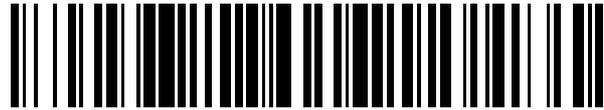


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 392 316**

51 Int. Cl.:

H02H 7/00 (2006.01)

H02H 7/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **09154821 .4**

96 Fecha de presentación: **11.03.2009**

97 Número de publicación de la solicitud: **2104198**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **23.09.2009**

54 Título: **Sistemas y procedimientos que implican la protección de generadores superconductores para aplicaciones de potencia**

30 Prioridad:

19.03.2008 US 51160

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:

07.12.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:

07.12.2012

73 Titular/es:

**GENERAL ELECTRIC COMPANY (100.0%)
1 River Road
Schenectady, NY 12345, US**

72 Inventor/es:

**BRAY, JAMES WILLIAM;
JANSEN, PATRICK LEE;
LASKARIS, EVANGELOS TRIFON y
SIVASUBRAMANIAM, KIRUBA HARAN**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 392 316 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

Sistemas y procedimientos que implican la protección de generadores superconductores para aplicaciones de potencia

5 Ciertas realizaciones de la invención se refieren en general a generadores superconductores, y más particularmente, a sistemas y procedimientos que implican la protección de generadores superconductores para aplicaciones de potencia.

10 En este sentido, la protección de una bobina de campo de generador superconductor, que está construida de un material superconductor ("superconductor"), es importante para evitar daños de la bobina de campo o de otros componentes en el caso de un fallo de funcionamiento. Por ejemplo, durante el funcionamiento del generador, si la bobina de campo superconductora se eleva por encima de una cierta temperatura, de tal modo que causa la transición a un estado no superconductor o "normal" (un proceso conocido como "enfriamiento"), esto puede resultar en un daño significativo a la bobina de campo y/o a otros componentes, haciendo el generador inoperable y posiblemente insalvable. Para evitar estos daños cuando se produce enfriamiento, es importante disipar el flujo de corriente eléctrica en la bobina de campo para evitar un calentamiento excesivo como consecuencia de la mayor resistencia que se produce cuando el superconductor se vuelve normal. Una resistencia externa que está conectada en serie con la bobina de campo durante el enfriamiento rápido se ha usado para este propósito. Sin embargo, esta resistencia externa es generalmente grande y pesada, lo que afecta al uso del generador en varias aplicaciones de energía debido al aumento del tamaño, del peso, de los costes asociados, etc. Por lo tanto, es deseable la capacidad de disipar rápidamente el flujo de corriente eléctrica en la bobina de campo durante el enfriamiento sin el uso de una resistencia externa.

20 El documento EP 1 612 904 describe un sistema y un procedimiento de protección para el enfriamiento de una bobina de campo de generador superconductor con un controlador configurado para detectar un enfriamiento de la bobina de campo y para descargar la energía magnética almacenada en una resistencia de descarga.

25 Sistemas y procedimientos que implican la protección de generadores superconductores para aplicaciones de energía incluyen, en una realización de ejemplo, un sistema de protección de bobinas de campo de generadores superconductores que incluye un controlador configurado para monitorizar un enfriamiento de una bobina de campo de un generador superconductor y controlar una disipación de un flujo de corriente en la bobina de campo superconductora en un evento de enfriamiento, y una bobina de inducido del generador configurada para provocar la disipación del flujo de corriente en la bobina de campo superconductora en respuesta al controlador en el caso del enfriamiento de la bobina de campo superconductora.

Otra realización ejemplar incluye un procedimiento para proteger bobinas de campo de generadores superconductores, incluyendo la monitorización de un enfriamiento de una bobina de campo superconductora de un generador, y la disipación de un flujo de corriente en la bobina de campo superconductora a través de una bobina de inducido del generador en respuesta a una detección del enfriamiento.

35 Varias características, aspectos y ventajas se entenderán mejor cuando se lea la siguiente descripción detallada con referencia a los dibujos adjuntos, en los que caracteres similares representan partes similares en todos los dibujos, en los que:

La figura 1 es un diagrama esquemático que ilustra un sistema de ejemplo para la protección de bobinas de campo de generadores superconductores de acuerdo con realizaciones de ejemplo de la invención.

40 La figura 2 es un diagrama esquemático que ilustra otro sistema de ejemplo para la protección de bobinas de campo de generadores superconductores de acuerdo con realizaciones de ejemplo de la invención.

La figura 3 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento de ejemplo para la protección de bobinas de campo de generadores superconductores de acuerdo con de realizaciones ejemplo de la invención.

45 En la descripción detallada a continuación, se exponen numerosos detalles específicos para proporcionar una comprensión exhaustiva de las diversas realizaciones. Sin embargo, las realizaciones pueden ponerse en práctica sin estos detalles específicos. En otros casos, métodos, procedimientos, y componentes bien conocidos no se han descrito en detalle.

50 Además, diversas operaciones se pueden describir como múltiples etapas diferenciadas realizadas de una manera que es útil para la comprensión de las realizaciones de la presente invención. Sin embargo, el orden de descripción no debe interpretarse como que implica que estas operaciones deban realizarse en el orden en que se presentan, o que incluso dependen del orden. Además, el uso repetido de la frase "en una realización" no se refiere necesariamente a la misma realización, aunque puede ser. Por último, los términos "que comprende", "que incluye", "que tiene", y similares, tal como se utilizan en la presente solicitud, se pretende que sean sinónimos a menos que se indique lo contrario.

55

Los generadores superconductores proporcionan un peso más ligero, un menor tamaño, y un funcionamiento más eficiente que los generadores tradicionales de la misma capacidad o similar y, por lo tanto, son beneficiosos en varias aplicaciones de energía, tales como sistemas de turbina eólica. La protección de las bobinas de campo superconductoras de generadores superconductores es importante para evitar daños a las bobinas de campo y/o a otros componentes y para reducir el tiempo de recuperación de los generadores en el caso de un mal funcionamiento, como un evento de enfriamiento (es decir, una transición hacia a un estado no superconductor o normal) Las bobinas de la armadura de un generador superconductor pueden estar configuradas para su uso para disipar el flujo de corriente en las bobinas de campo superconductoras para proporcionar esta protección durante estos eventos.

La figura 1 es un diagrama esquemático de un sistema 100 de ejemplo para la protección de bobinas de campo de generadores superconductores de acuerdo con realizaciones de ejemplo de la invención. El sistema 100 de ejemplo puede ser parte de un generador superconductor (no representado), e incluye una o más bobinas de campo 102 superconductoras (SC) y una o más bobinas de armadura 104. La bobina campo SC 102 está construida de un material superconductor, tal como niobio-titanio (NbTi), niobio-estaño (Nb₃Sn), magnesio-diboruro (MgB₂) o un superconductor de alta temperatura (HTS), tal como óxido de bismuto estroncio cobre calcio (por ejemplo, BSCCO-2212 o BSCCO-2223) o de óxido de itrio bario cobre (por ejemplo, YBa₂Cu₃O₇ o "YBCO"). La bobina de inducido 104 está construida de un conductor de bobina tradicional, tal como cobre, y es capaz de disipar un flujo de corriente en la bobina de campo SC 102, por ejemplo, directamente o inductivamente. La bobina de campo SC 102 está conectada a una fuente de excitación ("excitador") 106 a través de uno o más conmutadores 107, 108 en un primer estado. Los conmutadores 107, 108 pueden desconectar la bobina de campo SC 102 del excitador 106 y conectar la bobina de campo SC 102 a la bobina de inducido 104 en un segundo estado. La bobina de inducido 104 está conectada a una salida 112 del generador, cuya conexión puede ser a través de uno o más conmutadores 109, 110 en un primer estado que puede desconectar la bobina de inducido 104 de la salida del generador 112 en un segundo estado. La salida del generador 112 puede incluir conexiones a varios otros componentes del generador que no se representan.

Los conmutadores 107-110 pueden ser de cualquier forma capaz de funcionar bajo las características de funcionamiento del generador (por ejemplo, tensión, corriente, temperatura, etc.). Por ejemplo, uno o más conmutadores 107 a 110 pueden ser electrónicos o mecánicos. Los conmutadores 107-110 son controlados por el controlador 114, por ejemplo, a través de conductores de control o cableado. El controlador 114 también monitoriza una o más características de funcionamiento de la bobina de campo SC 102, tal como la corriente I, la tensión V, y/o la temperatura T, por ejemplo, a través de cableado de control, transductores, etc. (por ejemplo, tal como se representa). El controlador 114 también puede estar en comunicación con el excitador 106, por ejemplo, para monitorizar y/o controlar el excitador 106.

El controlador 114 puede estar configurado para proporcionar varias salidas (por ejemplo, a los conmutadores 107-110 o al excitador 106) sensibles a varias entradas (por ejemplo, a partir de monitorizaciones de las características de funcionamiento I, V, T). El controlador 114 puede ser cualquier dispositivo, componente, etc., o su combinación, que puede configurarse en consecuencia, tal como un procesador, dispositivo de computación, dispositivo de relés de protección, etc.

En una operación ejemplar, durante la operación de un generador que incluye el sistema 100, una o más características de funcionamiento I, V, T de la bobina de campo SC 102 se monitorizan para detectar un evento de enfriamiento de la bobina SC 102 mediante el controlador 114. Por ejemplo, el controlador 114 puede estar configurado para determinar la ocurrencia de un evento de enfriamiento de la bobina SC 102 si se detecta una determinada corriente, tensión o temperatura, por ejemplo, respecto a la bobina SC 102. Si el controlador 114 determina un evento de enfriamiento en consecuencia, el controlador 114 puede abrir uno o más conmutadores 107-110 para controlar una disipación de la operación y/o fallo del flujo de corriente en la bobina SC 102 a través de la bobina de inducido 104. Por ejemplo, en respuesta a una detección de un enfriamiento de la bobina SC 102, el controlador 114 puede cambiar el estado del conmutador 107 y/o del conmutador 108 para desconectar al menos parcialmente la bobina SC 102 del excitador 106 y conectar al menos parcialmente la bobina SC 102 a la bobina de inducido 104. Además, en algunas realizaciones, el controlador 114 también puede cambiar el estado del conmutador 109 y/o del conmutador 110 para desconectar al menos parcialmente la bobina de inducido 104 de la salida del generador 112. En algunas realizaciones, el controlador 114 puede cambiar el estado de los conmutadores 107 a 110 para colocar el campo SC 102 en serie con la bobina de inducido 104. Además, el controlador 114 puede comunicarse con el excitador 106 para hacer que deje de producir corriente de excitación de entrada a la bobina de campo SC 102. La conexión parcial o completa de la bobina de campo SC 102 a la bobina de inducido 104 disipa el flujo de corriente en la bobina de campo SC 102 durante un evento de enfriamiento para evitar daños y facilitar la recuperación del generador en la operación normal.

La figura 2 es un diagrama esquemático de otro sistema 200 de ejemplo para la protección de bobinas de campo de generadores superconductores de acuerdo con realizaciones de ejemplo de la invención. El sistema 200 tiene similitudes (por ejemplo, en la estructura, función, etc.) con el sistema 100, tal como se describió anteriormente. Por ejemplo, el sistema 200 de ejemplo puede ser parte de un generador superconductor e incluye una o más bobinas de campo SC 102 y una o más bobinas de armadura 104, tal como se describe anteriormente. El sistema 200 también incluye un excitador 106, que se describió anteriormente, que está conectado a la bobina de campo SC 102.

Además de la descripción anterior, el excitador 106 está configurado para introducir una corriente de excitación a la bobina de campo SC 102 en un primer estado y para detener la introducción de la corriente de excitación a la bobina de campo SC 102 en un segundo estado. En algunas realizaciones, el excitador 106 también puede operar en un modo de conducción continua en el segundo estado, con lo cual la bobina de campo SC 102 es esencialmente cortocircuitada en la conexión con el excitador 106 (por ejemplo, interno o externo al excitador 106). En otras realizaciones, el excitador 106 alternativamente puede funcionar en un modo de forzado negativo a una tensión límite máxima (o el modo de forzado máximo negativo) que se reduce a un modo de entrada cero (que también puede incluir el modo de conducción continua) en el segundo estado. En el modo de forzado máximo negativo, el excitador 106 aplica hasta una tensión de nivel máximo (o límite) de la bobina de campo SC 102 con una polaridad que provoca una oposición al flujo de corriente en la bobina de campo SC 102, y esta tensión opuesta se reduce a cero cuando el flujo de corriente en la bobina de campo SC 102 se reduce a cero (por ejemplo, disminuyendo así la inversión de la entrada de corriente de excitación a la bobina de campo SC 102). El sistema 200 también incluye un controlador 214 que es similar al controlador 114 descrito anteriormente. Por ejemplo, el controlador 214 monitoriza uno o más características de funcionamiento de la bobina de campo SC 102, tal como la corriente I, la tensión V, y/o la temperatura T.

El controlador 214 también controla al excitador 106, por ejemplo, para cambiar su funcionamiento desde el primer estado al segundo estado respecto a la bobina de campo SC 102. El sistema 200 también incluye un segundo controlador 216 en comunicación con la bobina de inducido 104 y la salida del generador 112, que se describió anteriormente. El controlador 216 está configurado para controlar y/o modificar una o más características de funcionamiento de bobina de inducido 104, tal como una magnitud, el ángulo de fase, etc. de un flujo de corriente en la bobina de inducido 104. El controlador 216 puede controlar y/o modificar estas características para causar una disipación inductiva del flujo de corriente en la bobina SC 102 a través de bobina de inducido 104. El controlador 214 está en comunicación con el controlador 216 para modificar estas características de funcionamiento en respuesta a un evento de enfriamiento de la bobina SC 102. El controlador 216 también puede estar estructurado y configurado similar al controlador 114, tal como se ha descrito anteriormente, y puede incluir componentes adicionales para funcionar en consecuencia. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el controlador 216 puede incluir un dispositivo convertidor.

En una operación ejemplar (similar a la descripción anterior para el sistema 100), durante la operación de un generador que incluye el sistema 200, una o más características de funcionamiento I, V, T de la bobina de campo SC 102 se supervisan para detectar un evento de enfriamiento de la bobina SC 102 mediante el controlador 214. Si el controlador 214 determina un evento de enfriamiento en consecuencia, el controlador 214 puede comunicarse con el controlador 216 para hacer que modifique una característica de funcionamiento de la bobina de inducido 104 para causar una disipación inductiva del flujo de corriente en la bobina SC 102. Además, el controlador 214 puede cambiar el excitador 106 desde el primer estado al segundo estado tal como se describió anteriormente.

En algunas realizaciones, una operación ejemplar del sistema 200 en el que el controlador 214 detecta un evento de enfriamiento de la bobina SC 102 puede incluir el controlador 216 que causa (por ejemplo, inyecta) un flujo de corriente en la bobina de inducido que produce una fuerza magneto-motriz (MMF) que es igual y opuesta a una MMF producida por el flujo de corriente en la bobina de campo superconductora para detener inductivamente el flujo de corriente en la bobina de campo superconductora. Por ejemplo, en respuesta a una comunicación desde el controlador 214, el controlador 216 puede suministrar una corriente de eje d significativa (es decir, el eje de flujo) a la bobina de inducido 104 que está dimensionada para coincidir con la fuerza magneto-motriz (MMF) producida por el flujo de corriente en la bobina de campo SC 102. Como que el flujo magnético en la bobina de campo SC 102 está esencialmente atrapado como resultado, el flujo de corriente y la MMF asociada en la bobina de campo SC 102 están obligados a caer a cero. En ese punto, el controlador 214 puede hacer que el excitador 106 cambie desde el primer estado al segundo estado tal como se describió anteriormente. A continuación, el controlador 216 (por ejemplo, sensible al controlador 214) puede disminuir el flujo de corriente en la bobina de inducido 104 para disipar el flujo magnético resultante en la bobina de inducido 104. En algunas realizaciones, el controlador 216 reducirá el flujo de corriente en la bobina de inducido 104 a ninguno (por ejemplo, cero) a una velocidad controlada (por ejemplo, gradualmente). Además, en algunas realizaciones, el controlador 216 reducirá el flujo de corriente en la bobina de inducido 104 mediante la disipación de la energía resultante producida por el generador (por ejemplo, a través de bobina de inducido 104) a través de una carga mecánica conectada al generador, tal como uno o más auxiliares de turbina.

Las operaciones anteriores de ejemplo de sistemas 100, 200 también pueden describir un procedimiento para proteger bobinas de campo de generadores superconductores de acuerdo con realizaciones de ejemplo de la invención. A este respecto, la figura 3 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento 300 de ejemplo para la protección de bobinas de campo de generadores superconductores. El procedimiento 300 de ejemplo incluye un bloque 302 en el que se monitoriza un enfriamiento de una bobina de campo de un generador superconductor. Esta monitorización se puede realizar, por ejemplo, de acuerdo con una o más de las operaciones de ejemplo descritas anteriormente para los sistemas 100, 200. Por ejemplo, la monitorización se puede hacer mediante la monitorización de una o más características de funcionamiento de la bobina de campo SC, tales como el flujo de corriente, la tensión o la temperatura respecto a la bobina de campo SC.

5 El procedimiento 300 ejemplar también incluye un bloque 304 en el que se disipa un flujo de corriente en la bobina de campo SC a través de una bobina de inducido del generador en respuesta a una detección de un enfriamiento rápido de la bobina de campo SC. Esta disipación también se puede hacer, por ejemplo, de acuerdo con una o más de las operaciones de ejemplo descritas anteriormente para los sistemas 100, 200. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el flujo de corriente en la bobina de campo SC puede disiparse por lo menos parcialmente, desconectando la bobina de campo SC de una fuente de excitación del generador y conectando al menos parcialmente la bobina de campo SC a una bobina de inducido del generador, donde en algunas realizaciones, la bobina de campo SC se coloca en serie con la bobina de inducido para esta disipación. En otras realizaciones, el flujo de corriente en la bobina de campo SC puede disiparse mediante la modificación de un flujo de corriente en la bobina de inducido para oponerse inductivamente el flujo de corriente en la bobina de campo SC.

10 Los sistemas ejemplares 100, 200 para la protección de los bobinas de campo de generadores superconductores se ilustran y se describen respecto a varios elementos, componentes, etc., tal como los controladores 114, 214, el excitador 106, y los conmutadores 107-110, a modo de ejemplo. Sin embargo, debe entenderse que otras variaciones, combinaciones, o integraciones de estos elementos que proporcionan las mismas características, funciones, etc. están incluidas dentro del alcance de las realizaciones de la invención. Por ejemplo, las funciones del controlador 114 y el excitador 106 pueden proporcionarse por un solo componente en algunas realizaciones, y las funciones del controlador 214 y del controlador 216 pueden proporcionarse mediante un solo componente en otras realizaciones. Como otro ejemplo, las funciones de los conmutadores 107, 108 pueden estar integradas en el excitador 106 en algunas realizaciones. Otras posibilidades se reconocerán a la vista de la presente descripción.

20 Debe entenderse que el diagrama(s) de flujo aquí descrito es un ejemplo. Puede haber muchas variaciones a esos diagramas o los bloques (u operaciones) descritos en los mismos dentro del alcance de las realizaciones de la invención. Por ejemplo, los bloques se pueden realizar en un orden diferente, o los bloques pueden añadirse, eliminarse o modificarse.

25 La presente descripción escrita utiliza ejemplos para divulgar la invención, incluyendo el modo preferente, y también para permitir la práctica de la invención, incluyendo la fabricación y el uso de cualesquiera dispositivos o sistemas y realizar cualquier procedimiento incorporado. El alcance patentable de la invención está definido por las reivindicaciones, y puede incluir otros ejemplos. Estos otros ejemplos están concebido para estar incluidos en el alcance de las reivindicaciones si tienen elementos estructurales que no difieran del lenguaje literal de las reivindicaciones.

30

REIVINDICACIONES

1. Sistema (100, 200) para la protección de bobinas de campo de generadores superconductores (102), que comprende:

5 un controlador (114, 214) configurado para monitorizar un enfriamiento de una bobina de campo superconductora (102) de un generador y controlar una disipación de un flujo de corriente en la bobina de campo superconductora (102) en un evento de enfriamiento; y **caracterizado por:**

una bobina de inducido (104) del generador configurada para provocar la disipación del flujo de corriente en la bobina de campo superconductora (102) en respuesta al controlador (114, 214) en el caso de enfriamiento de la bobina de campo superconductora (102).

10 2. Sistema (100, 200) según la reivindicación 1, en el que el controlador (114, 214) está configurado para monitorizar el enfriamiento de la bobina de campo superconductora (102) mediante el control de una característica de funcionamiento (I, V, T) de la bobina de campo superconductora (102).

15 3. Sistema (100, 200) según cualquier reivindicación anterior, en el que la característica de funcionamiento (I, V, T) de la bobina de campo superconductora (102) monitorizada por el controlador es al menos una del flujo de corriente en la bobina de campo superconductora (102), una tensión de la bobina de campo superconductora (102), o una temperatura de la bobina de campo superconductora (102).

4. Sistema (100, 200) según cualquier reivindicación anterior, en el que el controlador (114, 214) también está configurado para comunicarse con una fuente de excitación (106) del generador para detener la entrada de una corriente de excitación a la bobina de campo superconductora (102) en el caso de enfriamiento.

20 5. Sistema (100) según cualquier reivindicación anterior, en el que:

la bobina de inducido (104) está configurada para provocar la disipación del flujo de corriente en la bobina de campo superconductora (102) a través de un primer conmutador (107) y un segundo conmutador (108), en el que el primer conmutador (107) y el segundo conmutador (108) conectan la bobina de campo superconductora (102) a una fuente de excitación (106) del generador en un primer estado y conectan la bobina de campo superconductora (102) a por lo menos una porción de la bobina de inducido (104) en un segundo estado; y el controlador (114, 214) está configurado para controlar la disipación del flujo de corriente en la bobina de campo superconductora (102) en el caso de enfriamiento, haciendo que el primer conmutador (107) y el segundo conmutador (108) cambien desde el primer estado al segundo estado.

25

6. Sistema (100) según la reivindicación 5, en el que:

la bobina de la armadura (104) también está configurada para provocar la disipación del flujo de corriente en la bobina de campo superconductora (102) a través de un tercer conmutador (109), en el que el tercer conmutador (109) conecta la bobina de inducido (104) a una salida (112) del generador en un primer estado y desconecta la bobina de inducido (104) de la salida (112) del generador en un segundo estado; y el controlador (114) está también configurado para controlar la disipación del flujo de corriente en la bobina de campo superconductora (102) en el caso de enfriamiento, causando el tercer conmutador cambiar desde el primer estado al segundo estado para colocar la bobina de campo superconductora (102) en serie con al menos la porción de la bobina de inducido (104).

30

35

7. Sistema (200) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la bobina de inducido (104) está configurada para provocar la disipación del flujo de corriente en la bobina de campo superconductora (102) a través de un segundo controlador (216) y una fuente de excitación (106) del generador, en el que:

la bobina de campo superconductora (102) está conectada a la fuente de excitación (106), en el que dicha fuente de excitación (106) está configurada para introducir una corriente de excitación a la bobina de campo superconductora (102) en un primer estado y para detener o invertir de manera decreciente la entrada de la corriente de excitación a la bobina de campo superconductora (102) en un segundo estado;

el segundo controlador (216) está configurado para modificar una característica de funcionamiento de la bobina de inducido (104) para causar una disipación inductiva del flujo de corriente en la bobina de campo superconductora (102) a través de la bobina de inducido (104); y

el controlador (214) está configurado para controlar la disipación de la corriente en la bobina de campo superconductora (102) en el caso de enfriamiento haciendo que el segundo controlador (216) modifique la característica de funcionamiento de la bobina de inducido (104) y haga que la fuente de excitación (106) cambie desde el primer estado al segundo estado.

45

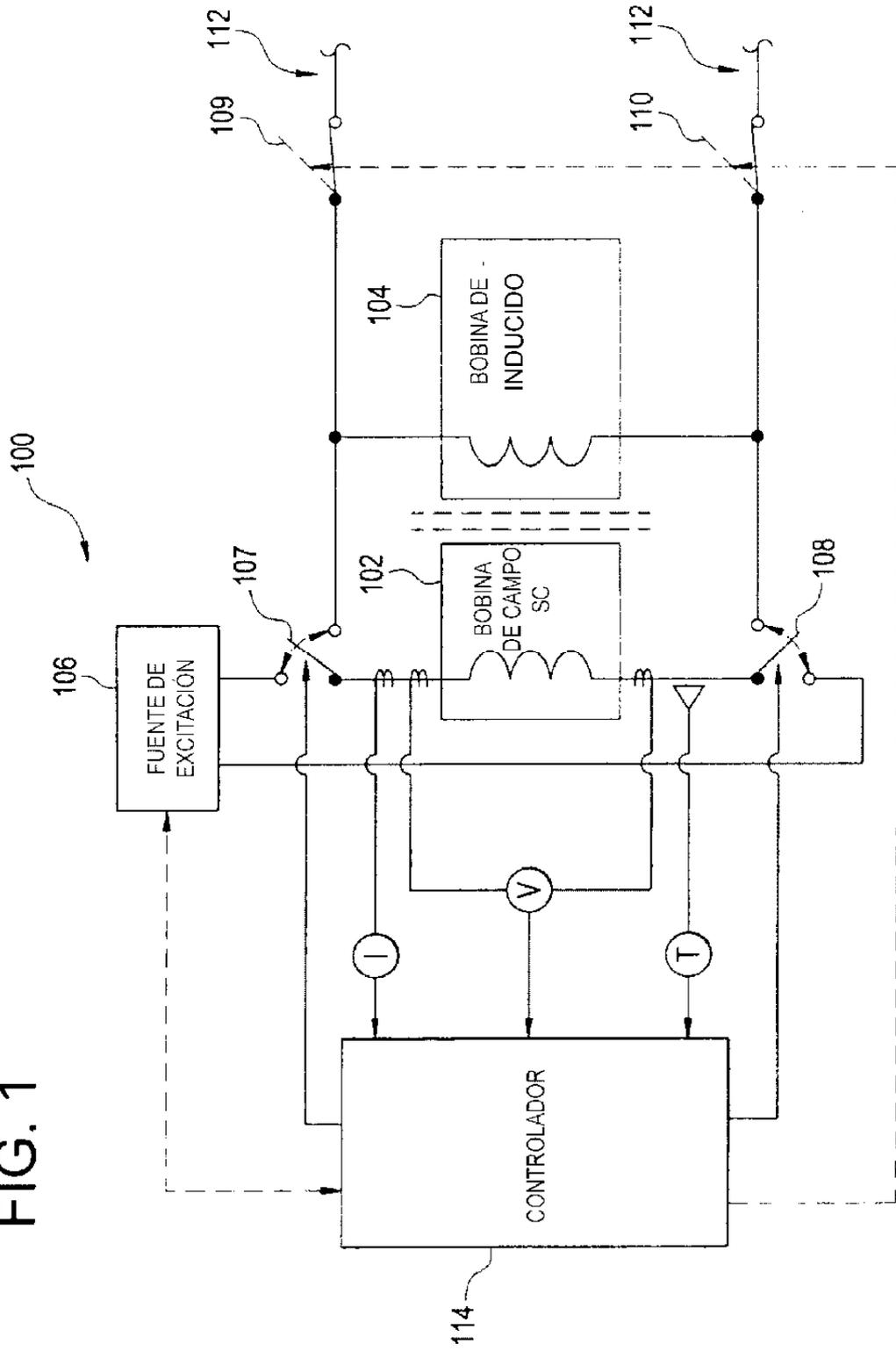
50

8. Sistema (200) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4 ó 7, en el que la característica de funcionamiento de la bobina de inducido (104) modificada por el segundo controlador (216) es un flujo de corriente en la bobina de inducido (104), en el que el flujo de corriente se modifica para causar la oposición inductiva del flujo de corriente en la bobina de campo superconductora (102).

55

9. Sistema (200) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, 7 u 8, en el que el controlador (214) y el segundo controlador (216) están integrados como un solo controlador.

FIG. 1



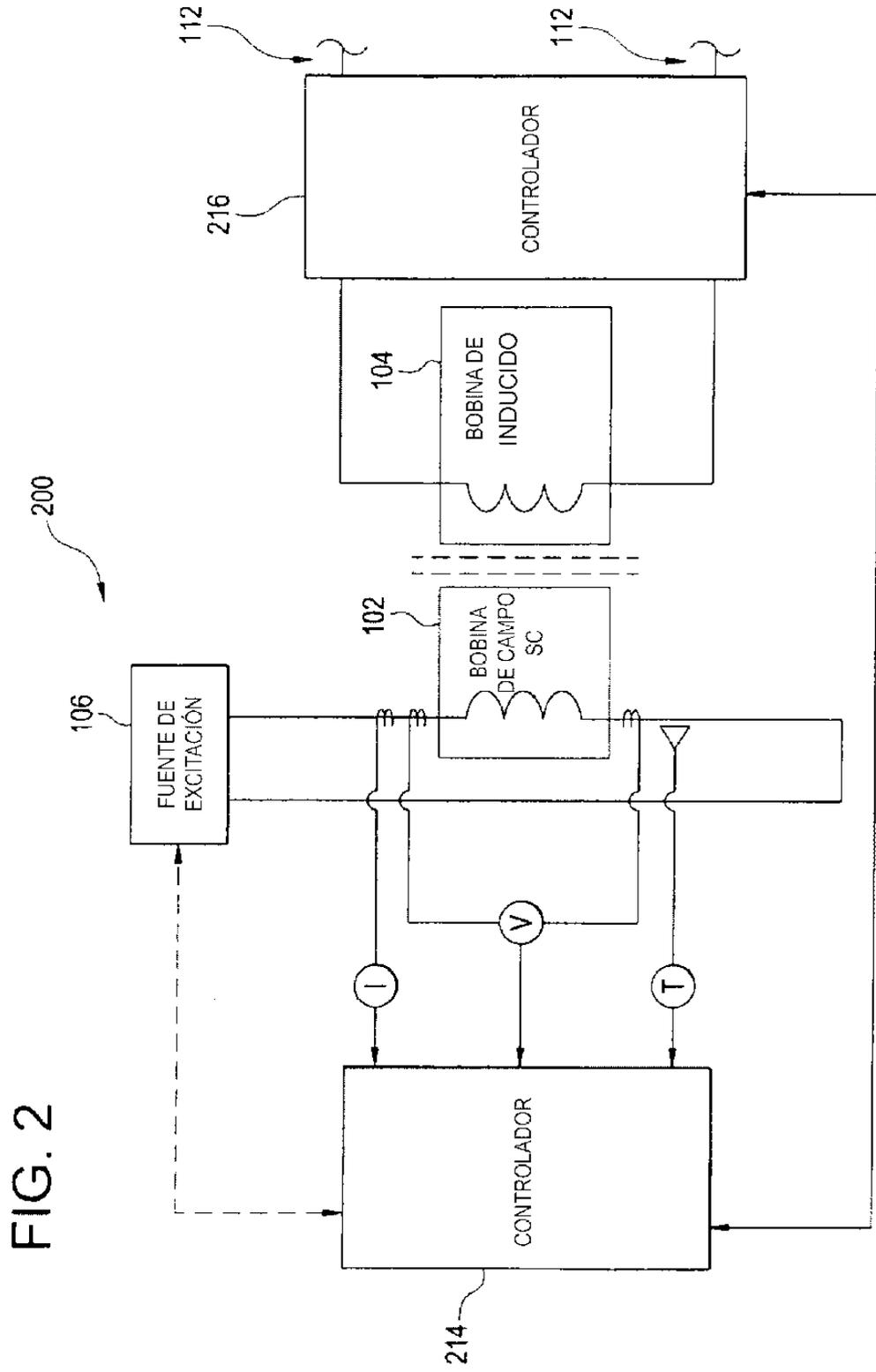


FIG. 3

