representa la tensión de salida instantánea rectificada del inversor (10), la señal de energía y una señal de energía de referencia, en que los medios (42) para producir un señal de tensión rectificada escalada están configurados para multiplicar dicha señal de tensión de salida rectificada por una relación de dicha señal de energía de referencia a dicha señal de energía, de tal modo que dicha señal de tensión rectificada escalada es una versión escalada de dicha señal de tensión de salida rectificada que aumenta cuando dicha amplitud media de la tensión de salida rectificada del inversor aumenta, y disminuye cuando dicha amplitud media de la tensión de salida rectificada del inversor disminuye;
- medios (44) para producir una señal de (PWM) en respuesta a dicha señal de tensión rectificada escalada y una señal de corriente de salida rectificada que representa la corriente de salida del inversor (10); y
- medios (48) para controlar dichos primer (16), segundo (18), tercer (20) y cuarto (22) elementos de conmutación en respuesta a dicha señal de PWM y una señal de signo que representa un signo de dicha tensión de salida instantánea de dicho inversor (10), de tal modo que la corriente suministrada por el inversor aumenta cuando dicha amplitud media de la tensión de salida rectificada del inversor aumenta, y disminuye cuando dicha amplitud media de la tensión de salida rectificada del inversor disminuye.
- 16.- El aparato según la reivindicación 15, que comprende además medios para recibir dicha señal de tensión de salida rectificada.
- 17.- El aparato según la reivindicación 15, que comprende además medios (50) para detectar la tensión de salida instantánea del inversor (10) y medios (56) para producir dicha señal de tensión de salida rectificada en respuesta a dicha tensión de salida instantánea.
- 18.- El aparato según la reivindicación 15, que comprende además medios para recibir una señal de energía que representa la energía asociada con dicha señal de tensión de salida.
- 19.- El aparato según la reivindicación 15, que comprende además medios para recibir dicha señal de energía de referencia.
- 20.- El aparato según la reivindicación 15, que comprende además medios para recibir una señal de corriente de alimentación instantánea rectificada.
- 21.- El aparato según la reivindicación 15, que comprende además medios (52) para detectar una corriente de salida de dicho inversor para producir una señal de corriente de salida instantánea y medios (56) para producir dicha señal de corriente de salida rectificada en respuesta a dicha señal de corriente de salida instantánea.
- 22.- El aparato según la reivindicación 15, que comprende además medios (46) para producir una señal de compensación en respuesta a dicha señal de tensión rectificada escalada y dicha señal de corriente de salida rectificada.

- 23.- El aparato según la reivindicación 22, en el que dichos medios (46) para producir una señal de compensación comprenden un circuito proporcional-integral para proporcionar dicha señal de control de PWM, en respuesta a una diferencia entre dicha señal de tensión rectificadora escalada y dicha señal de corriente de salida rectificadora.
- 5 24.- El aparato según la reivindicación 23, en el que dichos medios (44) para producir dicha señal de PWM están configurados para producir un impulso de tensión que tiene una anchura de impulso dependiente de dicha señal de compensación.
- 10 25.- El aparato según la reivindicación 24, que comprende además medios para hacer que dichos medios para producir dicha señal de PWM detengan la producción de dicha señal de PWM cuando dicha corriente de salida instantánea excede de un valor de referencia.
- 15 26.- El aparato según la reivindicación 15, que comprende además medios para recibir una señal de signo que representa un signo de dicha tensión de salida instantánea del inversor.
- 20 27.- El aparato según la reivindicación 15 que comprende además medios (62) para producir dicha señal de signo de tal modo que dicha señal de signo tiene un primer estado cuando dicha tensión de salida instantánea es positiva y de tal modo que dicha señal de signo tiene un segundo estado cuando dicha tensión de salida instantánea es negativa.
- 25 28.- El aparato según la reivindicación 27, en el que dichos medios (48) para controlar dichos primer (16), segundo (18), tercer (20) y cuarto (22) elementos de conmutación están configurados para desconectar dicho primer (16) y cuarto (22) elementos de conmutación y controlar un estado activado de al menos uno de dicho segundo (18) elemento de conmutación y de dicho tercer (20) elemento de conmutación en respuesta a dicha señal de PWM para modular corriente a través de un trayecto de conducción comprendido de dicho segundo (18) y tercer (20) elementos de conmutación cuando dicha señal de signo indica una tensión de salida instantánea positiva y desconectar dicho segundo (18) y tercer (20) elementos de conmutación y controlar un estado activado de al menos uno de dicho primer (16) elemento de conmutación y de dicho cuarto (22) elemento de conmutación en respuesta a dicha señal de PWM para modular corriente a través de un trayecto de conducción comprendido de dicho primer (16) y cuarto (22) elementos de conmutación cuando dicha señal de signo indica una tensión de salida instantánea negativa.
- 30 29.- El aparato según la reivindicación 15 en el que dichos medios (42) para producir dicha señal de tensión rectificadora escalada y los medios (44) para producir una señal de modulación de anchura de impulso están contenidos dentro de un único circuito integrado (151).
- 35 30.- El aparato según la reivindicación 15 en combinación con:
- un bus (13) de CC, que tiene un primer (160) y segundo (162) terminales de CC, operables para ser alimentados con energía desde una fuente de CC;
- una sección convertidora de CC, a CA, que tiene:
- un primer (16) y segundo (18) elementos de conmutación conectados a una primera salida (19) de CA común y a dichos primer (160) y segundo (162) terminales de CC, respectivamente; y
- un tercer (20) y cuarto (22) elementos de conmutación conectados a una segunda salida (25) común del inversor (10) y a dichos primer (160) y segundo (162) terminales de CC, respectivamente;
- medios (56) para producir una señal de tensión de salida rectificadora que representa la tensión de salida rectificadora del inversor (10);
- medios (56) para producir una señal de corriente de salida rectificadora que representa la corriente de salida instantánea del inversor (10);
- medios (62) para producir una señal de signo que representa el signo de la tensión de salida;
- por lo que dicho aparato proporciona un inversor (10) operable para suministrar energía eléctrica de alto factor de potencia a una carga de CA, incluyendo una red de energía de CA.
- 55 31.- El aparato según la reivindicación 30, en el que dichos medios (48) para controlar dichos primer (16), segundo (18), tercer (20) y cuarto (22) elementos de conmutación están configurados para desconectar dicho primer (16) y cuarto (22) elementos de conmutación y controlar un estado activado de al menos uno de dicha segundo (18) elemento de conmutación y de dicho tercer (20) elemento de conmutación en respuesta a dicha señal de PWM para modular corriente a través de un trayecto de conducción comprendido de dicho segundo (18) y tercer (20) elementos de conmutación cuando dicha señal de signo indica una tensión de salida instantánea positiva y desconectar dicho segundo (18) y tercer (20) elementos de conmutación y controlar un estado activado de al menos uno de dicho primer (16) elemento de conmutación y de dicho cuarto (22) elemento de conmutación en respuesta a dicha señal de PWM para modular corriente a través de un trayecto de conducción comprendido de dicho primer (16) y cuarto (22) elementos de conmutación cuando
- 60

dicha señal de signo indica una tensión de salida instantánea negativa.

- 5 32.- El aparato según la reivindicación 31 que comprende además un primer (24), segundo (26), tercer (28) y cuarto (30) circuitos de accionamiento de puerta en comunicación con dicho primer (16), segundo (18), tercer (20) y cuarto (22) elementos de conmutación respectivamente y en el que los medios (48) para controlar dichos primer (16), segundo (18), tercer (20) y cuarto (22) elementos de conmutación incluye un circuito lógico (49) operable para recibir la señal de PWM y la señal de signo y tiene una primera (116), segunda (118), tercera (120) y cuarta (122) salidas de accionamiento de puerta en comunicación con el primer (24), segundo (26), tercer (28) y cuarto (30) circuitos de accionamiento de puerta respectivamente.
- 10 33.- El aparato según la reivindicación 32 en el que dichos medios (42) para producir dicha señal de tensión rectificadora escalada y dichos medios (44) para producir una señal de PWM incluyen un circuito integrado común (151).

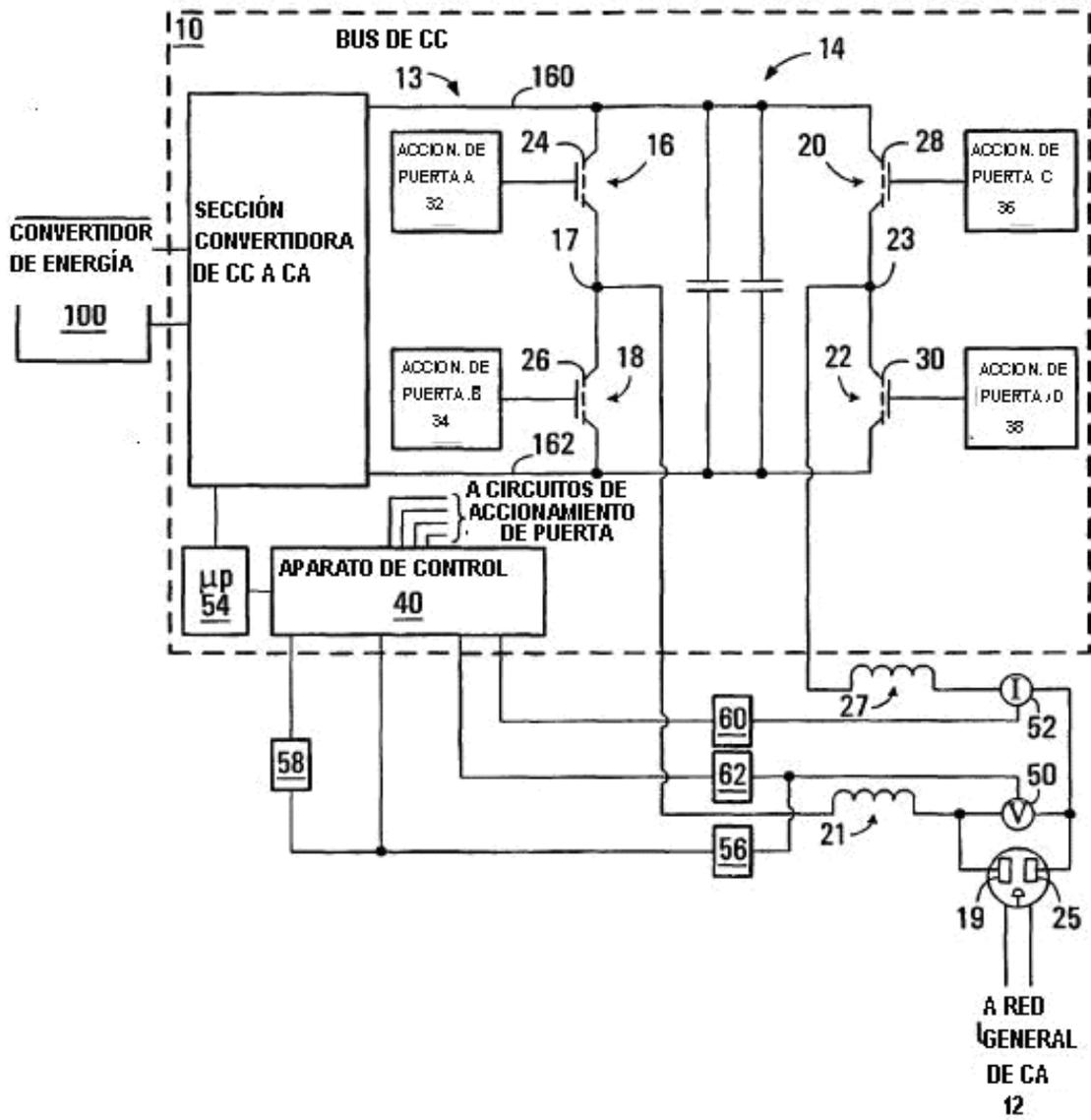


FIG. 1

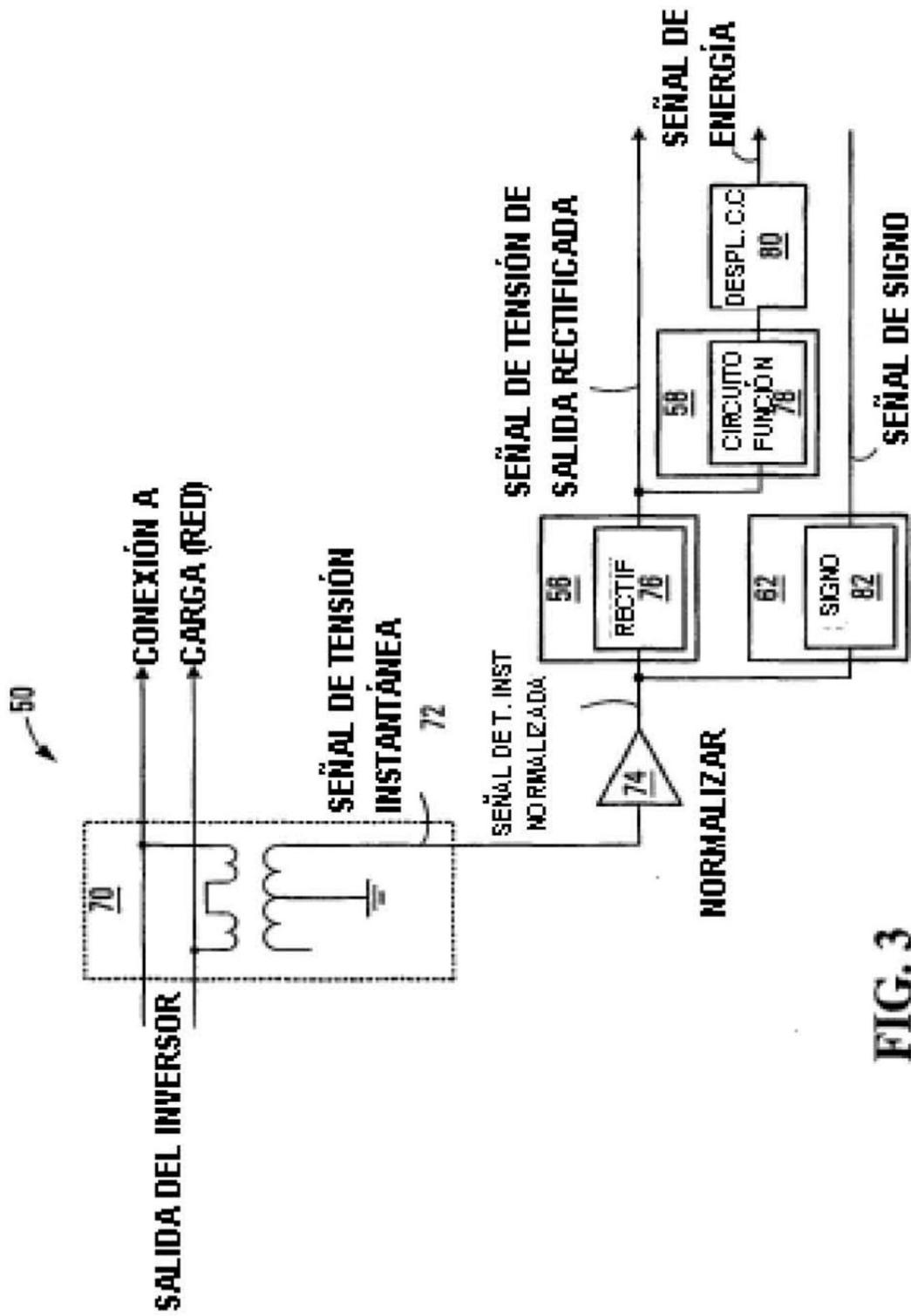


FIG. 3

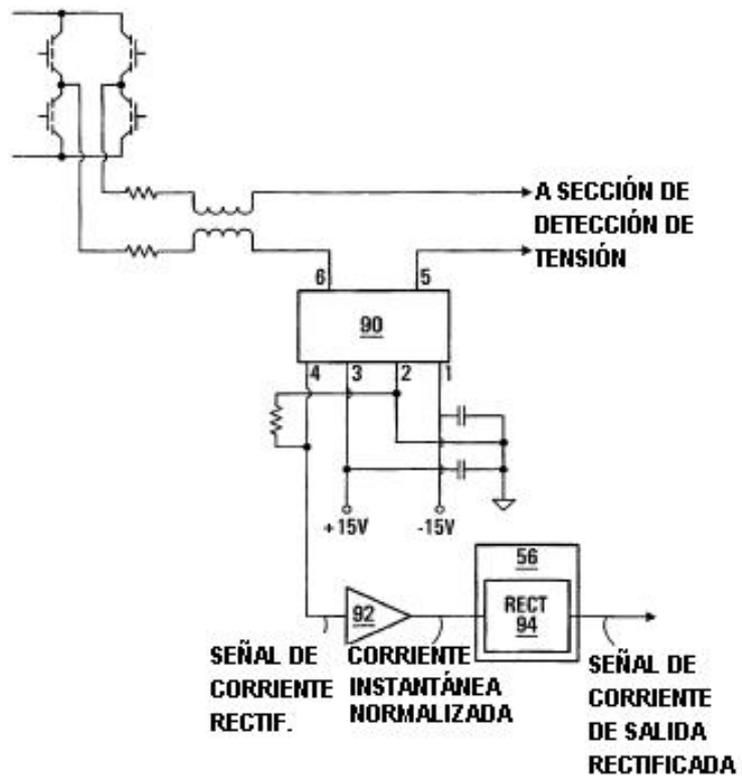


FIG. 4

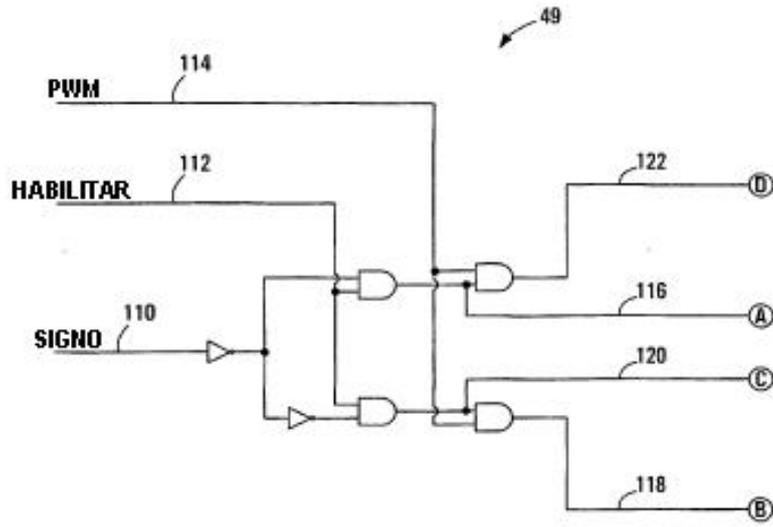


FIG. 5

SIGNO	A	B	C	D
0	1	0	0	PWM
1	0	PWM	1	0

FIG. 6

