



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 313 097**

51 Int. Cl.:  
**H02P 6/24** (2006.01)  
**H02P 3/22** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04796946 .4**  
96 Fecha de presentación : **12.11.2004**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1683262**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **26.07.2006**

54 Título: **Procedimiento para frenar una máquina sincrónica.**

30 Prioridad: **14.11.2003 AT A 1834/2003**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**01.03.2009**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**01.03.2009**

73 Titular/es: **Bernecker+Rainer Industrie-Elektronik  
Gesellschaft mbH  
Pinter, Laminger & Weiss OG Patentanwälte  
Prinz-Eugen-Strasse 70  
1040 Wien, AT**

72 Inventor/es: **Rainer, Josef y  
Bernecker, Erwin**

74 Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

ES 2 313 097 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 para frenar una máquina sincrónica.

La invención se refiere a una máquina sincrónica con un rotor y con un devanado de inducido que puede cortocircuitarse, que está conectado a un rectificador de corriente que presenta en cada caso un semipunto, conmutable a través de un disyuntor, para semiondas positivas y negativas de la corriente.

En el caso de sobrecargas, caída de tensión de red, sobretensión de circuito intermedio, pérdida de la información de posición o velocidad puede ser necesario, para máquinas sincrónicas, iniciar una parada de emergencia inmediata. Esta parada de emergencia puede realizarse mediante separación de energía de los devanados de inducido respecto a la red o mediante un frenado activo. Una posibilidad especialmente sencilla de un frenado activo para motores sincrónicos es el frenado de cortocircuito, en el que los bornes de los devanados de inducido se cortocircuitan a través de un disyuntor, dado el caso con conexión intermedia de resistencias de frenado. El desarrollo de momentos de frenado que puede conseguirse a través del número de revoluciones se corresponde en este caso aproximadamente con aquel del desarrollo de pares de giro de una máquina asincrónica. Si se quiere iniciar un frenado de la máquina sincrónica es necesario desactivar antes el vibrador, para evitar un cortocircuito intermedio, tras lo cual el disyuntor cortocircuita los devanados de inducido, dado el caso con conexión intermedia de resistencias de frenado. Si no se prevé en el circuito de cortocircuitado ninguna resistencia de frenado adicional, el momento de frenado durante el proceso de frenado varía de forma especialmente intensa a través del número de revoluciones. De este modo el momento de frenado relativamente reducido al principio del frenado aumenta tan solo relativamente tarde hasta su valor máximo, para justo después caer abruptamente a cero. De este modo el inconveniente estriba en el momento de frenado inicial relativamente pequeño y en el momento de frenado no constante en todo el margen de número de revoluciones. Si se quiere aumentar el valor inicial del momento de frenado, debe preverse en el circuito de cortocircuito una resistencia de frenado adicional, con lo que el momento de frenado puede desplazarse de forma similar a la curva característica de momentos del motor asincrónico y mejorarse la uniformidad del momento de frenado. Un inconveniente fundamental a la hora de utilizar resistencias de frenado estriba en que es necesario prever componentes adicionales, que están sometidos además a una fuerte carga térmica, lo que no siempre posibilita dependiendo del dimensionamiento de las resistencias de frenado aplicar justo después de un frenado de cortocircuito llevado a cabo un nuevo frenado de cortocircuito. Entre dos frenados de cortocircuito debe mantenerse de este modo un tiempo predeterminado, hasta que se han enfriado de nuevo las resistencias de frenado. Otro inconveniente fundamental del frenado de cortocircuito estriba en que la corriente de cortocircuito puede alcanzar elevados valores de pico, lo que tiene como consecuencia dado el caso una desmagnetización de imanes permanentes de una máquina sincrónica excitada permanentemente, cuando se supera una corriente máxima admisible.

Una máquina eléctrica con un rotor y un devana-

do de inducido que puede cortocircuitarse a través de una resistencia de frenado se conoce del documento EP 1 162 726 A1, en donde los devanados de inducido están conectados a un circuito rectificador que puede cortocircuitarse a través de un disyuntor. Con ello se trata de un freno de resistencia usual con los inconvenientes antes citados. Para poder mantener estable la tensión de circuito intermedio en caso de frenado de una instalación eólica, ya se ha propuesto prever resistencias de frenado, que pueden acoplarse moduladas en anchura de impulso (documento DE 102 06 828 A1).

La invención se ha impuesto de este modo la tarea de indicar una máquina sincrónica de la clase ilustrada al comienzo, con la que se pretende poder limitar con seguridad la corriente de cortocircuito y regularse el momento de frenado a obtener, si es posible dentro de toda la banda de número de revoluciones, a un valor casi constante y que disponga con ello de una instalación de frenado lo más sencilla posible.

La invención resuelve esta tarea por medio de que los disyuntores, que cortocircuitan los devanados de inducido, de dos semipuntos del rectificador de corriente pueden activarse alternadamente a través de una instalación reguladora en dependencia de la diferencia entre el valor nominal, que se corresponde con el valor nominal del momento de frenado, y el valor real de la corriente de cortocircuito.

Conforme a la invención la corriente de cortocircuito se regula modulada en anchura de impulso en los devanados de inducido, lo que se consigue por ejemplo por medio de que disyuntores cortocircuitan los devanados de inducido en dependencia de la duración de cortocircuito prefijada en cada caso por la regulación. Con ayuda de la modulación de anchura de impulso puede prefijarse de tal modo la corriente de cortocircuito, que el momento de frenado deseado se ajusta de una forma especialmente sencilla. De este modo no sólo es posible mantener casi constante el momento de frenado en toda la región de número de revoluciones, sino que también se obtiene la posibilidad de frenar de forma especialmente sencilla con cada par de giro inferior al máximo, ya que en algunas aplicaciones mediante un frenado demasiado fuerte pueden producirse daños en la mecánica acoplada a través del árbol del motor de la máquina sincrónica. Un aumento excesivamente intenso de la corriente de cortocircuito puede solucionarse con la regulación conforme a la invención también elegantemente, con lo que puede impedirse con seguridad que se supere la corriente de cortocircuito admisible y de este modo también que se desmagneticen los imanes permanentes. Otra ventaja de la regulación conforme a la invención reside en que después de producirse un frenado de cortocircuito puede iniciarse directamente de nuevo un frenado de cortocircuito, y no es necesario esperar un tiempo de enfriamiento, como es el caso con un frenado de resistencia conforme al estado de la técnica.

En el caso de la máquina sincrónica conforme a la invención se genera el cortocircuito en los devanados de inducido a través del vibrador, de tal modo que no son necesarias piezas constructivas semiconductoras de potencia. Para frenar la máquina sincrónica ya no se activan los tiempos de conexión para los disyuntores desde una regulación vectorial, que controla el funcionamiento de la máquina sincrónica, sino desde un regulador de momentos que activa los devanados

de inducido en dependencia de la corriente de cortocircuito a obtener.

Por medio de los disyuntores que cortocircuitan los devanados de inducido, de dos semipuentes del rectificador de corriente, pueden activarse alternadamente a través de una instalación reguladora en dependencia de la diferencia entre el valor nominal, que se corresponde con el valor nominal del momento de frenado, y el valor real de la corriente de cortocircuito, pueden utilizarse tanto el semipunte para semiondas positivas como el semipunte para semiondas negativas del rectificador de corriente como elementos de cortocircuito, con lo que se garantiza una mejor descarga térmica de los disyuntores. La potencia de frenado se evacua de este modo de forma especialmente sencilla a través del rectificador de corriente que puede cargarse en general mucho térmicamente, el devanado de inducido y una resistencia de frenado dado el caso prevista, con lo que se minimiza la complejidad constructiva y sólo es necesario prever medidas adicionales reducidas para el funcionamiento de frenado de una máquina sincrónica conforme a la invención.

En el dibujo se ha representado la invención esquemáticamente con base en un ejemplo de ejecución. Aquí muestran:

la figura 1 en cada caso una variante de configuración de una máquina sincrónica conforme a la invención,

las figuras 2 y 3 dos conceptos de regulación para el frenado de cortocircuito,

las figuras 4 y 6 diagramas relativos al par de giro o al desarrollo del número de revoluciones de un frenado de cortocircuito conforme al estado de la técnica y

las figuras 5 y 7 diagramas relativos al par de giro y al desarrollo del número de revoluciones de un frenado de cortocircuito conforme a la invención.

Una máquina sincrónica 1 excitada permanentemente comprende devanados de inducido u, v, w, que pueden cortocircuitarse a través de una instalación de frenado 2 dos. Para el funcionamiento normal de la máquina sincrónica 1 está previsto un rectificador de

corriente 3, que se activa de forma habitual a través de una unidad de activación 4.

La unidad de activación 4 comprende entre otras cosas un ángulo de giro y un transmisor de velocidad de giro 5, un regulador de posición 6, un regulador de velocidad 7, un regulador de corriente 8 así como convertidores para transformaciones matemáticas 9, una modulación de vectores de corriente tridimensionales 10 y un convertidor 20 dos de tres.

Conforme al ejemplo de ejecución según la figura 1, a la instalación de frenado 2 pertenece un regulador de par de giro 11, que cortocircuita los elementos de conmutación de potencia 12 y 13 en el vaso de un frenado, con preferencia alternadamente. Previamente debe impedirse evidentemente una activación de los disyuntores 12 y 13 mediante la unidad de activación 4, para lo que los conmutadores 14 en este caso se abren. Para frenar la máquina sincrónica 1 los disyuntores 12, 13, que cortocircuitan los devanados de inducido u, v, w, al menos de un semipunte del rectificador de corriente 3 se activan alternadamente a través del regulador 11 en dependencia de la diferencia entre el valor nominal, que se corresponde con el valor nominal del momento de frenado, y el valor real de la corriente de cortocircuito.

De las figuras 2 y 3 pueden deducirse conceptos de regulación para el frenado de cortocircuito, en donde la corriente de cortocircuito  $i_k$  de los devanados de inducido u, v, w y el momento de frenado nominal  $M_{br,soll}$  se utiliza siempre como magnitud de entrada para la regulación y la instalación reguladora entrega a la salida tiempos de conmutación  $T_{k,on}$  (conmutador conectado) y  $T_{k,off}$  (conmutador desconectado) para los disyuntores 12, 13, 17.

Las figuras 4 y 5 muestran un desarrollo de momentos de frenado a través del número de revoluciones en el caso de un frenado de cortocircuito con resistencia de frenado, conforme al estado de la técnica (figura 4), y con un dispositivo de frenado conforme a la invención (figura 5). Las figuras 6 y 7 muestran los desarrollos de número de revoluciones correspondientes a las figuras 4 y 5 a lo largo del tiempo.

**REIVINDICACIONES**

1. Máquina sincrónica con un rotor y con un devanado de inducido que puede cortocircuitarse, que está conectado a un rectificador de corriente que presenta en cada caso un semipunto, conmutable a través de un disyuntor, para semiondas positivas y negativas de la corriente, **caracterizada** porque los disyuntores

(12, 13), que cortocircuitan los devanados de inducido (u, v, w), de dos semipuntos (15, 16) del rectificador de corriente (3) se activan alternadamente a través de una instalación reguladora (11) en dependencia de la diferencia entre el valor nominal, que se corresponde con el valor nominal del momento de frenado, y el valor real de la corriente de cortocircuito.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

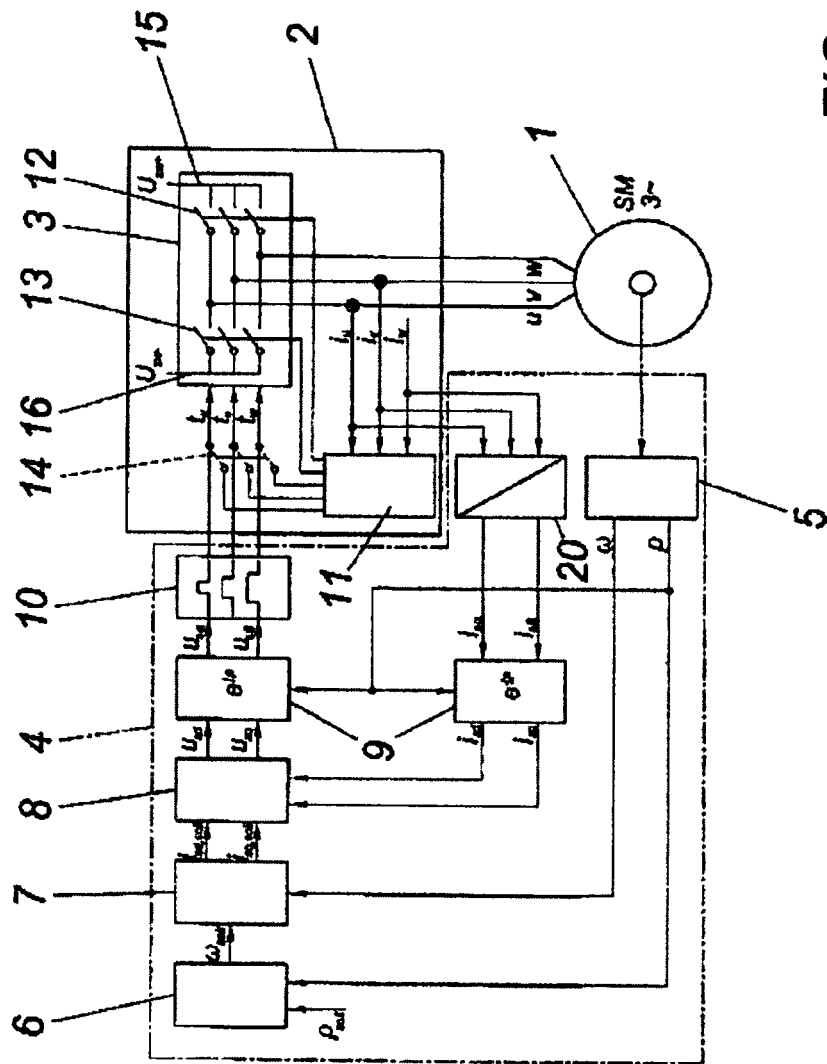


FIG.1

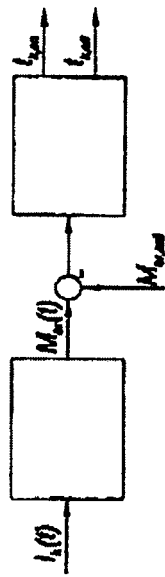


FIG. 2

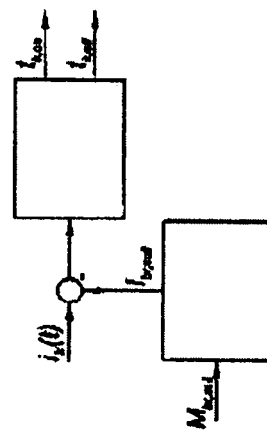


FIG. 3

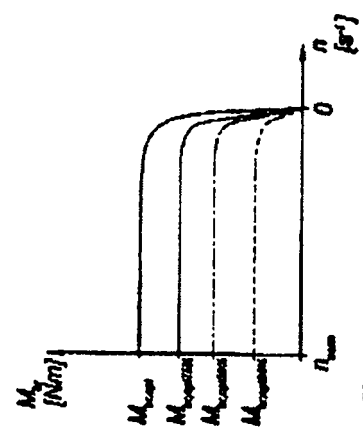


FIG. 5

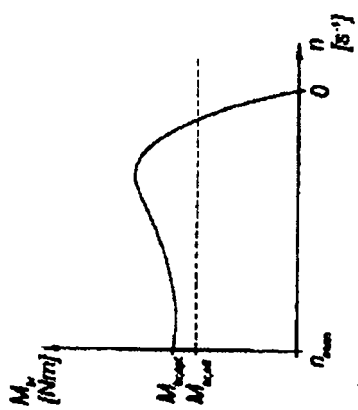


FIG. 4

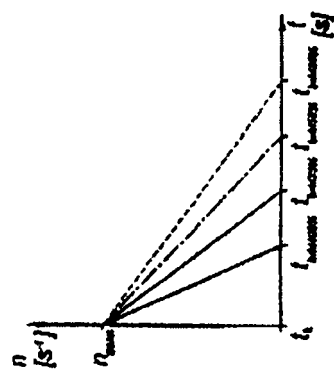


FIG. 7

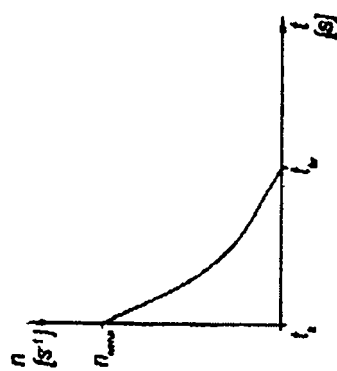


FIG. 6