

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 535 535**

51 Int. Cl.:

H02P 29/02 (2006.01)

H02P 9/00 (2006.01)

H02P 9/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.01.2011 E 11701038 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.04.2015 EP 2532088**

54 Título: **Disposición de circuito para limitar la sobretensión de un devanado de excitación de una máquina síncrona con desexcitación rápida**

30 Prioridad:

05.02.2010 DE 102010001626

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

12.05.2015

73 Titular/es:

**ROBERT BOSCH GMBH (100.0%)
Postfach 30 02 20
70442 Stuttgart, DE**

72 Inventor/es:

**SPANNHAKE, STEFAN;
FASSNACHT, JOCHEN y
MUELLER, HANS-PETER**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 535 535 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

Disposición de circuito para limitar la sobretensión de un devanado de excitación de una máquina síncrona con desexcitación rápida.

5 La invención se refiere a una disposición de circuito para desexcitar un devanado de excitación de una máquina síncrona.

Estado de la técnica

10 Por motivos del grado de eficacia y/o de los costes de producción se usan como sistema de accionamiento para vehículos eléctricos máquinas síncronas con excitación exterior. Las máquinas eléctricas de esta clase presentan un devanado de excitación con inductividades muy altas de más de 1 henrio, en la que puede almacenarse una energía superior a 100 julios.

15 El documento US 6,850,043 B1 hace patente un sistema de protección contra sobretensión para un circuito, para una generación variable de frecuencias. El documento CN 85 201 172 U hace patente un circuito de protección para un choque de almacenamiento inductivo accionado con tensión alterna. El documento US 4,118,749 A1 hace patente un circuito de protección contra sobretensión para una máquina síncrona con un ramal de protección de tiristor conmutable.

Manifiesto de la invención

La presente invención crea una disposición de circuito para desexcitar un devanado de excitación de una máquina síncrona en caso de fallo, con las particularidades de la reivindicación 1.

20 El elevado importe de la energía almacenada en el devanado de excitación conduce a que, en el caso de una interrupción abrupta del circuito de corriente entre el circuito de control y el devanado de excitación, en el punto de interrupción pueden producirse unas tensiones de varios kilovoltios, que pueden conducir a un arco eléctrico que supone un gran riesgo de incendio y lesiones. Las interrupciones abruptas de este tipo pueden producirse por ejemplo a causa de que, durante el funcionamiento, se extraiga un contacto de enchufe entre el circuito de control y el devanado de excitación o de que los contactos de enchufe, como consecuencia de sacudidas, se desprendan por sí solas ("se suelten por vibración") durante el funcionamiento. También en caso de caída del sistema puede producirse una interrupción abrupta de una línea de conexión entre el circuito de control y el devanado de excitación.

30 Debido a que al devanado de excitación, aparte de una tensión de control positiva para la excitación, también debe poder aplicarse una tensión de control negativa para la desexcitación rápida, es decisivo que el circuito de protección esté diseñado de tal modo que, en el caso de una desexcitación rápida, es decir, en el caso de una tensión de alimentación negativa aplicada, impida con seguridad un flujo de corriente a través del circuito de protección. En el caso de una interrupción de una línea de conexión entre el circuito de control y el devanado de excitación, sin embargo, se abre una ruta de corriente situada en paralelo al devanado de excitación, a través de la cual puede descargarse específicamente la energía almacenada en el devanado de excitación.

35 Debido a que el circuito de control está dispuesto separado espacialmente del devanado de excitación, conforme a una forma de ejecución de la invención el devanado de excitación puede conectarse, a través de una conexión de enchufe con al menos dos contactos de enchufe, al circuito de control y separarse del mismo. En un vehículo eléctrico el circuito de control está integrado por ejemplo con frecuencia en una unidad electrónica de potencia prioritaria, mientras que por el contrario el devanado de excitación está dispuesto separado espacialmente de la misma sobre el rotor de la máquina síncrona.

40 El circuito de protección presenta por ejemplo un varistor (resistencia dependiente de la tensión) o bien, alternativamente, un diodo supresor o un tubo de descarga de gas, que presenta una tensión de disrupción que es mayor que un importe máximo de la tensión de control negativa. Un elemento constructivo de este tipo, conectado en paralelo al devanado de excitación, se hace funcionar en el caso de la desexcitación rápida por debajo de su tensión de disrupción e impide, de este modo, un flujo de corriente. Si se interrumpe una línea de conexión entre el circuito de control y el devanado de excitación, aumenta la tensión en el devanado de excitación hasta que se supera la tensión de disrupción del elemento constructivo, éste conduce y de esta forma permite un flujo de corriente a través del elemento constructivo. La energía almacenada en el devanado de excitación se "quema" después en la resistencia del devanado de excitación así como del varistor, respectivamente del diodo supresor o del tubo de descarga de gas.

50 El circuito de protección presenta conforme a la invención un ramal de rueda libre, que comprende al menos un circuito serie de un diodo de rueda libre y un elemento de conmutación controlable, en donde el elemento de conmutación está activado de tal manera que, en el caso de interrupción al menos de una línea de conexión entre el

5 circuito de control y el devanado de excitación, se hace posible un flujo de corriente a través del diodo de rueda libre. El simple uso de un diodo de rueda libre queda descartado, ya que éste también en funcionamiento de una desexcitación rápida permitiría un flujo de corriente a través del circuito de protección. Sin embargo, esto puede impedirse mediante un elemento de conmutación controlado de forma correspondiente, que puede estar ejecutado por ejemplo como transistor o tiristor.

Conforme a una forma de ejecución de la invención puede estar conectada una resistencia adicional en serie con el diodo de rueda libre, que "quemara" en gran parte la energía en caso de fallo.

10 Para configurar de la forma más sencilla posible la activación del elemento de conmutación en cuanto a técnica de conmutación, la activación se realiza por ejemplo con ayuda de un divisor de tensión conectado en paralelo al ramal de rueda libre, el cual está dimensionado de tal modo que el elemento de conmutación conduce plenamente en caso de interrumpirse al menos una línea de conexión entre el circuito de control y el devanado de excitación.

Con ello el divisor de tensión presenta para esto un ramal resistivo, que comprende un circuito serie de al menos dos resistencias, en donde está conectada una toma central entre las resistencias a una conexión de control del elemento de conmutación.

15 Una forma de ejecución de la invención prevé que, en paralelo al ramal resistivo, esté conectado un ramal de diodo que comprende al menos un circuito serie de al menos un diodo Zener y al menos una resistencia, en donde está conectada una toma central entre el diodo Zener y la resistencia a través de un diodo, en la dirección de bloqueo, a la toma central entre las resistencias del ramal resistivo. Mediante el uso adicional de un diodo Zener puede conseguirse que el circuito de protección funcione con seguridad como marcha libre no sólo en el caso de una interrupción de las líneas de alimentación hacia la bobina de excitación, sino también en el caso de una sobretensión provocada de otro modo en el devanado de excitación. Esta función puede conseguirse también alternativamente por medio de que se conecte un varistor en paralelo al ramal resistivo.

Todas las resistencias dentro del circuito de protección pueden estar configuradas con ello como resistencias óhmicas o como otros elementos constructivos con una parte óhmica correspondiente.

25 Conforme a una forma de ejecución de la invención, la toma central entre las resistencias del ramal resistivo está conectada a un tercer contacto de enchufe de la conexión de enchufe entre el circuito de control y el devanado de excitación, en donde el contacto de enchufe está configurado como contacto adelantado. De este modo puede garantizarse, al extraer el enchufe, una transconexión lo más temprana posible del elemento de conmutación y de este modo una desexcitación lo más rápida posible del devanado de excitación.

30 Conforme a otra forma de ejecución de la invención la conexión de enchufe entre el circuito de control y el devanado de excitación está ejecutada protegida contra contactos, de tal modo que aparte de la evitación de un arco eléctrico se evita también un riesgo de lesiones a causa de tocar los contactos después de la extracción del enchufe.

35 Conforme a otra forma de ejecución de la invención al elemento de conmutación está preconnectado un comparador, que compara la tensión en el devanado de excitación con un valor nominal prefijado y de esta forma detecta una sobretensión.

Se deducen particularidades y ventajas adicionales de formas de ejecución de la invención de la siguiente descripción, haciendo referencia a las figuras adjuntas.

Descripción breve de las figuras

Aquí muestran:

- 40 la figura 1 una disposición de circuito a modo de ejemplo,
la figura 2 una disposición de circuito conforme a la invención, según una forma de ejecución,
la figura 3 una disposición de circuito conforme a la invención, según otra forma de ejecución,
la figura 4 una disposición de circuito conforme a la invención, según otra forma de ejecución.

Descripción de los ejemplos de ejecución

45 En las figuras los componentes idénticos o con la misma función se han caracterizado en cada caso con el mismo símbolo de referencia.

La figura 1 muestra una disposición de circuito a modo de ejemplo, en la que un devanado de excitación E de una máquina síncrona no representada por lo demás está conectado, a través de un circuito de control 1, a una fuente de tensión en forma de un condensador de circuito intermedio C_{ZK} . El circuito de control presenta con ello dos ramales de control paralelos, los cuales están conectados en cada caso entre un carril de alimentación positivo L+ y un carril de alimentación negativo L-. Con ello un primer ramal de control 2 presenta un circuito serie formado por un primer elemento de control-conmutación controlable en forma de un primer transistor de control T_{H1} y un primer diodo D_{H1} , en donde la conexión de colector del primer transistor de control T_{H1} está conectada eléctricamente al carril de alimentación positivo L+, la conexión de emisor del primer transistor de control T_{H1} al cátodo del primer diodo D_{H1} y el ánodo del primer diodo D_{H1} al carril de alimentación negativo L-. Un segundo ramal de control 3 presenta un circuito serie formado por un segundo elemento de control-conmutación controlable en forma de un segundo transistor de control T_{H2} y un segundo diodo D_{H2} , en donde el cátodo del segundo diodo D_{H2} está conectado eléctricamente al carril de alimentación positivo L+, el ánodo del segundo diodo D_{H2} a la conexión de colector del segundo transistor de control T_{H2} y la conexión de emisor del segundo transistor de control T_{H2} al carril de alimentación negativo L-. Las conexiones de puerta de los transistores de control T_{H1} y T_{H2} están conectadas en cada caso a una unidad de control no representada, la cual controla un flujo de corriente a través del devanado de excitación E mediante una activación adecuada de los transistores de control T_{H1} y T_{H2} .

Entre el transistor de control T_{H1} , T_{H2} y el diodo D_{H1} , D_{H2} está prevista en cada caso una toma central M_{H1} o M_{H2} , a la que está conectado el devanado de excitación E. Con ello entre el circuito de control 1 y el devanado de excitación E está prevista una conexión de enchufe 4, que en el ejemplo representado presenta dos contactos de enchufe K1 y K2, a través de los cuales el devanado de excitación E puede conectarse eléctricamente a la primera toma central M_{H1} o a la segunda toma central M_{H2} y también volver a separarse.

Mediante la transconexión de los dos transistores de control T_{H1} y T_{H2} se aplica una tensión de control positiva al devanado de excitación E, de tal modo que aumenta la corriente de excitación. Mediante el bloqueo de uno de los dos transistores de control T_{H1} o T_{H2} , mientras conduce el otro transistor de control, se crea un cortocircuito del devanado de excitación E a través del transistor de control que conduce y del diodo del otro ramal de control respectivo, el cual hace posible una marcha libre de la corriente en el devanado de excitación E y conduce al mantenimiento de una corriente de excitación actual. Si se bloquean ambos transistores de control T_{H1} y T_{H2} , se aplica al devanado de excitación E una tensión de control negativa, que conduce a una desexcitación rápida, es decir, a una disminución rápida de la corriente de excitación.

Los elementos de control-conmutación del circuito de control 1 pueden estar ejecutados como transistores bipolares, como se ha representado, pero como es natural pueden estar formados también por otros elementos constructivos apropiados, como por ejemplo transistores de efecto de campo.

A modo de ejemplo está conectado en paralelo al devanado de excitación E un circuito de protección 10a en forma de una resistencia V dependiente de la tensión – llamada también a menudo varistor. El varistor V está dimensionado con ello de tal manera, que su tensión de disrupción – llamada también con frecuencia tensión umbral o de conexión – está situada por encima del importe máximo de la tensión de control negativa. De forma preferida se usa un varistor cuya tensión de disrupción está situada 20 a 50 voltios por encima de la máxima tensión de control. De este modo se garantiza que el varistor no conduzca en el caso de una desexcitación rápida, es decir de una tensión de control negativa aplicada al devanado de excitación E, y de esta forma se hace en realidad por primera vez posible la aplicación de una tensión de control negativa al devanado de excitación E. Si se interrumpe el circuito de corriente entre el circuito de control 1 y el devanado de excitación E, por ejemplo como consecuencia de la apertura manual de la conexión de enchufe 4 o de la apertura por sí sola de la conexión de enchufe 4 como consecuencia de sacudidas y vibraciones durante el funcionamiento (“desprendimiento por vibración”) o también como consecuencia de una caída del sistema, aumenta la tensión en el devanado de excitación hasta que se supera la tensión de disrupción del varistor V, el varistor conduce como consecuencia de ello y de esta forma se configura una ruta de corriente que discurre en paralelo al devanado de excitación W para desexcitar el devanado de excitación. La energía almacenada en el devanado de excitación E se “quema” después en la resistencia del devanado de excitación así como en el varistor.

Además de esto puede estar prevista en serie con el varistor V también al menos otra resistencia no representada, en la que también puede reducirse energía en caso de fallo.

La tensión en el devanado de excitación E se limita de este modo a un valor en el margen de la tensión de disrupción del varistor V. Si se diseñan todos los enchufes, líneas y carcasas afectados según una resistencia a la tensión correspondiente, de este modo puede garantizarse un funcionamiento seguro. Aparte de esto la conexión de enchufe 4 puede ejecutarse con protección contra contactos.

La figura 1 se ha descrito a modo de ejemplo para el circuito paralelo de un varistor. En lugar del varistor puede usarse sin embargo también un tubo de descarga de gas o un diodo supresor.

Conforme a una forma de ejecución de un circuito de protección conforme a la invención (figura 2) está conectado en paralelo al devanado de excitación E un ramal de rueda libre 5, que comprende al menos un circuito serie de un diodo de rueda libre D_S y un elemento de conmutación controlable T_S , que a modo de ejemplo está ejecutado como transistor de conmutación T_S . Con ello la conexión de colector del transistor de conmutación T_S está conectada eléctricamente a la segunda toma central M_{H2} del segundo ramal de control 3 del circuito de control 1 y la conexión de emisión al ánodo del diodo de rueda libre D_S . El cátodo del diodo de rueda libre D_S está conectado eléctricamente a la primera toma central M_{H1} del primer ramal de control 2 del circuito de control 1. En serie con el diodo de rueda libre D_S puede estar prevista también una resistencia adicional. Alternativamente a la disposición representada el diodo de rueda libre D_S puede estar conectado, dado el caso junto con la resistencia adicional, también en el ramal de colector del transistor de conmutación T_S (véase también la figura 3).

El transistor de conmutación T_S debe activarse de tal modo que, en el caso de interrumpirse al menos una línea de conexión entre el circuito de control 1 y el devanado de excitación E, se transconecte y de esta forma se autorice un flujo de corriente a través del diodo de rueda libre D_S . Esto se consigue por medio de que, en paralelo al ramal de rueda libre 5, se conecta un divisor de tensión que, en el caso más sencillo representado en la figura 2, se compone de un ramal resistivo 6 que comprende un circuito serie de al menos dos resistencias R_1 y R_2 . Con ello está conectada eléctricamente una toma central M_3 entre las resistencias R_1 y R_2 , por un lado, al carril de alimentación negativo L y, por otro lado, a la conexión de puerta del transistor de conmutación T_S . Las resistencias R_1 y R_2 están dimensionadas de tal modo que, tras deshacer la conexión entre el carril de alimentación negativo L y la conexión de puerta del transistor de conmutación T_S , éste se transconecta con seguridad y conduce plenamente. En esta forma de ejecución el ramal de rueda libre 5 y el ramal resistivo 6 forman juntos un circuito de protección 10b.

De forma ventajosa la conexión eléctrica entre la toma central M_3 y el carril de alimentación negativo L se materializa con ayuda de un tercer contacto de enchufe K3 de la conexión de enchufe 4, en donde el tercer contacto de enchufe K3 está ejecutado como contacto adelantado. De este modo se consigue que, al extraer el enchufe, se deshaga la conexión entre la toma central M_2 y el carril de alimentación negativo L temporalmente antes de los contactos de enchufe K1 y K2, y por medio de esto se transconecta a tiempo el transistor de conmutación de conmutación T_S y se garantiza una desexcitación rápida del devanado de excitación.

La figura 3 muestra una tercera forma de ejecución de un circuito de protección conforme a la invención. Esta se diferencia de la forma de ejecución representada en la figura 2 en que, en paralelo al ramal de rueda libre 6, se conecta un ramal de diodo 7 que comprende al menos un circuito serie de al menos un diodo Zener Z_D y al menos una resistencia R_3 , en donde está conectada eléctricamente una toma central M_4 entre el diodo Zener Z_D y la resistencia R_3 a través de un primer diodo D_1 , en la dirección de bloqueo, a la toma central M_3 entre las resistencias R_1 y R_2 . El diodo Zener Z_D y la resistencia R_3 están dimensionadas con ello de tal modo que un divisor de tensión, que se compone del diodo Zener Z_D , las resistencias R_1 , R_2 y R_3 así como el diodo D_1 , al aplicar una sobretensión al devanado de excitación E, transconecta el transistor de conmutación T_S . En esta forma de ejecución el ramal 6 y el ramal de diodo 7 forman juntos un circuito de protección 10c.

Además de esto en la línea de conexión entre el contacto de enchufe K3 y la toma central M_3 del ramal resistivo 6 está conectado un segundo diodo D_2 en la dirección de bloqueo. Los diodos D_1 y D_2 cumplen juntos la tarea de un enlace O de condiciones de activación de transistor. El transistor de conmutación T_S se transconecta de este modo, si la tensión en el diodo Zener Z_D se hace excesivamente grande o si se interrumpe la línea de conexión entre el circuito de control 1 y el devanado de excitación E, por ejemplo a causa de la separación de la conexión de enchufe 4.

Mediante el circuito paralelo del ramal de diodo 7 puede garantizarse de este modo que el circuito de protección en general, en el caso de una sobretensión en el devanado de excitación, trabaje con seguridad como marcha libre. Esto puede conseguirse también alternativamente por medio de que se conecte un varistor en paralelo al ramal resistivo 6, en lugar del ramal de diodo 7. Igualmente puede detectarse una sobretensión en el devanado de excitación también con ayuda de un comparador. En la figura 4 se ha representado una posible disposición de circuito con un comparador.

Con ello está previsto, en lugar de un ramal de diodo conforme a la figura 3, un comparador KOMP en el que la entrada no invertida está conectada a la toma central M_3 entre las resistencias R_1 y R_2 del ramal resistivo 6, y a la entrada invertida se aplica una tensión de referencia V_{ref} . La salida del comparador KOMP está conectada a la conexión de puerta del transistor de conmutación T_S , de tal modo que el transistor de conmutación T_S se conmuta en cuanto la tensión en la entrada no invertida del comparador KOMP es mayor que la tensión de referencia V_{ref} . Mediante un dimensionado adecuado de las resistencias así como la fijación de la tensión de referencia puede conseguirse, de esta forma, que el comparador detecte con seguridad una sobretensión en el devanado de excitación E, es decir una superación de un valor umbral prefijado, y autorice que se transconecte el transistor de conmutación.

ES 2 535 535 T3

Es ventajoso ejecutar la conexión de enchufe protegida contra contactos para que, aparte de la evitación de un arco eléctrico, se evite también un riesgo de lesiones a causa de tocar los contactos en la conexión de enchufe 4 después de la extracción del enchufe.

REIVINDICACIONES

1. Disposición de circuito para desexcitar un devanado de excitación (E) de una máquina síncrona en caso de fallo, con:
- 5 - un circuito de control (1) para controlar un flujo de corriente a través del devanado de excitación (E), en donde para la excitación (E) puede aplicarse una tensión de control positiva y para la desexcitación rápida una tensión de control negativa, caracterizado por
- un circuito de protección (10b; 10c) conectado en paralelo al devanado de excitación (E), con
- un ramal de rueda libre (5), que comprende al menos un circuito serie de un diodo de rueda libre (D_S) y un elemento de conmutación (T_S) controlable, que está configurado como transistor o tiristor, y
- 10 - un divisor de tensión conectado en paralelo al ramal de rueda libre (5), en donde
- el divisor de tensión presenta un ramal resistivo (6), que comprende un circuito serie de al menos dos resistencias (R_1 , R_2),
- una toma central (M_3) entre las dos resistencias (R_1 , R_2) está conectada a una conexión de control del elemento de conmutación (T_S), y
- 15 -el divisor de tensión está dimensionado de tal forma que el elemento de conmutación (T_S), en el caso de interrupción de al menos una línea de conexión entre el circuito de control (1) y el devanado de excitación (E), conduce plenamente.
2. Disposición de circuito según la reivindicación 1, en donde el devanado de excitación (E) puede conectarse, a través de una conexión de enchufe (4) con al menos dos contactos de enchufe (K_1 , K_2), al circuito de control (1) y separarse del mismo.
- 20
3. Disposición de circuito según la reivindicación 1, en donde, en paralelo al ramal resistivo (6), está conectado un ramal de diodo (7) que comprende al menos un circuito serie de al menos un diodo Zener (Z_D) y al menos una resistencia (R_3), en donde está conectada una toma central (M_4) entre el diodo Zener (Z_D) y la resistencia (R_3) a través de un diodo, en la dirección de bloqueo, a la toma central (M_3) entre las dos resistencias (R_1 , R_2) del ramal resistivo (6).
- 25
4. Disposición de circuito según la reivindicación 1, en donde en paralelo al ramal resistivo (6) está conectado un varistor.
5. Disposición de circuito según una de las reivindicaciones 1 a 4, en donde la toma central (M_3) entre las dos resistencias (R_1 , R_2) del ramal resistivo (6) está conectada a un tercer contacto de enchufe (K_3) de la conexión de enchufe (4), el cual está configurado como contacto adelantado.
- 30
6. Disposición de circuito según la reivindicación 1, en donde al elemento de conmutación (T_S) está preconnectado un comparador (KOMP), que compara la tensión en el devanado de excitación (E) con un valor umbral prefijado.
7. Disposición de circuito según la reivindicación 2, en donde la conexión de enchufe (4) está ejecutada protegida contra contactos.



