

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 906 558**

51 Int. Cl.:

**H02J 3/32** (2006.01)

**H02P 9/04** (2006.01)

**H02J 9/06** (2006.01)

**H02J 3/08** (2006.01)

**H02P 25/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.09.2014 PCT/US2014/056474**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.07.2015 WO15099851**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.09.2014 E 14873732 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.02.2022 EP 3087666**

54 Título: **Procedimiento de operación de un generador monofásico en paralelo con un inversor**

30 Prioridad:  
**23.12.2013 US 201314138371**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**19.04.2022**

73 Titular/es:  
**GENERAC POWER SYSTEMS, INC. (100.0%)  
P.O. Box 8  
Waukesha, WI 53187, US**

72 Inventor/es:  
**TESCH, TOD, R.**

74 Agente/Representante:  
**GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo**

ES 2 906 558 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**

Procedimiento de operación de un generador monofásico en paralelo con un inversor

**CAMPO DE LA INVENCION**

5 Esta invención se refiere en general a generadores eléctricos accionados por motor y, en particular, a un procedimiento para hacer funcionar un generador monofásico en paralelo con un inversor.

**ANTECEDENTES Y SUMARIO DE LA INVENCION**

10 Los generadores eléctricos se utilizan en una amplia variedad de aplicaciones. Por lo general, un generador eléctrico individual funciona en un modo de espera en el que la energía eléctrica proporcionada por una red de servicios públicos se controla de tal manera que, si falla la energía eléctrica comercial de la red de servicios públicos, el motor del generador eléctrico se enciende automáticamente y hace que el alternador se encienda para generar energía eléctrica. Cuando la energía eléctrica generada por el alternador alcanza una tensión y una frecuencia predeterminadas y deseadas por el cliente, un interruptor de transferencia transfiere la carga impuesta por el cliente desde las líneas eléctricas comerciales al generador eléctrico. Como se sabe, la mayoría de los equipos eléctricos residenciales en los Estados Unidos están diseñados para usarse en conexión con energía eléctrica que tiene una frecuencia fija, a saber, 15 sesenta (60) hercios (Hz).

20 Por lo general, los generadores eléctricos utilizan un solo motor de accionamiento acoplado a un generador o alternador a través de un árbol común. Al accionar el motor, el cigüeñal hace girar el árbol común para accionar el alternador que, a su vez, genera energía eléctrica. La frecuencia de la salida de energía eléctrica del alternador es una función de la velocidad de rotación del motor impulsor. Por ejemplo, un generador de dos polos genera sesenta (60) hercios (Hz) cuando el motor gira a 3600 revoluciones por minuto (rpm), pero solo genera cuarenta y cinco (45) Hz cuando el motor gira a 2700 rpm. Cuando el generador incluye un alternador monofásico, el alternador tiene un par pulsante que va desde cero (0) hasta el valor máximo correspondiente al diseño del generador.

25 Las mejoras en la conversión de energía han llevado a un aumento en la generación de energía distribuida. Los negocios y residencias individuales pueden incluir, por ejemplo, una matriz fotovoltaica (PV) para generar al menos una porción de la energía requerida por ese negocio o residencia. Además, se puede incluir un dispositivo de almacenamiento de energía, como una batería, para almacenar el exceso de energía generada durante los períodos de máxima producción y entregar la energía a la empresa o residencia durante los períodos de baja producción. La energía generalmente se transfiere desde la fuente de energía alternativa o de la batería al negocio o residencia a través de un inversor. El inversor puede generar una forma de onda de tensión sincronizada con la red pública. Si la red eléctrica falla y la empresa o residencia también tiene un generador eléctrico, es deseable utilizar el generador eléctrico en combinación con la fuente de energía alternativa o la batería. 30

35 Si se van a conectar dos fuentes de alimentación de corriente alterna (CA) en paralelo, las tensiones de salida de CA deben estar sincronizadas; de lo contrario, la diferencia instantánea en el potencial de tensión puede resultar en una transferencia de corriente entre las dos fuentes de tensión. Sin embargo, el par pulsante producido por un generador monofásico puede resultar en alguna fluctuación en la frecuencia de la potencia de salida del generador. Las variaciones en la carga aplicada al generador también pueden causar fluctuaciones en la frecuencia de la potencia de salida del generador. Por el contrario, la potencia de salida del inversor normalmente se regula a una frecuencia constante. Si el generador está conectado en paralelo al inversor, la frecuencia variable de la potencia de salida del generador produce formas de onda de tensión del generador que están desfasadas con las formas de onda de tensión de frecuencia constante que salen del inversor. 40

Por lo tanto, es un objeto principal y una característica de la presente invención proporcionar un sistema y un procedimiento para conectar un generador monofásico en paralelo con un inversor.

La invención se expone en las reivindicaciones independientes.

Las realizaciones preferidas están definidas por las reivindicaciones dependientes.

45 Estos y otros objetos, ventajas y características de la invención resultarán evidentes para los expertos en la materia a partir de la descripción detallada y los dibujos adjuntos. Debe entenderse, sin embargo, que la descripción detallada y los dibujos adjuntos, aunque indican realizaciones preferidas de la presente invención, se dan a modo de ilustración y no de limitación. Se pueden realizar muchos cambios y modificaciones dentro del alcance de la presente invención sin apartarse del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

50 **BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

Los dibujos adjuntos ilustran una construcción preferida de la presente invención en la que se describen claramente las ventajas y características anteriores, así como otras que se entenderán fácilmente a partir de la siguiente descripción de la realización ilustrada en los dibujos:

La figura 1 es una representación en diagrama de bloques de un generador accionado por motor conectado en

paralelo con un inversor según una realización de la presente invención;

La figura 2 es una representación de diagrama de bloques del inversor de la figura 1;

La figura 3 es una representación gráfica de una tensión de salida del inversor sincronizado con una tensión de salida del generador; y

5 La figura 4 es una representación gráfica del inversor que compensa el ángulo de fase de la tensión de salida del inversor en respuesta a una fluctuación en la tensión de salida del generador.

## DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES PREFERIDAS

Las diversas características y detalles ventajosos del objeto descrito en este documento se explican más completamente con referencia a las realizaciones no limitativas descritas en detalle en la siguiente descripción.

10 Haciendo referencia a la figura 1, un sistema de generador eléctrico accionado por motor generalmente se representa con el número de referencia 10. El sistema 10 generador incluye un alternador 20 definido por un rotor 24 cilíndrico recibido giratoriamente dentro del estator 22. Se contempla que el rotor 24 pueda incluir imanes permanentes o un devanado configurado para establecer un campo magnético que gira con el rotor 24. El estator 22 incluye un devanado en el que se induce una tensión monofásica en respuesta a la rotación del campo magnético del rotor 24. Como resultado, una tensión 26 de CA está presente en la salida del sistema 10 generador. Un sensor 30 de posición angular, como un resolver o un codificador, puede montarse en el alternador 20 y generar una señal 32 de posición medida correspondiente a la posición angular del rotor 24 dentro del alternador 20.

El sistema 10 generador incluye además un motor 12. Como es convencional, el motor 12 recibe combustible como gasolina, diésel, gas natural o vapor de propano líquido a través de una entrada. El combustible proporcionado al motor 12 se comprime y enciende dentro de cada uno de los cilindros en respuesta a una señal de encendido para generar movimiento alternativo de los pistones del motor 12. El movimiento alternativo de los pistones del motor 12 se convierte en movimiento giratorio mediante un cigüeñal. El cigüeñal está acoplado operativamente al rotor 24 del alternador 20 a través de un árbol 14 de manera que cuando el cigüeñal gira por la operación del motor 12, el árbol 14 impulsa el rotor 24 del alternador 20. Se proporciona un controlador 16 para controlar el funcionamiento del motor 12. El controlador 16 puede recibir señales de entrada externas tales como un comando para arrancar el motor o una entrada correspondiente a la tensión presente en la red 28 pública de modo que el controlador 16 pueda arrancar el motor si falla la red 28 pública. El controlador 16 también puede recibir señales del alternador 20 que, por ejemplo, corresponden a la tensión y/o corriente generada por el alternador 20. El controlador 20 puede usar las señales de tensión y/o corriente para generar una señal de posición estimada que puede transmitirse al inversor 50 en lugar de, o en combinación con, la señal 32 de posición medida.

El sistema 10 generador está conectado en paralelo con un inversor 50. Con referencia también a la figura 2, el inversor 50 incluye un procesador 52 y una memoria 54. El procesador 52 puede ser un único procesador o varios procesadores que funcionen en paralelo. La memoria 54 puede ser un único dispositivo o varios dispositivos y puede incluir memoria volátil, memoria no volátil o una combinación de estas. El procesador 52 está configurado para ejecutar instrucciones almacenadas en la memoria 54 para controlar el funcionamiento del inversor 50. El inversor 50 incluye una entrada 51 de energía configurada para recibir una tensión 43 de entrada desde una fuente de energía. De acuerdo con la realización ilustrada en la figura 1, la fuente de energía es una batería 42. Opcionalmente, la fuente de energía puede ser una matriz fotovoltaica (PV) u otra fuente de energía alternativa. El inversor 50 también incluye una sección 56 de conversión de energía y una salida 57 de energía. La sección 56 de conversión de energía recibe la tensión 43 de entrada y proporciona una tensión 60 de salida regulada en la salida 57 de energía. De acuerdo con la realización ilustrada, la batería 42 proporciona una tensión de CC al inversor 50. La sección 56 de conversión de energía incluye múltiples interruptores, tales como transistores bipolares de puerta aislada (IGBT), transistores de efecto de campo semiconductor de óxido metálico (MOSFET), rectificadores controlados de silicio (SCR) o similares. Los interruptores están controlados por una rutina de modulación almacenada en la memoria 54 y ejecutada por el procesador 52 para conectar y desconectar selectivamente la entrada 51 de energía a la salida 57 de energía. La tensión 60 de salida resultante es una forma de onda modulada que tiene un componente de CA fundamental en una amplitud y frecuencia deseadas. Opcionalmente, la sección 56 de conversión de energía puede configurarse para transferencia de energía bidireccional. Como resultado, durante los períodos en los que la red eléctrica proporciona energía a la carga 46 o cuando el generador 10 proporciona un exceso, el inversor 50 puede convertir una tensión de CA disponible en la salida 57 en una tensión de CC adecuado para cargar la batería 42.

El inversor 50 también puede incluir dos entradas 53, 55 configuradas para recibir señales de control. Una primera entrada 53 está configurada para recibir una señal, como la señal 32 de posición del sensor 30 de posición angular, correspondiente a una posición angular del rotor 24 en el alternador 20. El procesador 52 usa la posición angular del rotor 24 para generar señales 58 de activación para la sección 56 de conversión de energía. Las señales de activación se utilizan para habilitar y deshabilitar los interruptores y se controlan para generar la tensión 60 de salida de CA deseada. El inversor también puede incluir uno o más sensores 61 conectados a la salida de la sección 56 de conversión de energía con cada sensor 61 generando una señal al procesador 52 correspondiente a una magnitud de salida de tensión o corriente de la sección 56 de conversión de energía. El procesador 52 también utiliza las señales de tensión y/o corriente en la rutina de modulación para generar las señales 58 de activación.

60 El inversor 50 también puede configurarse para recibir una señal 45 de retroalimentación de un sensor 44 conectado

operativamente a la salida del sistema 10 generador. Opcionalmente, se pueden proporcionar múltiples sensores 44, cada uno de los cuales genera una señal 45 de retroalimentación al inversor 50. El sensor 44 se puede configurar para detectar una magnitud de tensión o una magnitud de corriente y generar una señal de retroalimentación de tensión o una señal de retroalimentación de corriente, respectivamente. Una segunda entrada 55 está configurada para recibir las señales 45 de retroalimentación de tensión y/o corriente. Se contempla que la señal 45 de retroalimentación de tensión y/o corriente se puede utilizar para determinar la posición angular del rotor 24.

Como se discutió anteriormente, el motor 12 recibe una señal de disparo para que cada cilindro encienda el combustible en el mismo, provocando el movimiento alternativo de los pistones y la subsiguiente rotación del cigüeñal. Un controlador para el motor 12 está configurado para generar estas señales de disparo cuando el pistón está en la parte superior de su carrera, forzando al pistón a descender por el cilindro. Debido a que cada pistón está mecánicamente acoplado al cigüeñal, cada pistón alcanza los extremos superior e inferior de su carrera sustancialmente en la misma posición angular durante cada revolución del cigüeñal. Además, el cigüeñal acciona el árbol 14 acoplado al alternador. Por lo tanto, cada señal de encendido para cada cilindro se produce sustancialmente en la misma posición angular del rotor. De acuerdo con otra realización más de la invención, la primera entrada 53 puede configurarse para recibir una entrada (o entradas múltiples) correspondientes a cada señal de disparo. El procesador 52 puede utilizar las señales de disparo para determinar la posición angular del rotor 24.

Con referencia nuevamente a la figura 1, se puede utilizar un interruptor 40 de transferencia para conectar selectivamente el sistema 10 generador a la carga. Se contempla que el interruptor 40 de transferencia puede ser un solo interruptor o una combinación de múltiples interruptores controlados para moverse entre una primera posición y una segunda posición en tándem o secuencialmente. De acuerdo con la realización ilustrada, el interruptor 40 de transferencia conecta selectivamente la red 28 pública o la tensión 26 de salida del sistema 10 generador a una carga 46. Un sensor (no mostrado) monitorea el estado de la red 28 pública. El sensor puede ser un sensor separado o integral, por ejemplo, al interruptor 40 de transferencia, al inversor 50, o a un controlador de sistema separado (no mostrado). Una conexión 62 entre el interruptor 40 de transferencia y el inversor 50 indica que una o más entradas y/o salidas (E/S) 59 están conectadas entre el inversor 50 y el interruptor 40 de transferencia según los requisitos de la aplicación. La E/S 59 puede configurarse, por ejemplo, para recibir señales de retroalimentación correspondientes al funcionamiento de la red o para proporcionar señales de control al interruptor 40 de transferencia para mover el tiro del interruptor 40 de transferencia entre un primer polo y un segundo polo. Como se ilustra, el inversor 50 está continuamente conectado a la carga 46 y alternativamente opera en paralelo con la tensión de la red 28 pública o la tensión 26 de salida del generador. Opcionalmente, el inversor 50 puede conectarse en paralelo y conmutarse junto con la salida del sistema 10 generador.

En funcionamiento, el inversor 50 puede configurarse para funcionar independientemente o en cooperación con el sistema 10 generador. Cuando el inversor 50 opera independientemente del sistema 10 generador, puede operar en cooperación con la red 28 pública. Como se ilustra en la figura 1, el inversor 50 puede estar continuamente conectado a la carga 46. Cuando la red 28 pública está conectada a la carga 46, el inversor 50 puede configurarse para extraer energía de la red 28 pública para cargar la batería 42. Cuando falla la red eléctrica, el inversor 50 puede extraer energía de la batería 42 para proporcionar energía a la carga 46. Opcionalmente, el inversor 50 puede estar conectado entre otra fuente de energía, como una matriz fotovoltaica. El inversor 50 puede configurarse para suministrar energía desde la otra fuente de energía a la carga 46 en paralelo con la red 28 pública. Debido a que el inversor 50 está suministrando energía directamente a la carga 46, la tensión 60 de salida tiene la misma frecuencia que la suministrada por la red 28 pública (por ejemplo, 60 Hz), y cuando opera en paralelo con la red 28 pública, el inversor 50 sincroniza la tensión 60 de salida con la tensión proporcionado por la red 28 pública.

Cuando falla la red 28 pública, el inversor 50 se configura para operar en cooperación con el sistema 10 generador. Inicialmente, el sistema 10 generador normalmente está en un estado inactivo porque la red 28 pública y/o la fuente de energía alternativa a través del inversor 50 suministra energía a la carga 46. El sistema 10 generador puede incluir una entrada que monitorea el estado de la red 28 pública o recibe una entrada que ordena al sistema 10 generador que arranque y comience a generar energía. El sistema 10 generador requiere una corta duración durante la cual el motor 12 acelera hasta una velocidad deseada y el alternador 20 comienza a generar electricidad a una frecuencia deseada. Durante este período de aceleración para el sistema 10 generador, se le puede ordenar al inversor 50 que comience inmediatamente a suministrar energía a la carga 46. Si el inversor 50 ha estado suministrando energía junto con la red 28 pública, puede continuar suministrando energía a la misma frecuencia. Si el inversor 50 estaba cargando la batería 42, puede cambiar la operación para extraer energía de la batería 42 y suministrar energía a la carga 46 a una frecuencia deseada (por ejemplo, 60 Hz) y en un ángulo de fase arbitrario ya que inicialmente funciona de forma independiente de cualquier otra fuente de energía.

Una vez que el sistema 10 generador ha completado una secuencia de arranque inicial, puede comenzar a suministrar energía a la carga 46. Como es sabido, la frecuencia de la tensión alterna 26 a la salida del sistema 10 generador depende del número de polos y de la velocidad de rotación del rotor 24 que corresponde, a su vez, a la velocidad del motor 12. Se observa que durante las operaciones transitorias el motor 12 del sistema 10 generador no funciona a una velocidad constante fija, sino que se desviará, y puede desviarse significativamente, de la velocidad síncrona cuando cambie la magnitud de la carga 46. En otras palabras, cuando se requiere corriente adicional del alternador 20 por una carga 46, la velocidad del motor disminuirá momentáneamente mientras intenta aumentar la potencia de salida. Por el contrario, cuando la corriente requerida del alternador 20 por una carga 46 disminuye, el motor la

velocidad aumentará momentáneamente mientras intenta reducir la potencia de salida. Los cambios en la magnitud de la carga 46, por lo tanto, dan como resultado variaciones en la velocidad del motor 12, lo que a su vez da como resultado variaciones en la frecuencia y la tensión a la salida del alternador 20.

5 El interruptor 40 de transferencia se controla para conectar alternativamente la red 28 pública, en una primera posición, o el sistema 10 generador, en una segunda posición, a la carga 46. Se contempla que el interruptor 40 de transferencia puede ser un solo interruptor que transfiere simultáneamente cada uno de los conductores 41 eléctricos a la carga 46 con la red 28 pública o el sistema 10 generador. Opcionalmente, el interruptor 40 de transferencia puede incluir múltiples interruptores operados en un orden predeterminado para transferir cada uno de los conductores 41 eléctricos a la carga 46 en un orden secuencial. El interruptor 40 de transferencia puede incluir un sensor configurado para  
10 monitorear el funcionamiento de la red 28 pública, y el interruptor 40 de transferencia puede configurarse para cambiar automáticamente entre la primera y la segunda posición según el estado de la red 28 pública. Opcionalmente, el interruptor 40 de transferencia puede incluir una entrada configurada para recibir un comando para cambiar entre la primera y la segunda posición. El comando puede ser generado por el sistema 10 generador, el inversor 50 o un controlador externo.

15 De acuerdo con la realización que se muestra en la figura 1, el inversor 50 puede configurarse para controlar la operación del interruptor 40 de transferencia. El inversor 50 proporciona energía a la carga 46 a una frecuencia deseada. Opcionalmente, si la red 28 pública está presente, el inversor 50 puede controlar la carga de la batería utilizando energía de la red 28 pública. Cuando falla la red 28 pública, el inversor 50 puede monitorear la tensión 26 de salida del sistema 10 generador a través de un sensor de tensión y/o corriente 44 o recibir una señal de entrada del sistema 10 generador que indica que el sistema generador ha completado su operación inicial rampa arriba. El  
20 inversor 50 también recibe una señal 32 de posición en una entrada 53 correspondiente a una posición angular del rotor 24 del alternador 20. El inversor 50 ajusta el ángulo de fase de la tensión 60 de salida producido por el inversor 50 de modo que esté sincronizado con la posición angular del rotor 24. Una vez que el inversor 50 está generando una tensión 60 de salida sincronizado con la tensión 26 de CA del sistema 10 generador, el inversor 50 puede enviar una señal de control al interruptor 40 de transferencia de modo que el interruptor 40 de transferencia conecte el sistema 10 generador a la carga 46. Con referencia a la figura 3, la tensión 26 de CA del sistema 10 generador y la tensión 60 de salida del inversor 50 están sincronizados entre sí y pueden proporcionarse en paralelo a la carga 46. Se contempla además que el inversor 50 puede controlarse para compensar el ángulo de la tensión 60 de salida producido por el  
25 inversor 50 para controlar el reparto de la carga 46 entre el inversor 50 y el sistema 10 generador. De manera similar, el inversor 50 puede controlar el ángulo de la tensión 60 de salida para hacer que la corriente fluya hacia el inversor para cargar la batería 42 con la energía suministrada por el sistema 10 generador.

Sin embargo, como se indicó anteriormente, la frecuencia de salida de la tensión 26 de CA generada por el sistema 10 generador está sujeta a fluctuaciones, por ejemplo, debido a pulsaciones de par y/o variaciones de carga. El inversor 50 usa la señal de posición para ajustar el ángulo de fase de la tensión 60 de salida de modo que permanezca  
35 sincronizado con las fluctuaciones de la tensión 26 de CA generada por el sistema 10 generador. Con referencia a la figura 4, la tensión 26 de CA se ilustra aumentando en frecuencia y el inversor 50 compensando en consecuencia. En el inicio 70 del gráfico, las dos tensiones 26, 60 están sincronizadas. El sistema 10 generador recibe una perturbación que hace que aumente la frecuencia de la tensión 26 de CA. En el punto 72 medio del gráfico, existe un error 80 en el ángulo de fase entre la tensión 26 de CA y la tensión 60 de salida. El inversor 50 comienza a compensar el error 80 de manera que el ángulo de fase de la tensión 60 de salida cambia y, a su vez, la frecuencia de la tensión 60 de salida cambia para coincidir con la frecuencia de la tensión 26 de CA. Al final 74 del gráfico, las dos tensiones 26, 60 están nuevamente sincronizadas.

45 Debe entenderse que la invención no se limita en su aplicación a los detalles de construcción y disposiciones de los componentes expuestos en este documento. La invención es susceptible de otras realizaciones y de ser puesta en práctica o llevada a cabo de varias maneras. Las variaciones y modificaciones de lo anterior están dentro del alcance del presente conjunto de reivindicaciones. Quedándose también entendido que la invención divulgada y definida en este documento se extiende a todas las combinaciones alternativas de dos o más de las características individuales mencionadas o evidentes a partir del texto y/o los dibujos. Las realizaciones descritas en este documento explican los mejores modos conocidos para poner en práctica la invención y permitirán que otros expertos en la técnica utilicen la  
50 invención.

**REIVINDICACIONES**

1. Un procedimiento para controlar el funcionamiento de un inversor que tiene una salida configurada para conectarse en paralelo con una salida de un generador monofásico, en el que el generador monofásico incluye un estator y un rotor, comprendiendo el procedimiento las etapas de:

5 recibir una señal de entrada en el inversor, correspondiendo la señal de entrada a una posición angular del rotor en el generador monofásico; y  
 ejecutar una rutina de modulación en el inversor para generar una tensión de corriente alterna (CA), que tiene un ángulo de fase, en la salida del inversor,  
 10 en el que la rutina de modulación recibe la señal de entrada correspondiente a la posición angular del rotor y sincroniza el ángulo de fase de la tensión de CA con la posición angular del rotor,  
 en el que el inversor está configurado para ejecutar la rutina de modulación en un primer modo operativo y en un segundo modo operativo y en el que durante el primer modo operativo, el inversor ejecuta la rutina de modulación independientemente de la señal de entrada y durante el segundo modo operativo, el inversor ejecuta la rutina de modulación para sincronizar el ángulo de fase de la tensión de CA con la posición angular del rotor, en el que el  
 15 procedimiento comprende además la etapa inicial de conectar un sensor de posición angular a un árbol del generador, en el que el sensor de posición angular genera la señal de entrada al inversor.

2. El procedimiento de la reivindicación 1 que comprende además las etapas de:

medir una de una tensión y una corriente de la salida del generador monofásico; y  
 20 proporcionar la tensión o la corriente medidas como entrada al inversor, en el que las señales de tensión o corriente medidas se utilizan para generar una señal de posición estimada del rotor.

3. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el generador monofásico es accionado por un motor que tiene al menos un cilindro y en el que una señal correspondiente a una señal de disparo para cada uno de los cilindros se utiliza además como señal de entrada al inversor y en el que la señal de disparo se genera cuando el pistón está en la parte superior de su carrera.

25 4. El procedimiento de la reivindicación 3, en el que un interruptor conecta y desconecta selectivamente la salida del inversor con la salida del generador monofásico en el que el inversor se ejecuta inicialmente en el primer modo de funcionamiento con el interruptor desconectando la salida del inversor de la salida del generador monofásico, comprendiendo además el procedimiento las etapas de:

30 recibir una señal de retroalimentación en el inversor correspondiente al generador monofásico que genera una tensión de CA en una magnitud deseada y una frecuencia deseada;  
 hacer la transición del inversor del primer modo operativo al segundo modo operativo; y  
 cuando el ángulo de fase a la salida del inversor está sincronizado con la posición angular del rotor, generando una señal de control para que el interruptor conecte la salida del inversor con la salida del generador monofásico.

35 5. Un sistema para sincronizar una tensión de salida por un inversor con una tensión generada por un generador monofásico, comprendiendo el sistema:

el generador monofásico que incluye:  
 un motor que tiene un árbol girado por la operación del motor, y  
 un alternador que incluye un rotor acoplado operativamente al árbol y un estator que tiene un devanado, en el que el rotor gira mediante la rotación del árbol y  
 40 en el que la tensión se genera en el devanado en función de la rotación del rotor; y  
 el inversor incluyendo:

una entrada configurada para recibir una señal de entrada correspondiente a una posición angular del rotor, y un procesador configurado para ejecutar una rutina de modulación, en el que la rutina de modulación recibe la señal de entrada correspondiente a la posición angular del rotor y sincroniza un ángulo de fase de la tensión de salida del inversor con la posición angular del rotor  
 45 en el que el inversor está configurado para ejecutar la rutina de modulación en un primer modo operativo y en un segundo modo operativo y en el que durante el primer modo operativo, el inversor ejecuta la rutina de modulación independientemente de la señal de entrada y durante el segundo modo operativo, el inversor ejecuta la rutina de modulación para sincronizar el ángulo de fase de la tensión de CA con la posición angular del rotor, en el que el sistema comprende además un sensor de posición angular acoplado operativamente al rotor y configurado para generar una señal de posición correspondiente a la posición angular del rotor,  
 50 en el que la señal de posición del sensor de posición angular está operativamente conectada a la entrada del inversor.

6. El sistema de la reivindicación 5, que comprende además al menos un sensor configurado para generar una señal de tensión correspondiente a una amplitud de la tensión generada en el devanado, en el que la señal de tensión está operativamente conectada a la entrada del inversor.

7. El sistema de la reivindicación 5, en el que el motor incluye al menos un cilindro y al menos una señal de salida, en el que la al menos una señal de salida corresponde a una señal de encendido para cada uno de los cilindros y la al menos una señal de salida está conectada operativamente a la entrada del inversor.
- 5 8. El sistema de la reivindicación 5 en el que la salida de tensión del inversor y la tensión generada por el generador monofásico se proporcionan en paralelo a al menos una carga eléctrica, comprendiendo el sistema además un interruptor configurado para conectar y desconectar selectivamente la tensión generada por el generador monofásico con al menos una carga eléctrica.
9. El sistema de la reivindicación 5, en el que el inversor incluye, además:
- 10 una segunda entrada configurada para recibir una segunda señal de entrada que indica que el generador monofásico está generando la tensión en una magnitud deseada y una frecuencia deseada; y una salida conectada operativamente al interruptor, en el que la salida proporciona una señal de control para conectar y desconectar selectivamente la tensión generada por el generador monofásico en función de la segunda señal de entrada.



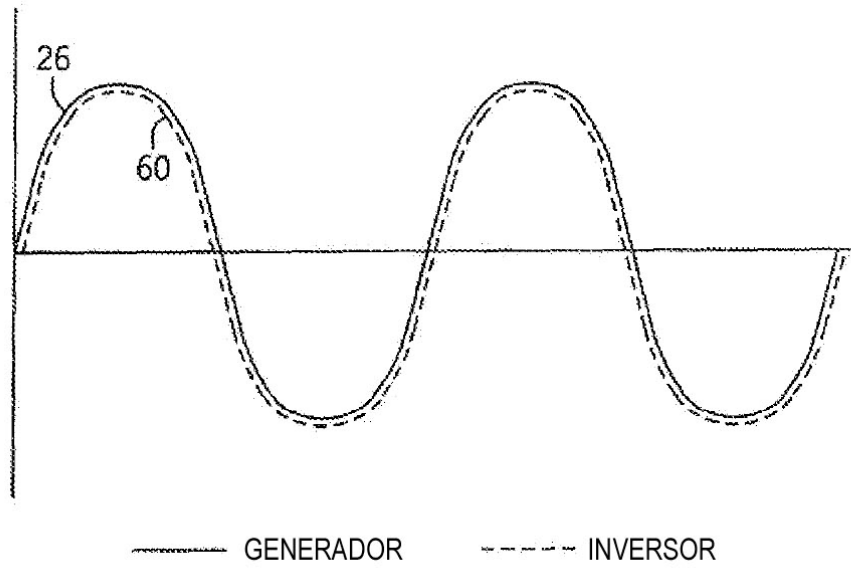


FIG. 3

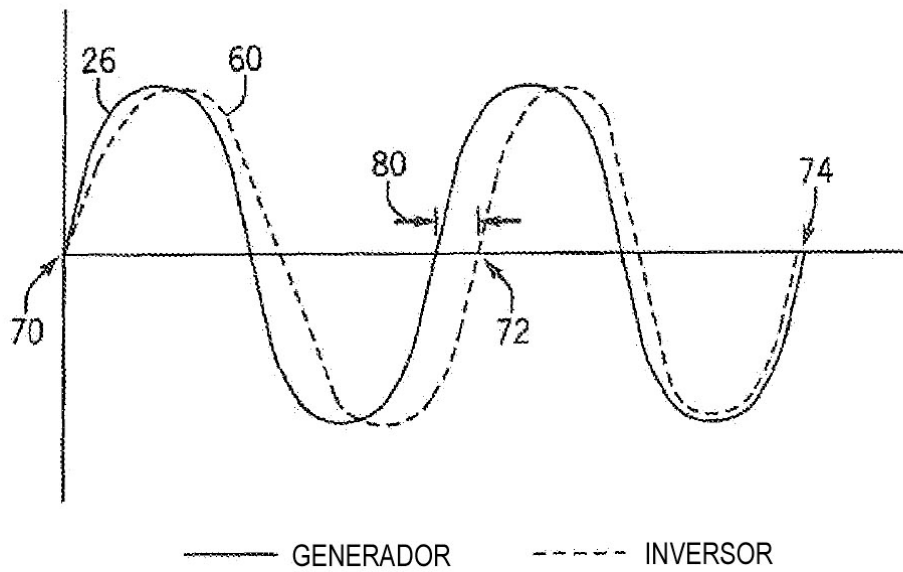


FIG. 4