

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 551 895**

51 Int. Cl.:

**H02P 1/46** (2006.01)  
**G01R 31/34** (2006.01)  
**G01R 15/00** (2006.01)  
**H02P 9/00** (2006.01)  
**H02P 9/08** (2006.01)  
**H02P 6/18** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.12.2008 E 08878578 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.10.2015 EP 2357723**

54 Título: **Dispositivo de arranque de máquina síncrona**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**24.11.2015**

73 Titular/es:

**TOSHIBA MITSUBISHI-ELECTRIC INDUSTRIAL  
SYSTEMS CORPORATION (100.0%)  
13-16, Mita 3-chome  
Minato-ku, Tokyo 108-0073, JP**

72 Inventor/es:

**TAMAI, SHINZO;  
FUJII, YOSUKE;  
ANDO, AKINOBU y  
HOSOKAWA, YASUHIKO**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

ES 2 551 895 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**

Dispositivo de arranque de máquina síncrona

**5 SECTOR TÉCNICO**

La presente invención se refiere a un dispositivo de arranque de máquina síncrona, y más particularmente a un dispositivo de arranque de máquina síncrona que detecta la posición de un rotor de una máquina síncrona.

**ANTECEDENTES**

10 Se han desarrollado dispositivos de arranque de máquina síncrona para el arranque de máquinas síncronas tales como generadores y motores. Convencionalmente, un dispositivo de arranque de máquina síncrona utiliza un distribuidor mecánico que detecta la posición de un rotor de una máquina síncrona, por ejemplo, mediante un interruptor de proximidad. No obstante, el distribuidor mecánico es frágil y es susceptible de ruido debido a una gran cantidad de cableado.

15 La patente japonesa de Laying-Open N° 2006-271038 (Documento de Patente 1) describe un ejemplo de un dispositivo de arranque de máquina síncrona para eliminar la necesidad de tal distribuidor mecánico. Específicamente, este dispositivo de arranque de generador síncrono incluye un convertidor comunicado externamente formado por dispositivos comunicados externamente tales como tiristores y un inversor comunicado externamente formado por dispositivos comunicados externamente tales como tiristores para convertir la energía de CC (corriente continua) obtenida del convertidor en energía de CA (corriente alterna) obtenida del inversor. Entonces, el dispositivo de arranque de generador síncrono incluye un detector de tensión de CA que detecta la tensión de un terminal de armadura del generador síncrono, un detector de corriente CA que detecta la corriente de salida del inversor suministrada desde el inversor a una armadura del generador síncrono, un circuito de operación de la tensión de inducción que calcula una componente en fase y una componente en cuadratura con respecto a una primera fase de referencia, de la tensión de inducción inducida en un arrollamiento de armadura del generador síncrono por la corriente de campo del generador síncrono a partir del valor de detección de la corriente CA del inversor del detector de la corriente de salida y de un primer valor estimado de la velocidad de giro del generador síncrono, y un circuito PLL que proporciona una segunda fase de referencia y un segundo valor estimado de la velocidad de giro del generador síncrono, de manera que la componente ortogonal de la primera fase de referencia de la tensión de inducción del circuito de operación de la tensión de inducción es cero. Entonces, el dispositivo de arranque de generador síncrono genera un impulso de puerta del inversor en un ángulo avanzado de control predeterminado sobre la base de la segunda salida de fase de referencia del circuito PLL y, además, introduce la segunda fase de referencia en la primera fase de referencia del circuito de operación de la tensión de inducción e introduce el segundo valor estimado de la velocidad de giro del generador síncrono en el primer valor estimado de la velocidad de giro del generador síncrono del circuito de operación de la tensión de inducción. Documento de Patente 1: Patente japonesa de Laying-Open N° 2006-271038.

**DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION****40 PROBLEMAS A SER RESUELTOS POR LA INVENCION**

La tensión proporcionada a la armadura de una máquina síncrona en el momento del arranque es tan pequeña como, por ejemplo, una milésima de una tensión nominal en funcionamiento estacionario. Por lo tanto, con la configuración descrita en el Documento de Patente 1, resulta difícil detectar la tensión proporcionada a la armadura de la máquina síncrona con una precisión elevada en el momento del arranque, y detectar con precisión la posición del rotor, de manera que la máquina síncrona en ocasiones no puede ser arrancada de manera estable.

Por lo tanto, un objeto de la presente invención es proporcionar un dispositivo de arranque de máquina síncrona capaz de arrancar de manera estable una máquina síncrona.

**50 MEDIOS DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS**

Un dispositivo de arranque de máquina síncrona de acuerdo con un aspecto de la presente invención incluye: una unidad de conversión de energía para convertir la energía suministrada en energía de CA y suministrar la energía de CA desde la unidad de conversión de energía a la máquina síncrona; una unidad de detección de tensión de CA para detectar la tensión de CA suministrada a la armadura de la máquina síncrona a través de la línea de energía eléctrica; una unidad de detección de la posición del rotor para detectar una posición del rotor de la máquina síncrona, sobre la base de la tensión de CA detectada, y una unidad de control de la conversión de energía para controlar a la unidad de conversión de energía, sobre la base de la posición del rotor detectada. La unidad de detección de tensión de CA tiene un primer extremo de salida y un segundo extremo de salida aislados de la línea de energía eléctrica, transforma la tensión de CA suministrada a través de la línea de energía eléctrica en una primera relación para proporcionar la tensión transformada desde el primer extremo de salida, y transforma la tensión de CA suministrada a través de la línea de energía eléctrica en una segunda relación, y limita la tensión transformada a un valor de tensión positiva prescrito o inferior y a un valor de tensión negativa prescrito o superior para la salida del segundo extremo de salida. El dispositivo de arranque de máquina síncrona incluye además una unidad de selección de tensión detectada para seleccionar una de la tensión recibida desde el primer extremo de

salida y la tensión recibida desde el segundo extremo de salida, y proporcionar la seleccionada a la unidad de detección de la posición del rotor.

Preferiblemente, la unidad de detección de tensión de CA tiene un primer extremo de salida y un segundo extremo de salida aislados de la línea de energía eléctrica, reduce la tensión de CA suministrada a través de la línea de energía eléctrica en una primera relación para proporcionar la tensión reducida desde el primer extremo de salida, y reduce la tensión de CA suministrada a través de la línea de energía eléctrica en una segunda relación y, después, limita la tensión reducida a un valor de tensión positiva prescrito o inferior y a un valor de tensión negativa prescrito o superior para proporcionar desde el segundo extremo de salida.

Preferiblemente, la unidad de detección de tensión de CA incluye un transformador de tensión que incluye una bobina de primario acoplada a la línea de energía eléctrica y una bobina de secundario acoplada como el primer extremo de salida a la unidad de selección de tensión detectada, y un circuito de conversión de tensión que tiene un extremo de entrada acoplado a la línea de energía eléctrica y el segundo extremo de salida aislado del extremo de entrada y acoplado a la unidad de selección de tensión detectada, para transformar la tensión en el extremo de entrada y después limitar la tensión transformada a un valor de tensión positiva prescrito o inferior y a un valor de tensión negativa prescrito o superior para proporcionar desde el segundo extremo de salida.

Preferiblemente, la unidad de detección de tensión de CA incluye un primer transformador de tensión que incluye una bobina de primario acoplada a la línea de energía eléctrica y una bobina de secundario, un segundo transformador de tensión que incluye una bobina de primario acoplada a la bobina de secundario del primer transformador de tensión y una bobina de secundario acoplada como el primer extremo de salida a la unidad de selección de tensión detectada, y un circuito de fijación acoplado a la bobina de secundario del primer transformador de tensión, y que tiene el segundo extremo de salida acoplado a la unidad de selección de tensión detectada, para limitar la tensión de la bobina de secundario a un valor de tensión positiva prescrito o inferior y a un valor de tensión negativa prescrito o superior para proporcionar desde el segundo extremo de salida.

#### EFFECTOS DE LA INVENCION

De acuerdo con la presente invención, una máquina síncrona puede ser arrancada de manera estable.

#### BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

La Figura 1 es un diagrama que muestra una configuración de un dispositivo de arranque de máquina síncrona de acuerdo con una primera realización de la presente invención.

La Figura 2 es un diagrama que muestra con detalle una configuración de un detector 8 de tensión de CA y de su circuito periférico.

La Figura 3 es un diagrama que muestra una configuración de un dispositivo de arranque de máquina síncrona de acuerdo con una segunda realización de la presente invención.

#### DESCRIPCION DE LOS SIGNOS DE REFERENCIA

1 convertidor, 2 inversor, 3 reactor de CC, 8, 58 detector de tensión de CA, 9 detector de corriente CA, 11 unidad de detección de la posición del rotor, 12 operador de onda sinusoidal de referencia, 13 generador de impulsos de puerta, 14 circuito de control  $\beta$ , 19 unidad de control de inversor (unidad de control de conversión de energía), 51 unidad de selección de tensión detectada, 61, 62 DCVT, 71 unidad de conversión de energía, 101, 102 dispositivo de arranque de máquina síncrona, CB placa de control (Control Board, en inglés), LN línea de energía eléctrica, VT1, VT2 transformador de tensión, L1, L3, L5, L7 bobina de primario, L2, L4, L6, L8 bobina de secundario, CP1, CP2 circuito de fijación, R1, R2, R3, R4, R5, R6 resistor, ZD1, ZD2, ZD3, ZD4 diodo Zener.

#### MEJORES MODOS DE REALIZACION DE LA INVENCION

En lo que sigue, se describirán realizaciones de la presente invención con referencia a las figuras. Debe observarse que las partes iguales o correspondientes de las figuras se denotan con los mismos signos de referencia, y no se repetirá una descripción de los mismos.

##### <Primera realización>

La Figura 1 es un diagrama que muestra una configuración de un dispositivo de arranque de máquina síncrona de acuerdo con una primera realización de la presente invención.

En referencia a la Figura 1, un dispositivo de arranque de máquina síncrona 101 incluye una unidad de conversión de energía 71, una detector de tensión de CA 8, un detector de corriente CA 9, una unidad de detección de la posición del rotor 11 y una unidad de control de inversor (unidad de control de conversión de energía) 19. La unidad de conversión de energía 71 incluye un convertidor 1, un inversor 2 y un reactor de CC 3. La unidad de control de inversor 19 incluye un operador de onda sinusoidal de referencia 12, un generador de impulsos de puerta 13 y un circuito de control  $\beta$  14.

Una máquina síncrona 4 y un motor M están conectados entre sí por medio de un eje SH (SHaft, en inglés). La máquina síncrona 4 es, por ejemplo, un generador síncrono o un motor síncrono y tiene una armadura y un rotor. El motor M gira a una velocidad prescrita cuando la máquina síncrona 4 está en reposo. La velocidad de giro es baja,

- 5 por ejemplo, algunas rpm. En contraste, la velocidad de giro en operación normal es 3000 rpm a 3600 rpm. Por lo tanto, la tensión aplicada a la armadura de la máquina síncrona 4 en el momento del arranque es tan extremadamente pequeña como una milésima de la operación estacionaria, como se ha descrito anteriormente, y es difícil de detectar de manera precisa, en parte porque la tensión de detección por parte del detector de tensión de CA 8 está a menudo distorsionada.
- El convertidor 1 está formado por un elemento tal como un tiristor, y convierte energía de CA de una fuente de alimentación de CA e1 en energía de CC.
- 10 El inversor 2 está formado por un elemento tal como un tiristor y convierte la energía de CC obtenida del convertidor 1 en energía de CA para su suministro a la armadura de la máquina síncrona 4, activando con ello la máquina síncrona 4.
- 15 El convertidor 1 y el inversor 2 están conectados entre sí por medio del reactor de CC 3. El lado de CA del inversor 2 está conectado a la armadura del generador 4.
- El detector de tensión de CA 8 detecta la tensión de CA trifásica suministrada a la armadura del generador 4, y proporciona valores de detección de tensión V1, V2, V3 a la unidad de detección de la posición del rotor 11.
- 20 El detector de corriente de CA 9 detecta la corriente de CA trifásica suministrada a la armadura del generador 4 y proporciona valores de detección I1, I2, I3 a la unidad de detección de la posición del rotor 11.
- 25 La unidad de detección de la posición del rotor 11 detecta la posición del rotor (fase) del generador 4, basándose en los valores de detección recibidos desde el detector de tensión de CA 8 y el detector de corriente CA 9, y proporciona una señal de posición del rotor POS a la unidad de control del inversor 19 para indicar la posición del rotor del generador 4.
- 30 La unidad de control del inversor 19 controla al inversor 2 sobre la base de la señal de posición del rotor POS recibida de la unidad de detección de la posición del rotor 11.
- Una unidad de control del inversor 19, denominada operador de onda sinusoidal de referencia 12 proporciona una onda sinusoidal de referencia  $\sin \phi$  basada en la señal de posición POS recibida de la unidad de detección de la posición del rotor 11.
- 35 El circuito de control  $\beta$  14 calcula y proporciona un valor de control del ángulo avanzado de control  $\beta$  al generador de impulsos de puerta 13.
- El generador de impulsos de puerta 13 proporciona un impulso de puerta al elemento del inversor 2, sobre la base de la onda sinusoidal de referencia  $\sin \phi$  recibida del operador de onda sinusoidal de referencia 12 y un valor de control del ángulo avanzado de control  $\beta$  recibido del circuito de control  $\beta$  14.
- 40 La Figura 2 es un diagrama que muestra con detalle una configuración del detector de tensión de CA 8 y de su circuito periférico.
- 45 En referencia a la Figura 2, el dispositivo de arranque de máquina síncrona 101 incluye además una unidad de selección de la tensión detectada 51, una plaza de control CB y una línea de energía eléctrica LN. La unidad de selección de tensión detectada 51 y la unidad de detección de la posición del rotor 11 están montadas en la placa de control CB. El detector de tensión de CA 8 incluye transformadores de tensión VT, VT2 y DCVT (Transformador de tensión de corriente continua – Direct Current Voltage Transformer, en inglés) 61, 62. El transformador de tensión VT1 incluye las bobinas de primario L1, L3 y las bobinas de secundario L2, L4. El transformador VT2 incluye las bobinas de primario L5, L7 y las bobinas de secundario L6, L8.
- 50 En el transformador de tensión VT1, de las tres fases de la tensión de CA suministrada a la armadura del generador 4, la tensión de CA entre la fase U y la fase V y la tensión de CA entre la fase V y la fase W se transforman a una relación de transformador prescrita, y las tensiones de CA transformadas son inducidas en las bobinas de secundario L2, L4.
- 55 En el transformador de tensión VT2, las tensiones de CA inducidas en el transformador de tensión VT2 son transformadas a una relación de transformador prescrita e inducidas en las bobinas de secundario L6, L8, y las tensiones inducidas son a continuación aplicadas a la unidad de selección de tensión detectada 51.
- 60 Por ejemplo, en operación en modo estacionario del generador 4, la tensión de CA de 3,6 kV se aplica al lado primario del transformador de tensión VT1, es decir, a la línea de energía eléctrica LN. La tensión de CA de 3,6 kV es reducida a la tensión de CA de 100 V, la cual se proporciona desde el lado secundario del transformador de tensión VT1, y la tensión de CA de 100 V es reducida a la tensión de CA de algunos V, la cual se proporciona desde el lado secundario del transformador de tensión VT2.
- 65

Por lo tanto, si el rango de tensión manejado en la placa de control CB es, por ejemplo  $\pm 10$  V, la unidad de detección de la posición del rotor 11 puede reconocer correctamente el suministro a la armadura del generador 4.

5 La DCVT 61 tiene un extremo de entrada conectado a la línea de energía eléctrica LN y un extremo de salida aislado del extremo de entrada y conectado a la unidad de selección de tensión detectada 51. La DCVT 61 aísla la tensión en el extremo de entrada, transforma la tensión en el extremo de entrada apropiadamente y, a continuación, limita la tensión transformada a un valor de tensión positiva prescrito o inferior y a un valor de tensión negativa prescrito o superior para suministrar desde el extremo de salida a la unidad de selección de tensión detectada 51. Más específicamente, la DCVT 61 incluye un circuito de aislamiento de transformador no mostrado que transmite la tensión de CA entre la fase U y la fase V, de las tres fases de la tensión de CA suministrada a la armadura del generador 4, del lado primario al lado secundario, y un circuito de fijación no mostrado que limita la tensión de CA transmitida por el circuito de aislamiento del transformador a un valor de tensión positiva prescrito o inferior y a un valor de tensión negativa prescrito o superior.

15 La DCVT 62 tiene un extremo de entrada conectado a la línea de energía eléctrica LN y un extremo de salida aislado del extremo de entrada y conectado a la unidad de selección de tensión detectada 51. La DCVT 62 aísla la tensión en el extremo de entrada, transforma la tensión en el extremo de entrada apropiadamente y, a continuación, limita la tensión transformada a un valor de tensión positiva prescrito o inferior y a un valor de tensión negativa prescrito o superior. Más específicamente, la DCVT 62 incluye un circuito de aislamiento de transformador no mostrado que transmite la tensión de CC entre la fase V y la fase W, de las tres fases de la tensión de CA suministrada a la armadura del generador 4, de la bobina del lado primario a la bobina del lado secundario, y un circuito de fijación no mostrado que limita la tensión de CA transmitida por el circuito de aislamiento del transformador a un valor de tensión positiva prescrito o inferior y a un valor de tensión negativa prescrito o superior.

25 Por ejemplo, la DCVT 61 y 62 incluyen cada una un circuito de fijación que acopla una tensión de salida superior a 10 V a 10 V. En el momento de arranque del generador 4, la tensión de CA de algunos V a varios cientos de V se aplica a los extremos de entrada de la DCVT 61 y 62, es decir, a la línea de energía eléctrica LN, y una tensión de CA reducida a algunos V o menos se proporciona en los extremos de salida de la tensión de CA 61 y 62. Durante la aceleración, y después en operación en modo estacionario del generador 4, se aplica la tensión de CA de algunos kV a los extremos de entrada de la DCVT 61 y 62, es decir, a la línea de energía eléctrica LN, la tensión de CA de algunos kV es reducida y la tensión superior a  $\pm 10$  V se fija también para ser proporcionada en los extremos de salida de la DCVT 61 y 62.

35 De acuerdo con esto, la tensión en el momento de arranque del generador 4 se transmite a la unidad de detección de la posición del rotor 11 a un nivel lo más alto posible dentro del rango de tensión manejado en la placa de control CB, de manera que la precisión de la detección de la unidad de detección de la posición del rotor 11 puede mejorar. Además, durante la aceleración y la operación en modo estacionario, cuando se ha completado el arranque del generador 4, la tensión suministrada a la armadura del generador 4 aumenta por encima del rango de tensión manejado en la placa de control CB.

No obstante, el circuito de fijación de DCVT impide la aplicación de una sobretensión y un fallo del circuito en la placa de control CB.

45 La unidad de selección de tensión detectada 51 selecciona una de las tensiones recibidas desde el transformador de tensión VT2 y la tensión recibida desde la DCVT 61 y 62, y proporciona la seleccionada a la unidad de detección de la posición del rotor 11. Más específicamente, en el momento del arranque del generador 4, por ejemplo, cuando la velocidad de giro del rotor del generador 4 es inferior a un valor prescrito, la unidad de selección de tensión detectada 51 selecciona y proporciona la tensión recibida desde la DCVT 61 y 62 a la unidad de detección de la posición del rotor 11. Por otro lado, por ejemplo, cuando la magnitud de la tensión terminal del generador 4 alcanza un valor prescrito o superior debido a la aceleración del generador 4, o cuando la velocidad de giro del rotor del generador 4 alcanza un valor prescrito o superior, la unidad de selección de tensión detectada 51 selecciona y proporciona la tensión recibida del transformador de tensión VT2 a la unidad de detección de la posición del rotor 11.

55 Con tal configuración, en el momento del arranque cuando el nivel de la tensión de CA suministrada a la armadura del generador 4 es extremadamente pequeño, la tensión de CA de nivel bajo puede ser transmitida a la unidad de detección de la posición del rotor 11 por la DCVT 61 y 62 sin que se reduzca excesivamente y provoque el deterioro de la precisión de la detección.

60 En operación en modo estacionario, durante la cual el nivel de la tensión de CA suministrada a la armadura del generador 4 es grande, la tensión de CA de nivel alto puede ser reducida apropiadamente por los transformadores de tensión VT1 y VT2 para ser transmitida a la unidad de detección de la posición del rotor 11. Además, puesto que la tensión de CA de nivel alto es fijada y transmitida a la unidad de detección de la posición del rotor 11 por la DCVT 61 y 62, puede evitarse la aplicación de un nivel de tensión excesivamente alto a los circuitos montados en la placa de control CB.

Por lo tanto, el dispositivo de arranque de máquina síncrona de acuerdo con la primera realización de la presente invención puede detectar la tensión suministrada a la armadura del generador 4 en el momento del arranque con una precisión elevada, y puede detectar correctamente la posición del rotor del generador 4, arrancando con ello el generador 4 de manera estable.

5 En el dispositivo de arranque de máquina síncrona de acuerdo con la primera realización de la presente invención, la unidad de detección de tensión de CA 8 está configurada para incluir los transformadores de tensión VT1 y VT2, así como los DCVT 61 y 62. No obstante, la presente invención no está limitada a esto. Puede emplearse cualquier  
10 circuito, siempre que la unidad de detección de tensión de CA 8 tenga un primer extremo de salida y un segundo extremo de salida aislados de la línea de energía eléctrica LN, transforme la tensión de CA suministrada a través de la línea de energía eléctrica LN a una relación de transformador prescrita para proporcionar la tensión transformada desde el primer extremo de salida a la unidad de selección de tensión detectada 51, y transforme la tensión de CA suministrada a través de la línea de energía eléctrica LN a una relación de transformador prescrita, y limite después  
15 la tensión transformada a un valor de tensión positiva prescrito o inferior y a un valor de tensión negativa prescrito o superior para la salida desde el segundo extremo de salida a la unidad de selección de tensión detectada 51.

La unidad de detección de tensión de CA 8 mostrada en la Figura 2 está configurada para detectar la tensión de CA entre la fase U y la fase V y la tensión de CA entre la fase V y la fase W, de las tres fases de la tensión de CA suministrada a la armadura del generador 4. Si se detectan las tensiones de CA de estas dos fases, la tensión de CA entre la fase W y la fase U puede obtenerse mediante un cálculo.

En el dispositivo de arranque de máquina síncrona de acuerdo con la primera realización de la presente invención, la unidad de conversión de energía 71 está configurada para incluir un convertidor 1, un inversor 2 y un reactor de CC 3. No obstante, la presente invención no está limitada a esto. La unidad de conversión de energía 71 puede ser, por  
25 ejemplo, un convertidor matricial, en lugar del convertidor 1, el inversor 2 y el reactor de CC 3, siempre que esté configurada para incluir un circuito que convierta la energía suministrada en energía de CA y que suministre la energía de CA a la armadura de la máquina síncrona 4.

Se describirá ahora otra realización de la invención utilizando los dibujos. Debe observarse que en las figuras, las partes iguales o correspondientes se denotan con los mismos signos de referencia, y no se repetirá una descripción de las mismas.

<Segunda realización>

La presente realización se refiere a un dispositivo de arranque de máquina síncrona que difiere del dispositivo de arranque de máquina síncrona de acuerdo con la primera realización en que se elimina un circuito de alta tensión. Excepto por la descripción que se da a continuación, es similar al dispositivo de arranque de máquina síncrona de acuerdo con la primera realización.

La Figura 3 es un diagrama que muestra una configuración de un dispositivo de arranque de máquina síncrona de acuerdo con la segunda realización de la presente invención.

En referencia a la Figura 3, un dispositivo de arranque de máquina síncrona 102 difiere del dispositivo de arranque de máquina síncrona de acuerdo con la primera realización de la invención en que el detector de tensión de CA 8 es  
45 reemplazado por un detector de tensión de CA 58.

El detector de tensión de CA 58 incluye los transformadores de tensión VT1, VT2 y los circuitos de fijación CP1, CP2. El circuito de fijación CP1 incluye los resistores R1, R2, R3 y los diodos Zener ZD1, ZD2. El circuito de fijación CP2 incluye los resistores R4, R5, R6 y los diodos Zener ZD3, ZD4.

50 En el circuito de fijación CP1, el resistor R1 tiene un primer extremo conectado al primer extremo de la bobina de secundario L2 y al primer extremo de la bobina de primario L5, y un segundo extremo conectado al primer extremo del resistor R2, al cátodo del diodo Zener ZD1 y a la unidad de selección de tensión detectada 51. El resistor R3 tiene un primer extremo conectado al segundo extremo de la bobina de secundario L2 y al segundo extremo de la bobina de primario L5, y un segundo extremo conectado a un segundo extremo del resistor R2, al cátodo del diodo Zener ZD2 y a la unidad de selección de tensión detectada 51. El ánodo del diodo Zener ZD1 y el ánodo del diodo Zener ZD2 están conectados entre sí.

60 En el circuito de fijación CP2, el resistor R4 tiene un primer extremo conectado al primer extremo de la bobina de secundario L4 y al primer extremo de la bobina de primario L7, y un segundo extremo conectado al primer extremo del resistor R5, al cátodo del diodo Zener ZD2 y a la unidad de selección de tensión detectada 51. El resistor R6 tiene un primer extremo conectado al segundo extremo de la bobina de secundario L4 y al segundo extremo de la bobina de primario L7, y un segundo extremo conectado al segundo extremo del resistor R5, al cátodo del diodo Zener ZD4 y a la unidad de selección de tensión detectada 51. El ánodo del diodo Zener ZD3 y el ánodo del diodo Zener ZD4 están conectados entre sí.

65

El circuito de fijación CP1 limita la tensión de CA inducida en la bobina de secundario L2 a un valor de tensión positiva prescrito o inferior y a un valor de tensión negativa prescrito o superior para proporcionar a la unidad de selección de tensión detectada 51.

5 Más específicamente, cuando la amplitud de la tensión de CA inducida en la bobina de secundario L2 es grande, el diodo Zener ZD1 o ZD2 lleva a cabo una operación de fijación de la tensión constante, de manera que la tensión de CA inducida en la bobina de secundario L2 esté fijada a la tensión de CA de un valor de tensión positiva prescrito o inferior y de un valor de tensión negativa prescrito o superior, por ejemplo, +10 V o inferior y -10 V o superior. Además, la tensión de CA inducida en la bobina de secundario L2 se divide mediante los resistores R1, R2, R3, de manera que se evita el flujo de una corriente excesiva a través de los diodos Zener ZD1, ZD2 cuando la amplitud de la tensión de CA es grande. Además, incluso cuando la amplitud de la tensión de CA inducida a la bobina de secundario L2 es pequeña, los resistores R1, R2, R3 permiten que la tensión de CA inducida en la bobina de secundario L2 sea transmitida a la unidad de selección de tensión detectada 51.

15 El circuito de fijación CP2 limita la tensión inducida en la bobina de secundario L4 a un valor de tensión positiva prescrito o inferior y a un valor de tensión negativa prescrito o superior para proporcionar a la unidad de selección de tensión detectada 51.

20 Más específicamente, cuando la amplitud de la tensión de CA inducida en la bobina de secundario L4 es grande, el diodo Zener ZD3 o ZD4 lleva a cabo una operación de fijación de la tensión constante, de manera que la tensión de CA inducida en la bobina de secundario L4 se fija a la tensión de CA de un valor de tensión positiva prescrito o inferior y de un valor de tensión negativa prescrito o superior, por ejemplo, +10 V o inferior y -10 V o superior. Además, la tensión de CA inducida en la bobina de secundario L4 es dividida por los resistores R4, R5, R6, de manera que se evita el flujo de una corriente excesiva a través de los diodos Zener ZD3 y ZD4 cuando la amplitud de la tensión de CA es grande. Además, incluso cuando la amplitud de la tensión de CA inducida en la bobina de secundario L4 es pequeña, los resistores R4, R5, R6 permiten que la tensión de CA inducida en la bobina de secundario L4 sea transmitida a la unidad de selección de tensión detectada 51.

30 Por ejemplo, en operación en modo estacionario del generador 4, la tensión de CA de 3,6 kV es aplicada al lado primario del transformador de tensión VT1, es decir, a la línea de energía eléctrica LN, y la tensión de CA de 3,6 kV es reducida a una tensión de CA de 100 V, la cual es proporcionada desde el lado secundario del transformador de tensión VT1. En esta memoria, la tensión de CA de 100 V es aplicada a los extremos de entrada de los circuitos de fijación CP1, CP2, la tensión de CA de 100 V es dividida por los resistores, y la tensión de CA que excede  $\pm 10$  V es fijada también, y proporcionada desde los extremos de salida de los circuitos de fijación CP1, CP2. Por otro lado, en el momento del arranque del generador 4, la tensión de CA de algunos V o inferior es aplicada a los extremos de entrada del circuito de fijación CP1, CP2, y la tensión de CA dividida por los resistores es proporcionada sin cambios desde los extremos de salida de los circuitos de fijación CP1, CP2.

40 La unidad de selección de tensión detectada 51 selecciona una de las tensiones recibidas del transformador de tensión VT2 y la tensión recibida desde los circuitos de fijación CP1 y CP2, y proporciona la seleccionada a la unidad de detección de la posición del rotor 11. Más específicamente, en el momento del arranque del generador 4, por ejemplo, cuando la velocidad de giro del rotor del generador 4 es inferior a un valor prescrito, o cuando la magnitud de la tensión terminal del generador 4 es inferior a un valor prescrito, la unidad de selección de tensión detectada 51 selecciona y proporciona la tensión recibida desde los circuitos de fijación CP1, y CP2 a la unidad de detección de la posición del rotor 1. Por otro lado, en operación en modo estacionario del generador 4, por ejemplo, cuando la velocidad de giro del rotor del generador 4 es un valor prescrito o superior, la unidad de selección de tensión detectada 51 selecciona y proporciona la tensión recibida del transformador de tensión VT2 a la unidad de detección de la posición del rotor 11.

50 La otra configuración y operación es similar a la del dispositivo de arranque de máquina síncrona de acuerdo con la primera realización y, por lo tanto, no se repetirá en esta memoria una descripción detallada de la misma.

Con tal configuración, en el momento del arranque, cuando el nivel de la tensión de CA suministrada a la armadura del generador 4 es extremadamente pequeño, la tensión de CA de nivel bajo puede ser transmitida a la unidad de detección de la posición del rotor 11 por los circuitos de fijación CP1 y CP2 sin ser reducida por el transformador de tensión VT2.

60 En operación en modo estacionario, durante la cual el nivel de la tensión de CA suministrada a la armadura del generador 4 es grande, la tensión de CA de nivel alto puede ser reducida apropiadamente por los transformadores de tensión VT1 y VT2 dentro del rango de tensión manejado en la placa de control CB, y a continuación transmitida a la unidad de detección de la posición del rotor 11. Además, la tensión de nivel alto inducida en las bobinas de secundario L2 y L4 es fijada por los circuitos de fijación CP1 y CP2 y a continuación transmitida a la unidad de detección de la posición del rotor 11, de manera que se evita la aplicación de una tensión excesivamente alta a los circuitos montados en la placa de control CB.

65

Por lo tanto, el dispositivo de arranque de máquina síncrona de acuerdo con la segunda realización de la presente invención puede detectar correctamente la tensión suministrada a la armadura del generador 4, arrancándose con ello el generador 4 de manera estable.

- 5 Las realizaciones descritas en esta memoria deben entenderse como ilustrativas en lugar de ser limitativas en todos los aspectos. El alcance de la presente invención se muestra no en la descripción anterior, sino en las reivindicaciones, y pretende que todas las modificaciones que se encuentran dentro del significado y rango de equivalencia de las reivindicaciones estén abarcadas en esta memoria.



## REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de arranque de máquina síncrona que comprende:

5 una unidad de conversión de energía (71) para convertir la energía suministrada en energía de CA y suministrar la energía de CA a una armadura de una máquina síncrona (4);  
 una línea de energía eléctrica (LN) para el suministro de la citada energía de CA desde la citada unidad de conversión de energía (71) a la citada máquina síncrona (4);  
 una unidad de detección de tensión de CA (8, 58) para detectar la tensión de CA suministrada a la armadura de la citada máquina síncrona (4) a través de la citada línea de energía eléctrica (LN);  
 10 una unidad de detección de la posición del rotor (11) para detectar una posición del rotor de la citada máquina síncrona (4), sobre la base de la tensión de CA detectada;  
 una unidad de control de la conversión de energía (19) para el control de la citada unidad de conversión de energía (71) sobre la base de la posición del rotor detectada,  
 15 **caracterizado por**  
 que la citada unidad de detección de tensión de CA (8, 58) tiene un primer extremo de salida y un segundo extremo de salida aislados de la citada línea de energía eléctrica (LN), transforma la tensión de CA suministrada a través de la citada línea de energía eléctrica (LN) a una primera relación para proporcionar la tensión transformada del citado primer extremo de salida, y transforma la tensión de CA suministrada a través de la citada línea de energía eléctrica (LN) a una segunda relación y a continuación limita la tensión transformada a un valor de tensión positiva prescrito o inferior y a un valor de tensión negativa prescrito o superior para proporcionar desde el citado segundo extremo de salida; y  
 20 una unidad de selección de tensión detectada (51) para seleccionar la tensión recibida del citado primer extremo de salida cuando la velocidad de giro del rotor de la máquina síncrona (4) es un valor prescrito o superior o cuando la magnitud de la tensión terminal de la citada máquina síncrona alcanza un valor prescrito o superior debido a la aceleración de la máquina síncrona (4) y la tensión recibida desde el segundo extremo de salida cuando la velocidad de giro del rotor de la máquina síncrona (4) es inferior a un valor prescrito o cuando la magnitud de la tensión terminal de la máquina síncrona es inferior a un valor prescrito, y proporcionar la seleccionada a la citada unidad de detección de la posición del rotor (11).

2. El dispositivo de arranque de máquina síncrona de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la unidad de detección de tensión de CA (8, 58) tiene un primer extremo de salida y un segundo extremo de salida aislados de la citada línea de energía eléctrica (LN), reduce la tensión de CA a través de la citada línea de energía eléctrica (LN) a una primera relación para proporcionar la tensión reducida desde el citado primer extremo de salida, y reduce la tensión de CA suministrada a través de la citada línea de energía eléctrica (LN) a una segunda relación y a continuación limita la tensión reducida a un valor de tensión positiva prescrito o inferior y a un valor de tensión negativa prescrito o superior para proporcionar desde el citado segundo extremo de salida.

3. El dispositivo de arranque de máquina síncrona de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la citada unidad de detección de tensión de CA (8) incluye un transformador de tensión (VT1, VT2) que incluye una bobina de primario acoplada a la citada línea de energía eléctrica (LN) y una bobina de secundario acoplada como el citado primer extremo de salida a la citada unidad de selección de tensión detectada (51), y un circuito de conversión de energía (61, 62) que tiene un extremo de entrada acoplado a la citada línea de energía eléctrica (LN) y el citado segundo extremo de salida aislado del citado extremo de entrada y acoplado a la citada unidad de selección de tensión detectada (51), para transformar la tensión en el citado extremo de entrada y a continuación limitar la tensión transformada a un valor de tensión positiva prescrito o inferior y a un valor de tensión negativa prescrito o superior para proporcionar desde el citado segundo extremo de salida.

4. El dispositivo de arranque de máquina síncrona de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la citada unidad de detección de tensión de CA (58) incluye un primer transformador de tensión (VT1), que incluye una bobina de primario acoplada a la citada línea de energía eléctrica (LN) y una bobina de secundario, un segundo transformador de tensión (VT2), que incluye una bobina de primario acoplada a la citada bobina de secundario del citado primer transformador de tensión (VT1) y una bobina de secundario acoplada como el citado primer extremo de salida a la citada unidad de selección de tensión detectada (51), y un circuito de fijación (CP1, CP2) acoplado a la citada bobina de secundario del citado primer transformador de tensión (VT1) y que tiene el citado segundo extremo de salida acoplado a la citada unidad de selección de tensión detectada (51), para limitar la tensión de la citada bobina de secundario a un valor de tensión positiva prescrito o inferior y a un valor de tensión negativa prescrito o superior para proporcionar desde el citado segundo extremo de salida.

FIG.1





