

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 673 198**

51 Int. Cl.:

**H02K 15/02** (2006.01)

**H02P 27/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.05.2013** E 13169080 (2)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.04.2018** EP 2806544

54 Título: **Sistema de excitación modular**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**20.06.2018**

73 Titular/es:

**GENERAL ELECTRIC TECHNOLOGY GMBH  
(100.0%)  
Brown Boveri Strasse 7  
5400 Baden, CH**

72 Inventor/es:

**HOBELBERGER, MAXIMILIAN y  
QUADRANTI, MARKUS**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 673 198 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**

Sistema de excitación modular

5 Campo de la invención

La presente divulgación se refiere a un sistema de excitación modular para someter a prueba las estructuras laminadas de un núcleo de estator. Además, la presente divulgación se refiere a una prueba de alta energía de un núcleo de estator de un generador eléctrico.

10 Antecedentes

El núcleo de estator de un generador eléctrico está compuesto por un gran número de hojas laminadas. Estas hojas laminadas son hojas de hierro delgadas con cristales orientados. Están aisladas una de otra para reducir las pérdidas por corrientes de Foucault entre las estructuras laminadas. El ensamblaje de estructuras laminadas puede reforzarse mecánicamente a través de una pluralidad de cuñas a través del yugo de estator así como anillos y placas de presión.

20 Durante el ensamblaje y también durante el funcionamiento, pueden producirse fallos en el aislamiento entre las hojas laminadas como consecuencia de esfuerzos térmicos y magnéticos y de vibraciones y deformaciones mecánicas. Estos fallos cortocircuitan las hojas del estator. Pueden dar como resultado corrientes de Foucault significativas que circulan entre las hojas con defectos. Las pérdidas debidas a este tipo de corrientes de Foucault pueden dar como resultado la fusión del hierro e incluso un fallo térmico del aislamiento eléctrico de las barras de estator adyacentes.

25 Existen dos procedimientos de prueba establecidos conocidos como pruebas de alta energía y baja energía. La presente divulgación se centra en las pruebas de alta energía.

30 Una prueba de alta energía requiere la inducción de una densidad de flujo magnético de aproximadamente 1,0 - 1,5 teslas en el núcleo de estator. La densidad de flujo alterna con el tiempo de una manera similar a la densidad de flujo en servicio. Debido a las corrientes de Foucault las hojas con cortocircuitos mostrarán un aumento de la temperatura significativamente mayor que la temperatura promedio del núcleo de estator. Entonces se detecta un sobrecalentamiento local por medio de mediciones de temperatura. Para este fin, pueden utilizarse cámaras infrarrojas.

35 El procedimiento de alta energía para someter a prueba núcleos de estator tiene varias desventajas. Requiere un suministro de alta potencia y un devanado de excitación de alta potencia. El devanado de excitación consiste normalmente en varios devanados de un cable y está dimensionado de manera adecuada de modo que el suministro de alta potencia pueda conducir suficiente corriente alterna a través del devanado de excitación. Para conseguir una densidad de flujo magnético de 1,5 teslas a través del núcleo de estator, el suministro de alta potencia debe proporcionar una corriente y una tensión significativas.

45 Normalmente las corrientes estarían en el intervalo de varios kA y las tensiones en el intervalo de varios kV. Por consiguiente, la cantidad de potencia reactiva inductiva requerida para la prueba está en el intervalo de varios MVar. La excitación de un turbogenerador de 330 MW o de un hidrogenerador de 50 MW requeriría normalmente un suministro de alta potencia en forma de transformador de 4 MVA, 6,3 kV. *In situ*, ni la red eléctrica ni ninguna otra fuente puede suministrar 4 MVA de potencia predominantemente reactiva a un transformador de 4 MVA, 6,3 kA.

50 La corriente inductiva anterior puede compensarse, al menos en parte, a través de un condensador. Este condensador estaría conectado en paralelo al devanado de excitación. Especialmente cuando se someten a prueba generadores eléctricos grandes, los devanados del devanado de excitación pueden estar dispuestos simétricamente alrededor del núcleo de estator. La disposición simétrica del devanado de excitación da lugar a una distribución más uniforme de la densidad de flujo magnético a través del núcleo.

55 Las tensiones de varios kV aplicadas en la prueba de alta energía suponen un riesgo para el personal cerca de la prueba. Esto es aplicable tanto al devanado de excitación como a cualquier transformador que alimente a ese devanado. Por consiguiente, se toman precauciones para pruebas de alta tensión tales como análisis de seguridad en el trabajo, vallas con seguros alrededor de cualquier equipo de alta tensión, interruptores para la desactivación de emergencia, etc. Todas estas precauciones hacen que el procedimiento sea más oneroso y se suman al coste de las pruebas de alta energía.

60 Surge otro problema debido a la curva de saturación no lineal del hierro de estator. La relación entre la densidad de flujo magnético  $B$  en el núcleo de estator y la corriente de excitación  $I$  a través de un devanado con  $N$  vueltas puede describirse como

65 
$$B \propto N \cdot I$$

5 Sin embargo, esta relación es válida sólo en el régimen lineal. A medida que aumenta la corriente  $I$  a través del devanado de excitación, se satura el núcleo de estator hecho de estructuras laminadas de hierro. Entonces la relación entre la densidad de flujo magnético  $B$  y la corriente de excitación  $I$  se vuelve no lineal. Debido a la saturación la corriente  $I$  a través del devanado de excitación aumentará más rápido que de manera lineal con la densidad de flujo magnético  $B$  para  $B \geq 1,3$  teslas. En realidad puede volverse prácticamente imposible suministrar la corriente reactiva porque no está disponible una fuente adecuada de corriente inductiva.

10 Otro enfoque puede hacer uso de un convertidor electrónico de potencia para suministrar al devanado de excitación. La potencia reactiva requerida para el devanado de excitación puede proporcionarse al menos en parte por un circuito para el almacenamiento de energía integrado en el convertidor electrónico de potencia. Una ventaja de esta solución es que están cubiertos todos los casos de carga hasta una potencia reactiva máxima. Una desventaja de esta solución es que el convertidor electrónico de potencia necesita diseñarse para una carga máxima. Esto, a su vez, se suma al coste del convertidor. Además, los componentes de la electrónica de potencia dentro del convertidor  
15 deben estar diseñados para resistir tensiones de varios kV. Debido a la naturaleza de los componentes de la electrónica de potencia tales como tiristores y transistores bipolares de puerta aislada el requisito de resistencia a la alta tensión puede ser difícil de cumplir.

20 El enfoque expuesto en el documento EP2541751 soluciona parcialmente estos problemas proporcionando una pluralidad de módulos de excitación cada uno con un devanado de excitación. Los devanados de excitación están dispuestos alrededor del núcleo de estator y cada devanado de excitación proporciona una parte de la excitación global. Por consiguiente, la tensión por cada devanado de excitación se convierte sólo en una parte de la tensión que existiría si hubiera sólo un devanado de excitación. Dicho de otro modo, se reduce el peligro de la alta tensión mencionado anteriormente. El enfoque tal como se expone en el documento EP2541751 sigue sin poder solucionar  
25 el problema de la alta corriente. Como se mencionó anteriormente, puede volverse prácticamente imposible suministrar la corriente de excitación completa cuando se satura la densidad de flujo magnético a través del núcleo de estator.

30 La presente divulgación pretende cubrir las necesidades mencionadas anteriormente y superar las dificultades mencionadas anteriormente.

#### Sumario de la invención

35 La presente divulgación se refiere a un sistema de excitación modular para someter a prueba las estructuras laminadas de un núcleo de estator. El sistema de excitación según la presente divulgación reduce los problemas mencionados anteriormente con respecto a la alta tensión y la alta corriente. Para este fin, se proporcionan una pluralidad de módulos de excitación. Un módulo de excitación típico comprende una fuente de alimentación de CA, un condensador y un devanado de excitación. Sin embargo, también son posibles módulos de excitación sin condensador, o devanados de excitación con sólo un condensador, pero sin fuente de alimentación. El número de  
40 módulos de excitación depende de la potencia nominal y del tipo de generador. Una unidad de sincronización está conectada a cada módulo de excitación. La unidad de sincronización sincroniza o incluso ajusta los valores de corriente a través de cada devanado de excitación. En una forma de realización preferida, todas estas corrientes son iguales y están sincronizadas, es decir, tienen básicamente los mismos cruces por cero.

45 La fuente de alimentación se caracteriza por el hecho de que actúa como fuente de corriente en su salida de potencia. El término "fuente de corriente" se utiliza en este caso en su significado electrotécnico específico, indicando, que la corriente de salida real es sustancialmente independiente de la tensión de salida real. En un diagrama de circuito equivalente este comportamiento puede modelarse disponiendo una impedancia de salida elevada en la salida de la fuente de alimentación. Tanto los transformadores como los convertidores de potencia electrónicos con una impedancia de salida elevada en el sentido mencionado anteriormente en sus salidas son  
50 adecuados como suministros.

Debido a esta impedancia de salida grande de la salida del suministro, el suministro no responde por ejemplo a cambios rápidos en la tensión de salida. Cuando la tensión de salida, es decir, la tensión de excitación, experimenta una tasa de cambio rápida, es decir, tiene un valor (absoluto) elevado de su derivada en el tiempo, debido a los efectos de saturación del núcleo, la corriente de salida de la fuente de alimentación no se verá afectada por esa tasa de cambio rápida. Entonces la corriente de excitación se proporcionará en un alto grado por el condensador que también forma parte del módulo de excitación. Este condensador está conectado preferiblemente en paralelo al devanado de excitación.  
60

La impedancia de salida de ese condensador sería de manera ideal cero. En la práctica, las inductancias de cualquier cable que conecte el condensador al circuito introducirán impedancias parásitas en su salida. Estas impedancias inductivas en la salida del condensador serán definitivamente menores que la inductancia de salida del suministro. Por tanto, a diferencia del suministro, el condensador puede producir aumentos y disminuciones rápidos en la corriente de excitación.  
65

En principio, el sistema de excitación modular funciona a cualquier frecuencia de base del flujo magnético alterno a través del núcleo de estator. En una forma de realización preferida prevista para máquinas con una salida de 50 Hz, el sistema de excitación modular utiliza una frecuencia de base entre 45 Hz y 55 Hz. En una forma de realización preferida prevista para generadores eléctricos con una salida de 60 Hz, el sistema de excitación modular utiliza  
 5 frecuencias de base entre 55 Hz y 65 Hz. Estas frecuencias preferidas permiten llevar a cabo la prueba cerca de las frecuencias de base del flujo magnético alterno cuando el generador eléctrico tiene un funcionamiento normal. En este caso cabe indicar que la forma en el tiempo del flujo alterno no será necesariamente sinusoidal.

La presente divulgación se refiere a una prueba de alta energía de un núcleo de estator de un motor o generador  
 10 eléctrico. Para llevar a cabo la prueba de alta energía, una pluralidad de devanados de excitación están dispuestos alrededor del núcleo de estator. Entonces cada devanado de excitación se conecta a un condensador y a un suministro para formar un módulo de excitación. Se conecta una unidad de sincronización a todos los suministros.

En un caso a modo de ejemplo de suministros electrónicos que funcionan como fuentes de corriente los suministros  
 15 reciben una señal desde la unidad de sincronización para ajustar sus corrientes de salida, sus frecuencias y sus fases relativas. Dentro del suministro, un módulo de control recibe esta señal. La unidad de control también recibe una entrada desde un sensor de corriente que mide la corriente de salida. La unidad de control compara el valor de referencia con la corriente real en su salida. La señal procedente del módulo de control se utiliza para ajustar la corriente de salida. Entonces se repite el ajuste de la corriente de salida basándose en una comparación entre la  
 20 corriente real y un valor de referencia. En una forma de realización particular, se emplea un control PID (proporcional, integral y derivativo) para el control de la corriente de excitación. En otras formas de realización, el control se basa en redes neurales o en lógica difusa u otras topologías de controlador avanzadas.

Breve descripción de los dibujos

25 Los objetivos anteriores y muchas de las ventajas relacionadas de esta invención se apreciarán más fácilmente al entenderse mejor haciendo referencia a la siguiente descripción detallada tomada junto a los dibujos adjuntos, en los que:

30 La figura 1 es un dibujo esquemático de un dispositivo de excitación según la presente divulgación.

La figura 2 es otro dibujo esquemático de un dispositivo de excitación según la presente divulgación.

35 La figura 3 es una tercera variación de un dispositivo de excitación.

La figura 4 es un esquema con detalles del suministro.

Descripción detallada de la invención

40 La figura 1 es un dibujo esquemático del dispositivo de excitación junto con un núcleo de estator. La figura 1 muestra cuatro devanados de excitación 1-4 dispuestos simétricamente alrededor del núcleo de estator 5. El núcleo de estator 5 está hecho normalmente de una pila de hojas de laminación. Antes de una prueba de alta energía, normalmente se retira un rotor de la perforación 14 (cilíndrica) a través del centro del estator. El núcleo de estator 5 tal como se muestra en la figura 1 se representa mediante un círculo cerrado de material magnéticamente activo que  
 45 corresponde a los círculos cerrados formados por las estructuras laminadas y los segmentos de laminación individuales del núcleo de estator 5.

Unas flechas indican el sentido de las corrientes que fluyen a través de los devanados de excitación 1-4. Las  
 50 corrientes de excitación contribuyen en conjunto en el mismo sentido a la densidad de flujo magnético  $B$  dentro del núcleo de estator 5. Las corrientes a través de los devanados de excitación 1-4 son corrientes alternas. Por tanto, las corrientes a través de los devanados de excitación 1-4 como se indica mediante las flechas cambian de sentido preferiblemente 50 o 60 veces por segundo. Las flechas indican el sentido positivo de las corrientes de excitación en un momento. Lo mismo ocurre en el caso de la densidad de flujo magnético. La corriente a través de los devanados  
 55 de excitación 1-4 alterna y así lo hace el sentido de la densidad de flujo magnético  $B$ .

La figura 1 muestra una disposición simétrica de cuatro devanados de excitación 1-4 alrededor de un núcleo de  
 60 estator 5. En otra forma de realización, los devanados de excitación 1-4 no están dispuestos simétricamente alrededor del núcleo de estator 5. Normalmente un devanado de excitación 1-4 comprendería entre dos y cinco vueltas. Por ejemplo, podría estar hecho de un cable de baja tensión o media tensión y alta corriente enrollado alrededor del núcleo de estator 5.

Un condensador 6-9 está conectado eléctricamente a cada uno de los cuatro devanados de excitación 1-4. En una  
 65 forma de realización preferida, los condensadores 6-9 están conectados en paralelo a los devanados de excitación 1-4. Para que los condensadores 6-9 produzcan cambios rápidos de la corriente a través de los devanados de excitación 1-4, deben evitarse impedancias inductivas parásitas en las salidas de los condensadores 6-9.

Normalmente las conexiones eléctricas entre los condensadores 6-9 y los devanados de excitación 1-4 serían prácticamente lo más cortas posible.

5 Cada devanado de excitación 1-4 en la figura 1 también está conectado eléctricamente a un suministro 10-13. La forma de realización de la figura 1 muestra los devanados de excitación 1-4, los condensadores 6-9 y los suministros 10-13 conectados en paralelo. Los suministros 10-13 son preferiblemente fuentes de corriente en el sentido mencionado anteriormente. Preferiblemente, las impedancias de salida de los suministros 10-13 son al menos tres veces mayores que las impedancias de salida inductivas de los condensadores 6-9. De este modo, los condensadores 6-9 permiten aumentos o disminuciones rápidos de la corriente a diferencia de los suministros 10-13. 10 Especialmente cuando se satura el hierro del núcleo de estator 5, la corriente a través de los devanados de excitación 1-4 aumenta drásticamente y bastante rápido. A continuación se suministra la corriente de excitación mediante los condensadores 6-9 en lugar de mediante los suministros 10-13. En un caso óptimo, los suministros 10-13 proporcionan predominantemente la potencia activa requerida para compensar las pérdidas por magnetización y corrientes de Foucault del núcleo de estator 5. Los condensadores 6-9 proporcionan predominantemente la potencia reactiva requerida por la carga que consiste en las bobinas de excitación 1-4 y el núcleo de estator 5. 15

En otra forma de realización preferida, los suministros 10-13 son transformadores con impedancias de fuga altamente inductivas o incluso inductancias separadas en las salidas. Un transformador con una inductancia (de fuga o separada) de 3 mH en su salida sería un ejemplo típico. 20

En otra forma de realización, se utiliza como suministro 10-13 un convertidor de potencia electrónica que funciona como fuente de tensión. Una inductancia suficientemente grande debe estar conectada en serie a la salida del convertidor de potencia electrónica para alcanzar una impedancia de salida suficiente.

25 En otra forma de realización más, los suministros 10-13 de los devanados de excitación 1-4 se combinan para formar un suministro que alimenta a todos los devanados de excitación 1-4.

En una forma de realización adicional (figura 2) uno o varios condensadores de compensación (8) están conectados a uno o varios devanados de excitación (3) sin estar conectados a fuentes de alimentación. También es posible 30 conectar una fuente de alimentación (13) a un devanado de excitación (2) sin un condensador de compensación paralelo.

También cabe indicar que el principio de la invención también puede utilizarse en caso de insertar una red de transformación reactiva adicional (figuras 3, 28) entre el condensador de compensación (6) y la bobina de excitación 35 (1) para aumentar la tensión a través de la bobina o para aumentar la corriente a través de la bobina para reducir los valores correspondientes en la salida de la fuente de alimentación. En la técnica se conocen bien estas redes de transformación reactivas.

Los suministros 10-13 para los devanados de excitación 1-4 deben recibir en sí mismos energía. Preferiblemente, éstos (10-13) se alimentan mediante la red eléctrica 15-18. Incluso más preferiblemente, se utiliza una red eléctrica 40 CA trifásica de 400 V para suministrar a los módulos de excitación. Preferiblemente, las fuentes de alimentación proporcionan aproximadamente las mismas corrientes y por tanto las mismas potencias al núcleo de estator. Para que todos los suministros 10-13 proporcionen las mismas corrientes de excitación, a las mismas frecuencias y con los mismos ángulos de fase, se proporciona una unidad de sincronización 19. La unidad de sincronización 19 está 45 conectada a los módulos de excitación 1-4. Normalmente la unidad de sincronización 19 envía señales a los módulos de excitación 1-4 que establecen las corrientes de excitación, las frecuencias y las fases relativas entre las corrientes de excitación.

La figura 4 muestra un convertidor de potencia electrónica como suministro 10 típico. El suministro 10 está 50 conectado a través de una entrada trifásica 20 a la red eléctrica 15-18. La entrada 20 alimenta a un convertidor CA/CC 21 con preferiblemente, pero no necesariamente separación galvánica con respecto a la red que carga un condensador 22 hasta la tensión requerida. Después, un convertidor CC/CA controlable 23 proporciona la corriente al devanado de excitación 1-4 a través de una salida 24. Preferiblemente, el condensador 22 tiene una capacitancia suficiente, de modo que también puede almacenar energía para proporcionar potencia reactiva adicional a un devanado de excitación 1-4. Así, finalmente, el convertidor de potencia electrónica preferible puede funcionar en el 55 modo de 4 cuadrantes. Preferiblemente también tendría un circuito de corrección del factor de potencia (PFC) en su entrada de potencia y también podría realimentar potencia a la red.

Otro terminal de entrada 25 del suministro 10 recibe señales desde la unidad de sincronización 19. Las señales desde la unidad de sincronización 19 se procesan mediante una unidad de control 26 junto con las lecturas de un sensor de corriente 27. La unidad de control 26 se comunica con el convertidor CC/CA 23 para ajustar de manera 60 continua la corriente de salida.

Para aumentar la impedancia de salida del suministro electrónico 10, una inductancia en serie adicional puede estar 65 conectada a su salida 24 de 10. Además, puede añadirse un filtro de ruido en la salida para filtrar las señales de mayor frecuencia generadas por el convertidor CC/CA 23.

Aunque la presente invención se ha descrito en su totalidad en relación con formas de realización preferidas, resulta evidente que pueden introducirse modificaciones dentro del alcance de la misma, sin considerar que la solicitud esté limitada por estas formas de realización, sino por el contenido de las siguientes reivindicaciones.

- 5  
Números de referencia
- 1-4 devanado de excitación
- 10 5 núcleo de estator
- 6-9 condensadores
- 10-13 suministros
- 15 14 perforación de estator
- 15-18 red eléctrica
- 20 19 unidad de sincronización
- 20 entrada
- 21 rectificador CA/CC
- 25 22 condensador
- 23 convertidor CC/CA
- 30 24 salida
- 25 terminal de entrada de señal
- 26 unidad de controlador
- 35 27 sensor de corriente
- 28 red reactiva

**REIVINDICACIONES**

1. Un dispositivo de excitación para la excitación electromagnética de un núcleo de estator (5) de un motor o generador eléctrico, comprendiendo el dispositivo de excitación uno o varios módulos de excitación, comprendiendo cada módulo de excitación un devanado de excitación (1-4) enrollado alrededor del núcleo de estator (5) y una fuente de alimentación (10-13) configurada para contribuir a la excitación global del núcleo de estator (5) conduciendo una corriente de excitación a través del devanado de excitación (1-4), caracterizado por que el módulo de excitación comprende además un condensador (6-9) para la compensación de una corriente inducida para conseguir la densidad de flujo magnético, la fuente de alimentación (10-13) de dicho módulo de excitación actúa como fuente de corriente en su salida por medio del condensador (6-9) conectado en paralelo al devanado de excitación (1-4).
2. El dispositivo de excitación según la reivindicación 1, en el que se omiten uno o varios de los condensadores (6-9).
3. El dispositivo de excitación según la reivindicación 1, en el que se omiten una o varias de las fuentes de alimentación (10-13).
4. El dispositivo de excitación según la reivindicación 1, en el que una o varias de las redes reactivas se insertan entre los condensadores (6-9) y las fuentes de alimentación (10-13).
5. El dispositivo de excitación según la reivindicación 1, en el que la impedancia de salida del suministro (10-13) es al menos tres veces mayor que la impedancia de salida inductiva del condensador (6-9).
6. El dispositivo de excitación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende una unidad de sincronización (19) configurada para comunicarse con los suministros (10-13).
7. El dispositivo de excitación según la reivindicación 6, en el que la unidad de sincronización (19) establece las corrientes de excitación a través de los devanados de excitación (1-4) de cada módulo de excitación.
8. El dispositivo de excitación según la reivindicación 7, en el que la unidad de sincronización (19) establece los mismos valores de la corriente de excitación a través del devanado de excitación (1-4) de cada módulo de excitación.
9. El dispositivo de excitación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los suministros (10-13) generan corrientes de excitación alternas a través de los devanados de excitación (1-4).
10. El dispositivo de excitación según la reivindicación 9, en el que la frecuencia de base de la excitación alterna está entre 45 Hz y 55 Hz.
11. El dispositivo de excitación según la reivindicación 9, en el que las frecuencias de la excitación alterna están entre 55 Hz y 65 Hz.
12. El dispositivo de excitación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el dispositivo de excitación está configurado para recibir potencia eléctrica desde una conexión (20) a una fuente de CA de 400 V (15-18).
13. El dispositivo de excitación según la reivindicación 12, en el que la fuente es una fuente trifásica (15-18).
14. El dispositivo de excitación según las reivindicaciones 12 o 13, en el que la fuente es una red eléctrica (15-18).
15. El dispositivo de excitación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el suministro (10-13) comprende un filtro de salida.
16. El dispositivo de excitación según la reivindicación 15, en el que el filtro de salida está conectado eléctricamente en serie con el devanado de excitación (1-4).
17. Procedimiento para llevar a cabo una prueba de inducción de un núcleo de estator (5) de un motor o generador eléctrico, comprendiendo el procedimiento disponer uno o varios devanados de excitación (1-4) alrededor del núcleo de estator (5), conectar uno o varios de estos devanados de excitación (1-4) eléctricamente en paralelo a un condensador (6-9) para la compensación de una corriente inducida para conseguir la densidad de flujo magnético,

## ES 2 673 198 T3

conectar uno o varios de estos devanados de excitación (1-4) a una fuente de alimentación (10-13) que está configurada para actuar como fuente de corriente en su salida por la conexión paralela del condensador (6-9).

Fig 1

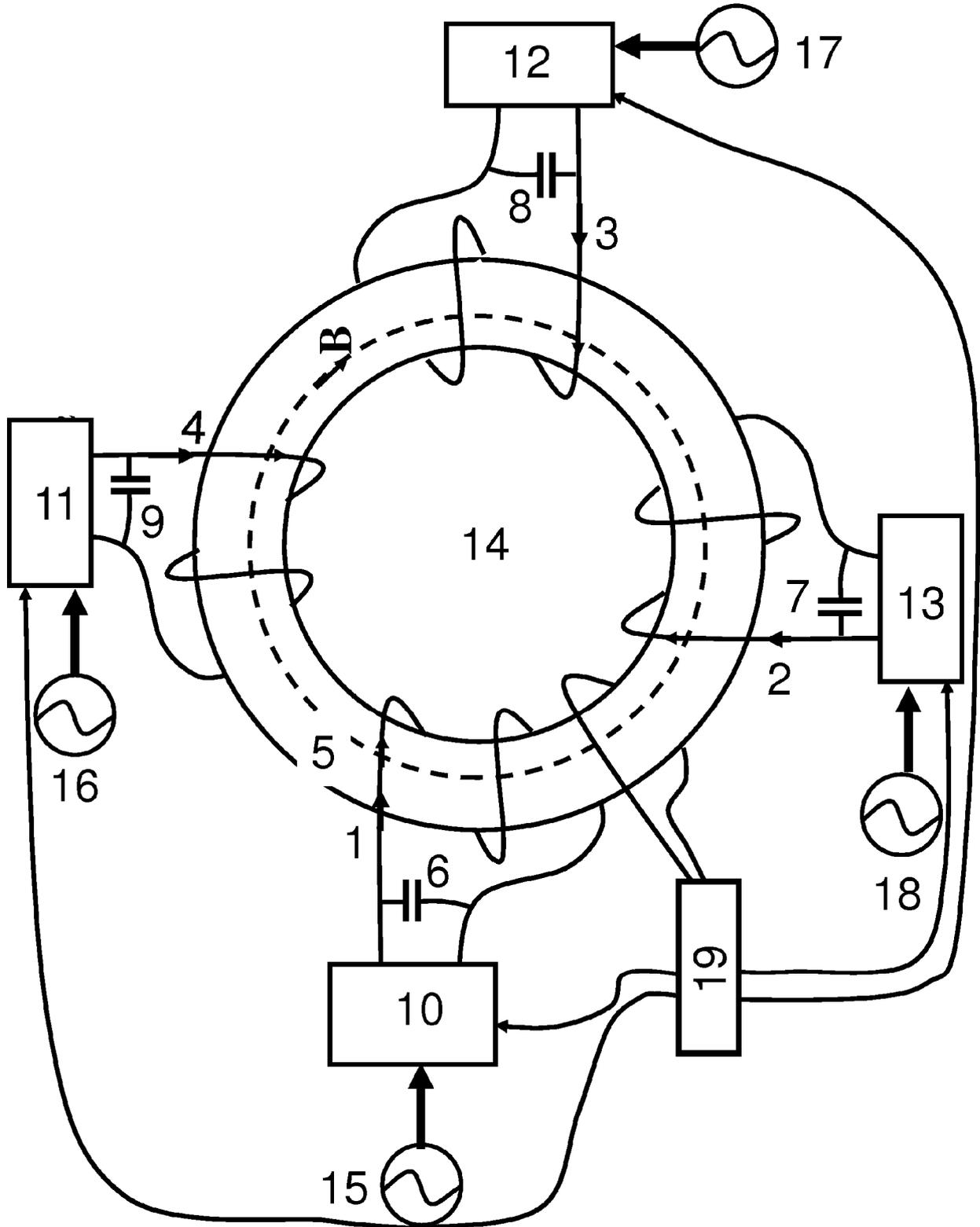


Fig 2

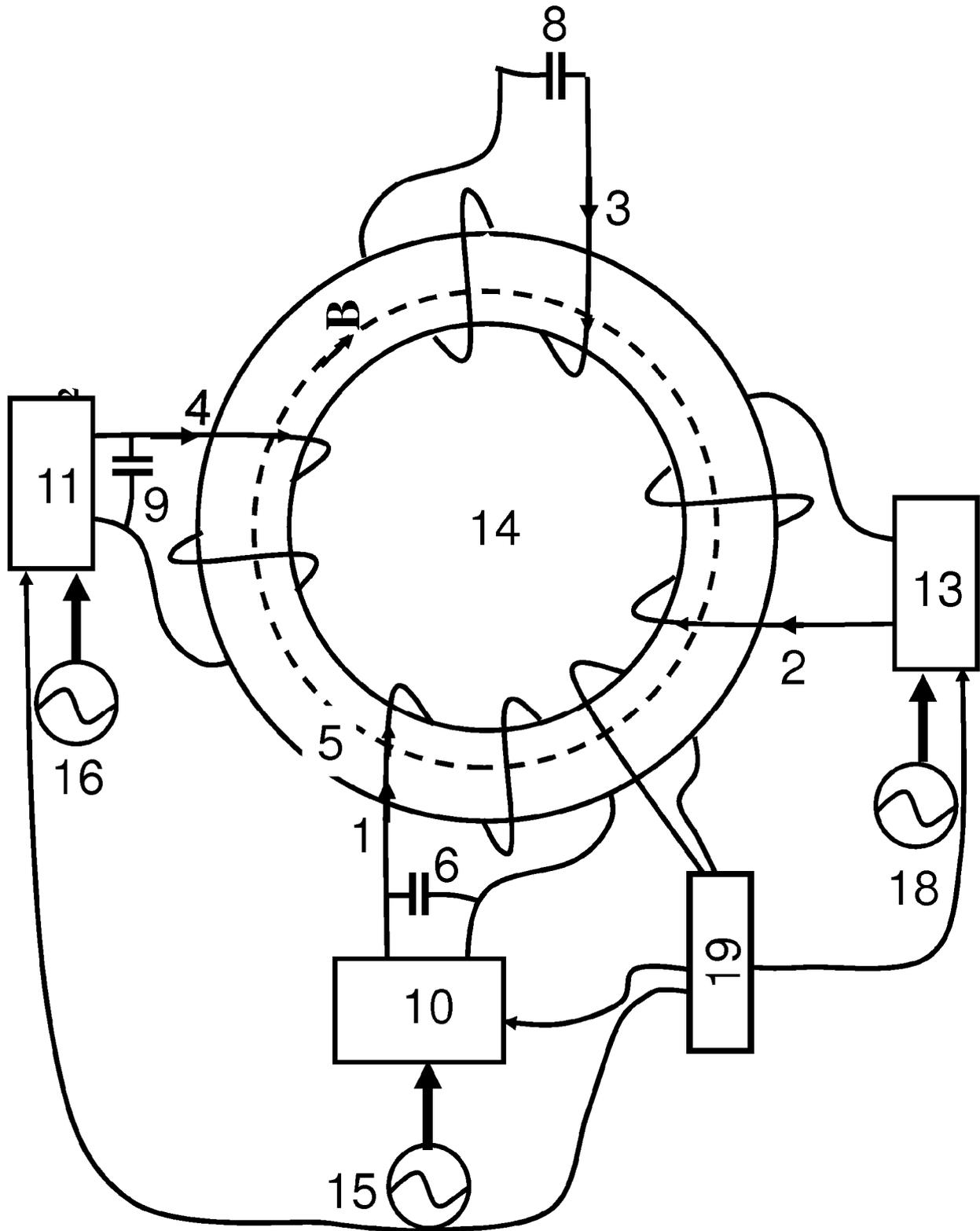


Fig 3

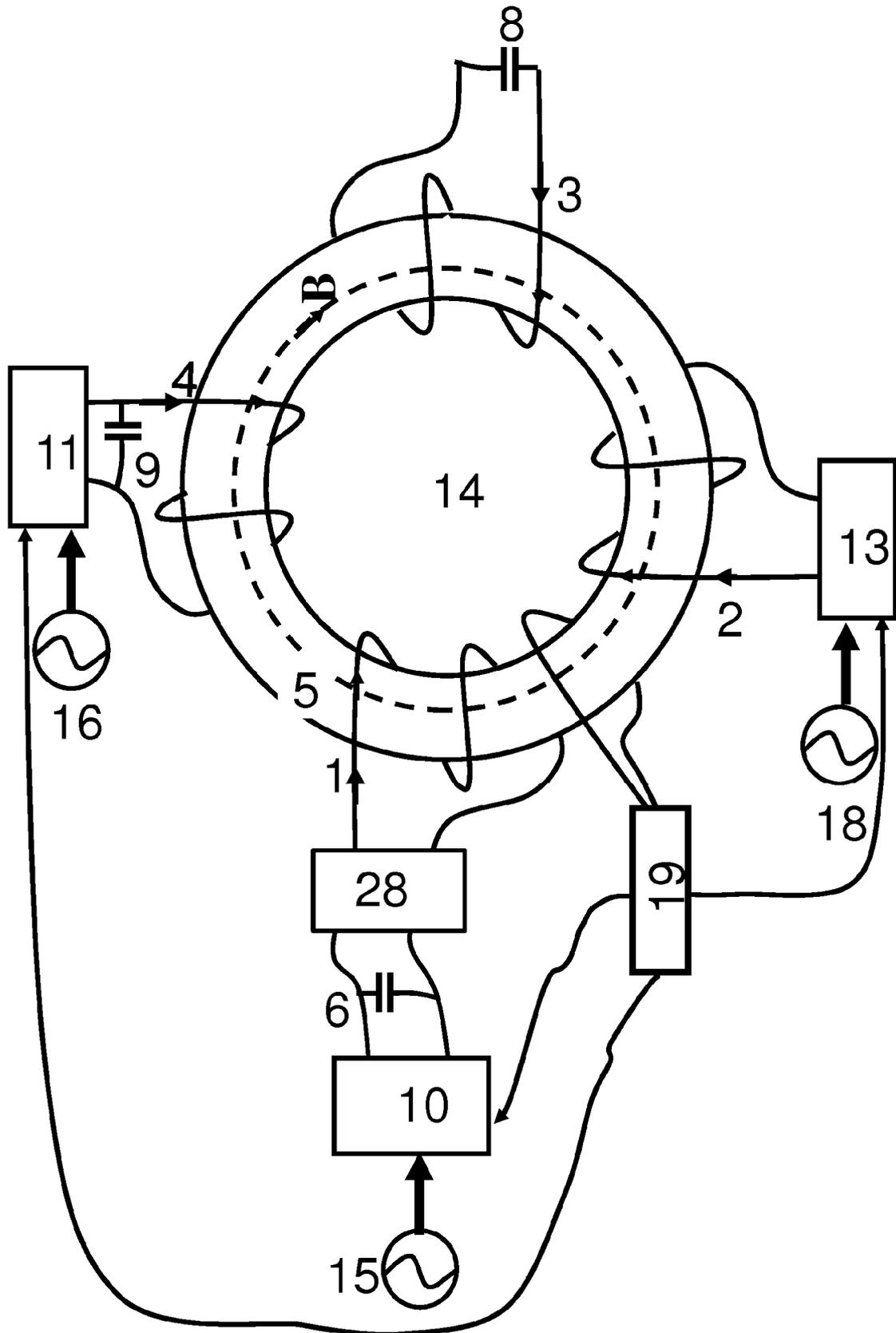


Fig 4

