

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 914 581**

51 Int. Cl.:

H02P 9/10 (2006.01)

H02P 9/30 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.09.2018** **E 18382643 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.03.2022** **EP 3621196**

54 Título: **Método de control para operar una máquina síncrona**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
14.06.2022

73 Titular/es:

INGETEAM INDAR MACHINES, S.A. (100.0%)
Barrio Altamira Pol Txara, s/n
20200 Beasain, ES

72 Inventor/es:

GARMENDIA OLARREAGA, IKER;
GALARRAGA TELLERIA, ALEXANDER y
CAMPO CABALLERO, NESTOR

74 Agente/Representante:

IGARTUA IRIZAR, Ismael

ES 2 914 581 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

Método de control para operar una máquina síncrona

5 SECTOR DE LA TÉCNICA

La presente invención se refiere a máquinas síncronas, y más particularmente a un método de control para controlar las máquinas síncronas durante regímenes transitorios.

10 ESTADO ANTERIOR DE LA TÉCNICA

Las máquinas síncronas son máquinas electromecánicas rotativas que pueden usarse como o bien motores, o bien generadores. Las máquinas síncronas se usan comúnmente como generadores que se hacen rotar por máquinas diésel, por ejemplo, u otra clase de fuentes primarias tales como vapor, gas o turbinas hidráulicas, para alimentar energía eléctrica a una red.

Las máquinas síncronas comprenden entonces un generador con dos partes mecánicas, una parte rotativa (un rotor) y una parte estacionaria (un estator), y un excitador que comprende una parte estacionaria y una parte rotativa. La parte estacionaria del excitador se alimenta con una corriente CC que induce un voltaje alterno en la parte rotativa del excitador. El voltaje alterno inducido en la parte rotativa del excitador se rectifica mediante un convertidor de potencia, y el rotor generador se alimenta con este voltaje rectificado, que induce una corriente CC en el rotor del generador.

La corriente CC produce un campo magnético con un flujo magnético que interacciona con el devanado del inducido, para inducir un voltaje de CA (corriente alterna) en el devanado del inducido. Un devanado de campo produce un campo magnético como resultado de la corriente CC que fluye a su través.

Cuando una máquina síncrona o como generador, el rotor del generador se hace rotar por una fuente principal, tal como un eje mecánico impulsado por una máquina diésel u otra clase de campo de suministro, tal como un gas, vapor o una turbina eléctrica, y la excitación del campo en el devanado de campo del rotor por la corriente de campo CC rota alrededor de la máquina a la velocidad de rotación del rotor por la fuente principal, cuando la máquina está sincronizada (en la zona de funcionamiento estable de la máquina).

Durante los regímenes transitorios dicha sincronización puede perderse, y el control sobre la máquina también puede perderse.

US2015035501A1 divulga un método de control para operar una máquina síncrona, comprendiendo la máquina un excitador conectado a un generador sincrónico y un controlador para controlar la excitación del campo de la máquina.

US996176B2 divulga que la estabilidad transitoria de una máquina síncrona está definida en gran medida por el punto de funcionamiento de la máquina en su curva de ángulo de carga, y propone un método de control que tiene esto en cuenta, para no perder el control sobre la máquina durante los regímenes transitorios. Por tanto, si el ángulo de carga determinado está dentro de la curva de ángulo de carga, se determina una situación estable.

EXPOSICIÓN DE LA INVENCION

El objeto de la invención es proporcionar un método de control para operar una máquina síncrona, tal como se define en la reivindicación independiente 1.

La máquina comprende un excitador y un generador unidos por medio de un eje principal, y el método comprende las siguientes etapas:

- predefinir un intervalo de derivada del par motor de funcionamiento estable dentro del cual se produce un funcionamiento estable de la máquina,

- realizar un cálculo o medición del par motor para el eje principal,

- calcular la derivada de dicho par motor,

- determinar si la derivada del par motor calculada está dentro del intervalo de derivada del par motor de funcionamiento estable predefinido para el eje principal y,

- si la derivada del par motor no está dentro del intervalo de derivada del par motor de funcionamiento estable predefinido, modificar el campo excitación de la máquina para llevar la derivada del par motor dentro del intervalo de derivada del par motor de funcionamiento estable predefinido.

La variación o derivada del par motor de la máquina, cuando está funcionando en una condición estable, se mantiene constante o cambia de una manera controlada. Por tanto, puede conocerse la evolución de la derivada del par motor para una máquina que funciona en una condición estable, y un intervalo de derivada del par motor de funcionamiento estable dentro del cual puede definirse, por tanto, un funcionamiento estable de la máquina. En consecuencia, puede usarse el control de la derivada del par motor de la máquina también para detectar una condición no estable de la máquina, tal como daño del acoplamiento entre la fuente principal y el generador, fallos de la fuente principal, fallos de la red o variaciones súbitas de la carga, por ejemplo, ya que puede detectarse también una condición no estable incluso cuando no está presente una sobrecorriente (el caso cuando se pierde el acoplamiento entre la fuente principal y el generador, situación en la que la corriente comprende valores estables).

Al calcular la derivada del par motor real y determinar si está dentro del intervalo de derivada del par motor de funcionamiento estable predefinido o no, puede determinarse fácilmente entonces si la máquina está funcionando en una condición estable. Si no es el caso, se modifica la excitación del campo de la máquina para intentar llevar la máquina a la condición estable.

Por tanto, con la solución propuesta se logra un modo fácil y rápido para operar la máquina en condiciones no estables, con el fin de llevarla a una condición estable.

DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La figura 1 muestra esquemáticamente una máquina donde se implementa una realización del método de la divulgación.

EXPOSICIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

El método de control está adaptado para operar una máquina síncrona como la mostrada en la figura 1. Una máquina síncrona comprende un generador con dos partes mecánicas, una parte rotativa 3 (un rotor) y una parte estacionaria 2 (un estator), y un excitador. El excitador comprende una parte rotativa 4, una parte estacionaria 5 y un convertidor de potencia 6, y dicho excitador está a cargo de producir la excitación del campo de la máquina tal como se describió anteriormente. El convertidor de potencia 6 está conectado entre la parte rotativa 4 del excitador y la parte rotativa 3 del generador.

La máquina comprende además un controlador 40, que cumple al menos las funciones de un regulador de voltaje automático (AVR) convencional. El controlador 40, por tanto, está configurado para controlar, al menos, la excitación del campo de la máquina de la máquina, actuando sobre el convertidor de potencia 6. Para ese fin, dicho controlador 40 genera señales de control CS para dicho convertidor de potencia 6. El convertidor de potencia 6 es, preferiblemente, un convertidor de potencia de tiristores, controlando dichas señales de control CS el estado de los tiristores del convertidor de potencia 6.

La parte rotativa 3 del generador se hace girar por una fuente principal externa 1, tal como un eje mecánico impulsado por una máquina diésel. La fuente principal 1 está regulada por un controlador de fuente principal 11 y dicho controlador 11 genera una referencia para la fuente principal 1 según los requisitos de la planta cuando la máquina funciona en condiciones estables. El controlador 40 está configurado para controlar el convertidor de potencia 6 con el fin de mantener la máquina sincronizada durante dichas condiciones estables.

El método comprende las siguientes etapas:

- predefinir un intervalo de derivada del par motor de funcionamiento estable dentro del cual se produce un funcionamiento estable de la máquina,

- realizar un cálculo o medición del par motor para la máquina (preferiblemente, el par motor se mide por medio de un sensor o medidor de par motor 10, pero podría también calcularse indirectamente, basándose en otras mediciones),

- calcular la derivada de dicho par motor,

- determinar si la derivada del par motor calculada está dentro del intervalo de derivada del par motor de funcionamiento estable predefinido para la máquina y,

- si la derivada del par motor no está dentro del intervalo de derivada del par motor de funcionamiento estable predefinido, modificar la excitación del campo de la máquina para llevar la derivada del par motor dentro del intervalo de derivada del par motor de funcionamiento estable predefinido.

El par motor se mide o se calcula periódicamente (según un ciclo de tiempo predefinido), calculándose

preferiblemente la derivada del par motor comparando dos mediciones o cálculos consecutivos del par motor. De esta manera, pueden detectarse rápidamente cambios súbitos del par motor, y el método puede actuar rápidamente para llevar la máquina a la condición estable. Si se calcula el par motor, pueden usarse métodos conocidos para hacerlo.

5

El intervalo aceptable para la derivada del par motor se obtiene preferiblemente de los requisitos de códigos de red y de los requisitos de la fuente principal 1. Generalmente, el código de red establece la respuesta temporal del generador y el tipo de la fuente principal 1 usada limita el par motor máximo y mínimo para el generador. Por tanto, considerando los requisitos de códigos de red y el tipo de fuente principal 1 usada, puede predefinirse el intervalo aceptable para la derivada del par motor.

10

La etapa de realizar un cálculo o medición del par motor se realiza midiendo o calculando el par motor del generador. Tal como se describe a continuación, preferiblemente, el par motor se mide usando un sensor o medidor de par motor 10.

15

La parte rotativa 4 del excitador alimenta al convertidor de potencia 6. La salida del convertidor de potencia 6 está conectada al generador (a la parte rotativa 3 del generador), estando controlado dicho convertidor de potencia 6 por señales de control CS generadas por el controlador 40. La excitación del campo de la máquina se modifica dependiendo de dichas señales de control CS, por tanto, si se determina que la derivada del par motor no está dentro del intervalo de derivada del par motor de funcionamiento estable predefinido, el propio controlador 40 adapta las señales de control CS que actúan sobre el convertidor de potencia 6, para modificar la excitación del campo de la máquina para llevar la derivada del par motor dentro del intervalo de derivada del par motor de funcionamiento estable predefinido.

20

25

Preferiblemente, tras la detección de que la derivada del par motor no está dentro del intervalo de derivada del par motor de funcionamiento estable predefinido y hasta que se supere dicha condición, el controlador 40 genera una referencia de par motor para la fuente principal 1. El controlador de fuente principal 11 está configurado para atender a la referencia que recibe según los requisitos de la planta cuando la derivada del par motor está dentro del intervalo de derivada del par motor de funcionamiento estable predefinido, y para atender a la referencia de par motor generada por el controlador 40 cuando la derivada del par motor no está dentro del intervalo de derivada del par motor de funcionamiento estable predefinido. Preferiblemente, el controlador de fuente principal 11 recibe solo la referencia de par motor del controlador 40 cuando la derivada del par motor no está dentro del intervalo de derivada del par motor de funcionamiento estable predefinido, atendiendo el controlador de fuente principal 11 a dicha referencia de par motor y no a la referencia según los requisitos de la planta, cuando recibe dicha referencia de par motor. Por tanto, el método genera la referencia de par motor para la fuente principal 1 cuando la máquina no está funcionando en una condición estable y ajusta su valor mientras que la derivada del par motor está moviéndose a lo largo del intervalo de derivada del par motor, facilitando el retorno de la máquina a la condición estable y ofreciendo un control más seguro para la máquina, lo que reduce en gran medida el riesgo de perder el control de la máquina.

30

35

40

La máquina también comprende un dispositivo de conmutación para conectarse a la red, comprendiendo dicho dispositivo de conmutación, preferiblemente, al menos un interruptor de circuito generador 9. Cuando el dispositivo de conmutación se cierra, la máquina se conecta a la red, y cuando el dispositivo de conmutación se abre, la máquina se desconecta de la red. El método comprende además la etapa de controlar el cierre y la apertura del dispositivo de conmutación por medio del controlador 40, y dicho controlador 40 está configurado para provocar la apertura del dispositivo de conmutación con el fin de desconectar la máquina de la red, cuando la máquina va a dañarse. La máquina puede dañarse debido a una sobrecorriente, deslizamiento de polos u otro fallo, y el controlador 40 está configurado para detectar al menos una de dichas situaciones y para desconectar la máquina de la red.

45

50

REIVINDICACIONES

- 5 1. Método de control para operar una máquina síncrona, comprendiendo la máquina un excitador (4, 5) conectado a un generador sincrónico (2, 3) y un controlador (40) para controlar la excitación del campo de la máquina, **caracterizado porque** el método comprende
- predefinir un intervalo de derivada del par motor de funcionamiento estable dentro del cual se produce un funcionamiento estable de la máquina,
 - 10 - realizar un cálculo o medición del par motor para la máquina,
 - calcular la derivada de dicho par motor,
 - 15 - determinar si la derivada del par motor calculada está dentro del intervalo de derivada del par motor de funcionamiento estable predefinido para la máquina y,
 - si la derivada del par motor no está dentro del intervalo de derivada del par motor de funcionamiento estable predefinido, modificar la excitación del campo de la máquina para llevar la derivada del par motor dentro del intervalo de derivada del par motor de funcionamiento estable predefinido.
 - 20
2. Método de control según la reivindicación 1, en donde el par motor se mide o se calcula periódicamente, calculándose la derivada del par motor comparando dos mediciones o cálculos consecutivos del par motor.
- 25 3. Método de control según la reivindicación 1 o 2, en donde la etapa de realizar un cálculo o medición del par motor se realiza midiendo o calculando el par motor del generador (2, 3).
4. Método de control según la reivindicación 3, en donde la etapa de realizar un cálculo o medición del par motor se lleva a cabo mediante un sensor de par motor (10), midiéndose por tanto dicho par motor.
- 30 5. Método de control según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde el excitador comprende una parte rotativa (4) y una parte estacionaria (5), alimentando la parte rotativa (4) del excitador un convertidor de potencia (6) cuya salida está conectada al generador, estando controlado dicho convertidor de potencia (6) por señales de control (CS) generadas por el controlador (40) y modificándose la excitación del campo de la máquina modificando dichas señales de control (CS).
- 35 6. Método de control según la reivindicación 5, en donde el generador de la máquina comprende una parte rotativa (3) y una parte estacionaria (2), estando conectada la salida del convertidor de potencia (6) a la parte rotativa (3) del generador.
- 40 7. Método de control según la reivindicación 5 o 6, en donde el convertidor de potencia (6) es un convertidor de potencia de tiristores.
8. Método de control según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en donde la máquina puede acoplarse a una fuente principal (1) por medio de un eje mecánico (8), y tras la detección de que la derivada del par motor no está dentro del intervalo de derivada del par motor de funcionamiento estable predefinido y durante dicha condición, el controlador (40) genera una referencia de par motor para la fuente principal (1).
- 45 9. Método de control según la reivindicación 8, en donde la referencia de par motor se envía a un controlador de fuente principal (11), y el controlador de fuente principal (11) está configurado para controlar la fuente principal (1) según dicha referencia de par motor cuando recibe dicha referencia de par motor.
- 50 10. Método de control según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en donde la máquina también comprende un dispositivo de conmutación (9) para conectarse a la red, provocando el controlador (40) la apertura del dispositivo de conmutación (9) con el fin de desconectar la máquina de la red, cuando se detecta o se determina que la máquina va a dañarse.
- 55

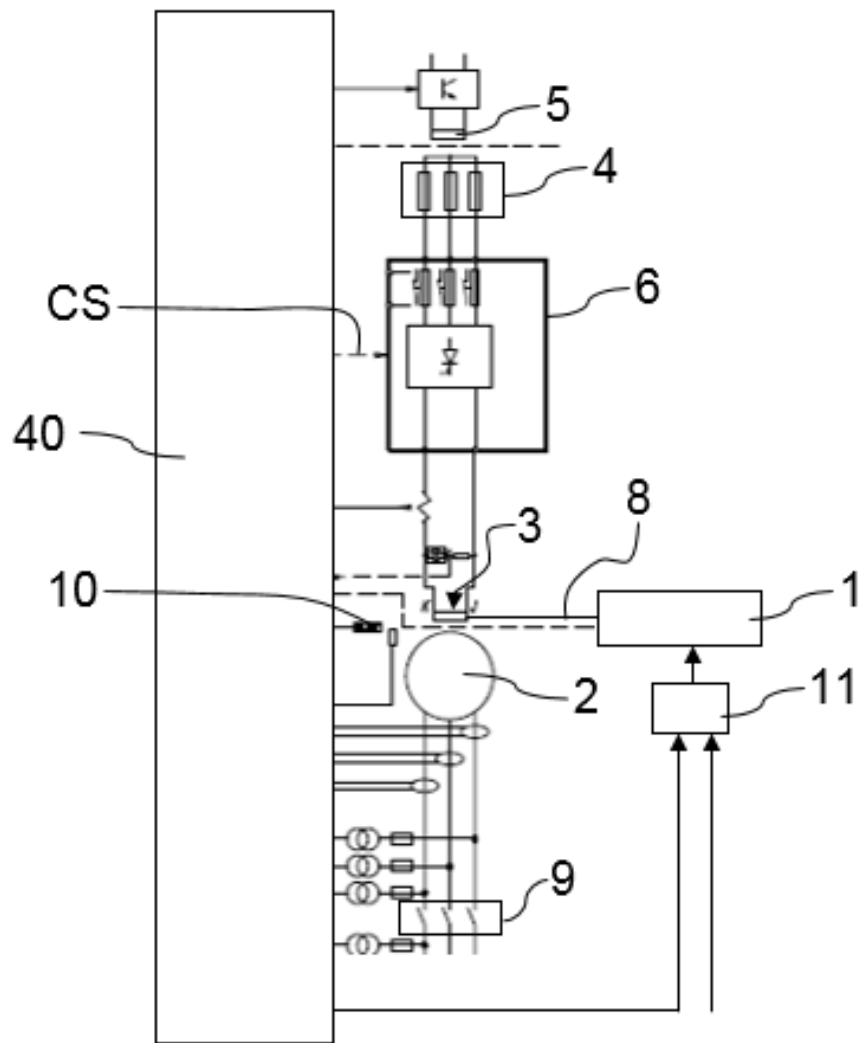


Fig. 1