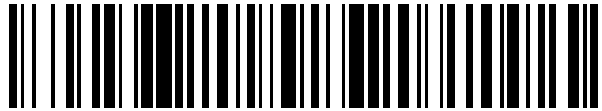


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 682 062**

21 Número de solicitud: 201731347

51 Int. Cl.:

H02H 7/06 (2006.01)

H02P 9/10 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN

B2

22 Fecha de presentación:

22.11.2017

43 Fecha de publicación de la solicitud:

18.09.2018

Fecha de concesión:

24.05.2019

45 Fecha de publicación de la concesión:

31.05.2019

73 Titular/es:

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
(100.0%)
AVDA. RAMIRO DE MAEZTU, 7
28040 MADRID (Madrid) ES**

72 Inventor/es:

**PLATERO GAONA, Carlos Antonio;
PARDO VICENTE, Miguel Ángel;
REBOLLO LÓPEZ, Emilio y
GRANIZO ARRABÉ, Ricardo**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

54 Título: **SISTEMA Y MÉTODO DE PROTECCIÓN FRENTE A FALTAS ENTRE ESPIRAS EN DEVANADOS DE EXCITACIÓN DE MÁQUINAS SÍNCRONAS CON EXCITACIÓN ESTÁTICA**

57 Resumen:

Sistema y método de protección frente a faltas entre espiras en devanados de excitación de máquinas síncronas con excitación estática basado en la comparación de la intensidad de excitación medida con la corriente de excitación teórica calculada para ese punto de funcionamiento a partir de las medidas de tensión y corriente en el inducido.

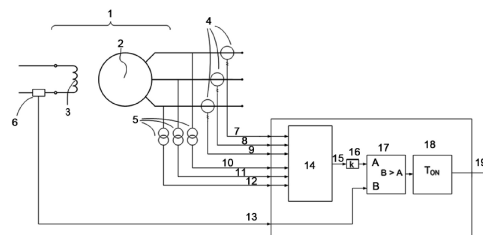


FIG.1

ES 2 682 062 B2

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 41 LP 24/2015. Dentro de los seis meses siguientes a la publicación de la concesión en el Boletín Oficial de la Propiedad Industrial cualquier persona podrá oponerse a la concesión. La oposición deberá dirigirse a la OEPM en escrito motivado y previo pago de la tasa correspondiente (art. 43 LP 24/2015).

DESCRIPCIÓN

Sistema y método de protección frente a faltas entre espiras en devanados de excitación de máquinas síncronas con excitación estática.

5

Objeto de la invención

La presente invención pretende desarrollar una nueva protección para faltas entre espiras en los devanados de excitación de máquinas síncronas con excitación estática capaz de detectar este tipo de defectos con la máquina en funcionamiento.

10

Una clara aplicación son los sistemas de generación de energía eléctrica, en los que se utilizan generadores síncronos. Con el sistema objeto de la presente invención se pretende detectar el defecto entre espiras en los devanados de excitación en máquinas con excitación estática.

15

Problema técnico a resolver y Antecedentes de la invención

Toda instalación eléctrica debe estar dotada de sistemas de protección que la hagan segura ante posibles cortocircuitos y otros defectos que puedan causar daños tanto a las propias instalaciones como a las personas.

20

En el caso de grupos de generación, dichas protecciones deben, además, garantizar el suministro de energía a la red del modo más fiable posible, tratando de discriminar los niveles de gravedad de las faltas que se produzcan.

25

Uno de los posibles defectos que se pueden presentar en las máquinas síncronas, es la falta entre espiras en los devanados de excitación.

Los devanados de excitación son alimentados por corriente continua. El defecto entre espiras en estos devanados puede no ser peligroso, admitiéndose en algunas máquinas un determinado porcentaje de espiras en cortocircuito. Para la detección de este tipo de defectos.

30

Por lo tanto suele ser práctica habitual el realizar ensayos en los devanados de excitación cuando con las máquinas paradas.

35

Uno de los métodos más utilizado es el conocido como equilibrio de polos (Pole drop testing). Este ensayo consiste en alimentar el devanado de excitación con una tensión determinada y comprobar la tensión en cada uno de los polos que componen el devanado. Si alguna de las tensiones medidas es inferior a la del resto de los polos, esto indica que en el polo correspondiente existe un defecto entre espiras. Normalmente este ensayo se realiza con una fuente de tensión de corriente alterna, aunque en corriente continua también funciona.

40

Otro método es la aplicación de una onda de tensión con muchas frecuencias, y hacer un análisis de la respuesta en frecuencia del devanado. Se puede hacer con una onda cuadrada (tipo delta Dirac) o bien con una onda senoidal donde se varía la frecuencia. Para evaluar si el devanado tiene defecto o no hay que comparar el resultado del ensayo con otro ensayo en condiciones normales sin defecto. Otra posibilidad es realizar el ensayo polo a polo y compararlos, si algún polo tiene una respuesta en frecuencia distinto, indica que tiene un defecto.

45

Todos estos métodos necesitan que la máquina esté fuera de servicio para verificar si hay defecto entre espiras en el devanado de excitación.

50

Además conviene tener en cuenta una serie de patentes relacionadas con la invención:

PCT/US2010/021948 (25.01.2010) ES2426970 T3 (28.10.2013) General Electric Company (100.0%) ROBUST ON LINE STATOR TURN FAULT IDENTIFICATION SYSTEM.

P201431921 (23.12.2014) ES2534950 A1 (30.04.2015) UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID (100.0%) Sistema y método de protección ante faltas entre espiras en máquinas síncronas

10 Descripción de la invención

Con objeto de aportar una solución a la problemática citada anteriormente, se presenta el siguiente Sistema y Método de protección frente a faltas (cortocircuitos) entre espiras en devanados de excitación de máquinas síncronas con excitación estática.

El sistema y el método objetos de la invención ofrecen una protección para máquinas eléctricas síncronas de excitación estática que detecta defectos entre espiras de los arrollamientos de excitación.

La fuerza magnetomotriz creada por el devanado de excitación de una máquina síncrona es el producto del número de espiras y la corriente que circula por el devanado.

El principio de funcionamiento de esta protección está basado en que en el caso de cortocircuito entre espiras en el devanado de excitación, para producir la misma fuerza magnetomotriz es necesario que circule más corriente. Por lo tanto en caso de falta entre espiras para unas condiciones de funcionamiento determinadas la corriente de excitación debe aumentar proporcionalmente al número de espiras en cortocircuito.

El sistema de protección frente a faltas entre espiras en devanados de excitación de máquinas síncronas con excitación estática incluye:

- al menos un sensor de corriente de excitación, conectado al devanado de excitación de la máquina síncrona;
- al menos un medidor de corriente de inducido, conectado a una fase del devanado de inducido de la máquina síncrona;
- al menos un medidor de tensión de inducido, conectado a dicha fase del devanado de inducido de la máquina síncrona;
- un módulo de cálculo, conectado a dicho al menos un medidor de corriente de inducido y a dicho al menos un medidor de tensión de inducido, donde el módulo de cálculo está configurado para calcular una corriente de excitación teórica en función de al menos una medida de corriente de inducido y de al menos una medida de tensión de inducido;
- un módulo comparador, conectado a dicho al menos un sensor de corriente de excitación y al módulo de cálculo, donde el módulo comparador está configurado para:
 - o efectuar una comparación entre al menos una medida de corriente de excitación y la corriente de excitación teórica multiplicada por un determinado coeficiente, y;

- enviar una señal de disparo hacia un dispositivo de protección, en caso de detectar que la medida de corriente de excitación es mayor que la corriente de excitación teórica multiplicada por el mencionado coeficiente.

5 De manera preferente, el sistema de protección frente a faltas entre espiras incluye un temporizador conectado al módulo comparador. El temporizador está configurado para retardar, durante un intervalo de tiempo predeterminado, el envío de la señal de disparo hacia el dispositivo de protección.

10 Según una posible forma de realización de la invención, el sistema de protección frente a faltas entre espiras incluye tres medidores de corriente de inducido, cada uno respectivamente conectado a una fase del devanado de inducido de la máquina síncrona. Igualmente, según esta forma de realización de la invención, el sistema de protección frente a faltas entre espiras incluye tres medidores de tensión de inducido, cada uno respectivamente conectado a una fase del devanado de inducido de la máquina síncrona.

15 Según otra forma de realización de la invención, el sistema de protección frente a faltas entre espiras incluye dos medidores de corriente de inducido, cada uno respectivamente conectado a una fase del devanado de inducido de la máquina síncrona, y dos medidores de tensión de inducido, cada uno respectivamente conectado a las mencionadas fases del devanado de inducido de la máquina síncrona.

20 Según un aspecto de la invención, cada medidor de corriente de inducido comprende un transformador de corriente.

25 También según un aspecto de la invención, cada medidor de tensión de inducido comprende un transformador de tensión.

30 Tal y como ya se ha mencionado, la presente invención se refiere también a un método de protección frente a faltas entre espiras en devanados de excitación de máquinas síncronas con excitación estática.

El método de protección frente a faltas entre espiras, objeto de la presente invención, comprende:

- 35
- efectuar al menos una medida de corriente de excitación en el devanado de excitación de una máquina síncrona;
 - efectuar al menos una medida de corriente de inducido en al menos una fase del devanado de inducido de dicha máquina síncrona;
 - efectuar al menos una medida de tensión de inducido en dicha fase del devanado de inducido de una máquina síncrona;
 - efectuar un cálculo de una corriente de excitación teórica en función de dicha al menos una medida de corriente de inducido y de dicha al menos una medida de tensión de inducido;
 - multiplicar la corriente de excitación teórica calculada por un determinado coeficiente, "k";
- 40
- 45
- 50

- efectuar una comparación entre la medida de corriente de excitación y la corriente de excitación teórica calculada, multiplicada por el mencionado coeficiente "k";
- enviar una señal de disparo hacia un dispositivo de protección en caso de detectar que el valor de la medida de corriente de excitación es mayor que la corriente de excitación teórica calculada, multiplicada por el mencionado coeficiente "k".

5

De manera preferente, el método de protección frente a faltas entre espiras comprende retardar el envío de la señal de disparo al dispositivo de protección, durante un intervalo de tiempo determinado. Esto se hace con el objetivo de evitar disparos espurios. De esta forma si pasado el mencionado intervalo de tiempo determinado, se detecta que el valor de la medida de corriente de excitación sigue siendo mayor que la corriente de excitación teórica calculada, multiplicada por el coeficiente, "k", se envía la señal de disparo al dispositivo de protección.

10

Según una primera forma de realización del método de protección frente a faltas entre espiras, el método comprende efectuar al menos una medida de corriente de inducido en cada una de las tres fases del devanado de inducido de la máquina síncrona, y; efectuar al menos una medida de tensión de inducido en cada una de las tres fases del devanado de inducido de la máquina síncrona.

15

20

Según otra forma de realización del método de protección frente a faltas entre espiras, el método comprende efectuar al menos una medida de corriente de inducido en dos fases (cualesquiera) de las tres fases del devanado de inducido de la máquina síncrona, y; efectuar al menos una medida de tensión de inducido en dichas dos de las tres fases del devanado de inducido de la máquina síncrona.

25

Breve descripción de las figuras

Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de dibujos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente.

30

Figura 1: muestra un esquema de una primera forma de realización del sistema de protección frente a faltas entre espiras en devanados de excitación de máquinas síncronas con excitación estática.

35

Figura 2: muestra un esquema de una segunda forma de realización del sistema de protección frente a faltas entre espiras en devanados de excitación de máquinas síncronas con excitación estática.

40

Descripción detallada

La presente invención se refiere, como ya se ha mencionado anteriormente, a un Sistema y Método de protección frente a faltas (cortocircuitos) entre espiras en devanados de excitación de máquinas síncronas (1) con excitación estática.

45

El sistema de protección frente a faltas entre espiras incluye un sensor (6) de corriente de excitación, de obtención de medidas de corriente de excitación (13). El sensor (6) de corriente de excitación está conectado al devanado de excitación (3) de una máquina síncrona (1). La salida de dicho sensor (6) de corriente de excitación es la medida de corriente de excitación (13).

50

5 El sistema de protección frente a faltas entre espiras incluye al menos un medidor de corriente de inducido (4), de obtención de medidas de corriente de inducido (7, 8, 9). Cada medidor de corriente de inducido (4) está conectado a una fase del devanado de inducido de la máquina síncrona (1). La salida de cada medidor (4) de corriente de inducido es la medida de corriente de inducido (7, 8, 9).

10 Adicionalmente, el sistema de protección frente a faltas entre espiras incluye al menos un medidor de tensión de inducido (5), de obtención de medidas de tensión de inducido (10, 11, 12). Cada medidor de tensión de inducido (5) está conectado a una fase del devanado de inducido de la máquina síncrona (1). La salida de cada medidor (5) de tensión de inducido es la medida de tensión de inducido (10, 11, 12).

15 El sistema de protección frente a faltas entre espiras incluye un módulo de cálculo (14). A la entrada de dicho módulo de cálculo (14) están conectadas las salidas de cada medidor de corriente de inducido (4) y de cada medidor de tensión de inducido (5).

20 El módulo de cálculo (14) está configurado para calcular, en función de las medidas de corriente de inducido (7, 8, 9) y en función de las medidas de tensión de inducido (10, 11, 12), la corriente de excitación teórica (15) que debería circular por el devanado de excitación (3). Por tanto, la salida de dicho módulo de cálculo (14) es la corriente de excitación teórica (15) calculada.

El cálculo de la corriente de excitación teórica (15) se realiza en base a un modelo equivalente de la máquina síncrona (1).

25 Se pueden emplear diversos modelos equivalentes de la máquina síncrona (1).

30 En caso de que la medida de corriente de excitación (13), medida por el sensor (6) de corriente de excitación, sea considerablemente superior a la corriente de excitación teórica (15) calculada, se puede concluir que hay un defecto (cortocircuito) entre las espiras en el devanado de excitación (3).

35 En condiciones normales, se asume y se admite que en una máquina síncrona (1) pueda haber un determinado número de espiras en cortocircuito en el devanado de excitación (3). Por lo tanto, es relativamente normal que la medida de corriente de excitación (13), medida por el sensor (6) de corriente de excitación, sea algo superior a una determinada corriente de excitación teórica (15) calculada.

40 De manera preferente, el sistema de protección frente a faltas entre espiras objeto de la presente invención está configurado para multiplicar la corriente de excitación teórica (15), calculada en el módulo de cálculo (14), por un coeficiente "k" (16). Este coeficiente k (16) absorbe el efecto del aumento de la corriente de excitación causado por un determinado número de espiras en cortocircuito, en el devanado de excitación (3), que se considera admisible.

45 El sistema de protección frente a faltas entre espiras incluye un módulo comparador (17).

A una entrada del módulo comparador (17) está conectada la salida del módulo de cálculo (14), previamente multiplicada por el coeficiente k (16).

50 A otra entrada del módulo comparador (17) está conectada la salida del sensor (6) de corriente de excitación.

El módulo comparador (17) está configurado para hacer la comparación entre la medida de corriente de excitación (13) y la corriente de excitación teórica (15), calculada en el módulo de cálculo (14), multiplicada por el coeficiente k (16).

5 De esta forma, se puede ajustar el umbral de disparo de un dispositivo de protección (no representado) en función de un determinado número admisible de espiras en cortocircuito en el devanado de excitación (3). El dispositivo de protección está configurado para interrumpir el suministro de corriente al devanado de excitación (3) de la máquina síncrona (1).

10 Por tanto, el sistema de protección frente a faltas entre espiras está configurado para enviar una señal de disparo (a la salida del módulo comparador (17)) hacia el dispositivo de protección, si detecta que la medida, de corriente de excitación (13), "B", tomada por el sensor (6) de corriente de excitación, es mayor que la corriente de excitación teórica (15), calculada en el módulo de cálculo (14), multiplicada por el coeficiente k (16), "A".

15 De manera preferente, el sistema de protección frente a faltas entre espiras incluye un temporizador (18) ajustable para evitar disparos espurios. El temporizador se intercala entre el módulo comparador (17) y el dispositivo de protección. A una entrada del temporizador (18) se conecta la salida del módulo comparador (17).

20 El temporizador (18) está configurado para retardar, durante un periodo de tiempo predeterminado, la señal de disparo al dispositivo de protección.

25 Si, pasado dicho periodo de tiempo predeterminado (T_{ON}), el módulo comparador (17) sigue detectando que la medida de corriente de excitación (13), tomada por el sensor (6) de corriente de excitación, es mayor que la corriente de excitación teórica (15), calculada en el módulo de cálculo (14), multiplicada por el coeficiente k (16), el temporizador (18) deja pasar la señal de disparo (19) al dispositivo de protección.

30 Según una posible implementación del presente sistema de protección frente a faltas entre espiras en devanados de excitación de máquinas síncronas (1), el dispositivo de protección es un relé.

35 Según una primera forma de realización, el dispositivo de protección frente a faltas entre espiras incluye un primer medidor de corriente de inducido (4) conectado a una primera fase "a" del devanado de inducido; un segundo medidor de corriente de inducido (4) conectado a una segunda fase "b" del devanado de inducido, y; un tercer medidor de corriente de inducido (4) conectado a una tercera fase "c" del devanado de inducido.

40 Según esta primera forma de realización, el dispositivo de protección frente a faltas entre espiras incluye preferentemente un primer medidor de tensión de inducido (5) conectado a la primera fase "a" del devanado de inducido; un segundo medidor de tensión de inducido (5) conectado a la segunda fase "b" del devanado de inducido, y; un tercer medidor de tensión de inducido (5) conectado a la tercera fase "c" del devanado de inducido.

45 Según una segunda forma de realización, el dispositivo de protección frente a faltas entre espiras incluye únicamente un medidor de corriente de inducido (4) conectado a una primera fase "a" del devanado de inducido, y; únicamente un medidor de tensión de inducido (5) conectado a la primera fase "a" del devanado de inducido. No obstante, en esta segunda forma de realización, el medidor de corriente (4) y el medidor de tensión (5) pueden conectarse a cualquiera de las fases
50 del devanado de inducido.

Asimismo, según una posible forma de realización (no representada), el sistema de protección frente a faltas entre espiras incluye dos medidores de corriente de inducido (4) conectados a dos fases cualesquiera del devanado de inducido y dos medidores de tensión de inducido (5) conectados a dichas fases del devanado de inducido.

5

De manera preferente, cada medidor de corriente de inducido (4) comprende un transformador de corriente.

10

Asimismo, de manera preferente, cada medidor de tensión de inducido (5) comprende un transformador de tensión.

15

Tal y como se ha mencionado, la presente invención se refiere también a un método de protección frente a faltas entre espiras en devanados de excitación de máquinas síncronas con excitación estática.

El método de protección frente a faltas entre espiras comprende:

20

- efectuar al menos una medida de corriente de excitación (13) en el devanado de excitación (3) de una máquina síncrona (1);

25

- efectuar el menos una medida de corriente de inducido (7, 8, 9) en al menos una fase del devanado de inducido de dicha máquina síncrona (1);

30

- efectuar al menos una medida de tensión de inducido (10, 11, 12) en dicha fase del devanado de inducido de una máquina síncrona (1);

- efectuar un cálculo de una corriente de excitación teórica (15) en función de la al menos una medida de corriente de inducido (7, 8, 9) y de la al menos una medida de tensión de inducido (10, 11, 12);

35

- multiplicar la corriente de excitación teórica (15) calculada por un coeficiente, k (16);

- efectuar una comparación entre la medida de corriente de excitación (13) y la corriente de excitación teórica (15) calculada, multiplicada por el coeficiente, k (16);

40

De manera preferente, el método de protección frente a faltas entre espiras comprende retardar el envío de la señal de disparo (19) al dispositivo de protección, durante un intervalo de tiempo determinado (T_{ON}), con el objeto de evitar disparos espurios. De esta forma, si pasado el mencionado intervalo de tiempo determinado (T_{ON}), se detecta que el valor de la medida de corriente de excitación (13) sigue siendo mayor que la corriente de excitación teórica (15) calculada, multiplicada por el coeficiente, k (16), se envía la señal de disparo (19) al dispositivo de protección.

45

REIVINDICACIONES

1. Sistema de protección frente a faltas entre espiras en devanados de excitación (3) de máquinas síncronas (1) con excitación estática, **caracterizado** por que comprende:

- 5 - al menos un sensor (6) de corriente de excitación, conectado al devanado de excitación (3) de la máquina síncrona (1);
- al menos un medidor de corriente de inducido (4), conectado a una fase del devanado de inducido de la máquina síncrona (1);
- 10 - al menos un medidor de tensión de inducido (5), conectado a dicha fase del devanado de inducido de la máquina síncrona (1);
- un módulo de cálculo (14), conectado al al menos un medidor de corriente de inducido (4) y al al menos un medidor de tensión de inducido (5), donde el módulo de cálculo (14) está configurado para calcular una corriente de excitación teórica (15) en función de al menos una medida de corriente de inducido (7, 8, 9) y de al menos una medida de tensión de inducido (10, 11, 12);
- 15 - un módulo comparador (17), conectado al al menos un sensor de corriente de excitación (6) y al módulo de cálculo (14), donde el módulo comparador (17) está configurado para:
 - 20 o efectuar una comparación entre al menos una medida de corriente de excitación (13) y la corriente de excitación teórica (15) multiplicada por un determinado coeficiente (16), y;
 - 25 o enviar una señal de disparo (19) hacia un dispositivo de protección, en caso de detectar que la medida de corriente de excitación (13) es mayor que la corriente de excitación teórica (15) multiplicada por el mencionado coeficiente (16).
 - 30

2. Sistema de protección frente a faltas entre espiras en devanados de excitación (3) de máquinas síncronas (1) con excitación estática según la reivindicación 1, **caracterizado** por que comprende un temporizador (18) conectado al módulo comparador (17), donde el temporizador (18) está configurado para retardar, durante un intervalo de tiempo predeterminado, el envío de la señal de disparo (19) hacia el dispositivo de protección.

3. Sistema de protección frente a faltas entre espiras en devanados de excitación (3) de máquinas síncronas (1) con excitación estática según la reivindicación 1, **caracterizado** por que comprende tres medidores de corriente de inducido (4), cada uno respectivamente conectado a una fase del devanado de inducido de la máquina síncrona (1), y tres medidores de tensión de inducido (5), cada uno respectivamente conectado a una fase del devanado de inducido de la máquina síncrona (1).

4. Sistema de protección frente a faltas entre espiras en devanados de excitación (3) de máquinas síncronas (1) con excitación estática según la reivindicación 1, **caracterizado** por que comprende dos medidores de corriente de inducido (4), cada uno respectivamente conectado a una fase del devanado de inducido de la máquina síncrona (1), y dos medidores de tensión de inducido (5), cada uno respectivamente conectado a las mencionadas fases fase del devanado de inducido de la máquina síncrona (1).

5. Sistema de protección frente a faltas entre espiras en devanados de excitación (3) de máquinas síncronas (1) con excitación estática según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que cada medidor de corriente de inducido (4) comprende un transformador de corriente.
- 5
6. Sistema de protección frente a faltas entre espiras en devanados de excitación (3) de máquinas síncronas (1) con excitación estática según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que cada medidor de tensión de inducido (5) comprende un transformador de tensión.
- 10
7. Método de protección frente a faltas entre espiras en devanados de excitación (3) de máquinas síncronas (1) con excitación estática, **caracterizado** por que comprende:
- efectuar al menos una medida de corriente de excitación (13) en el devanado de excitación (3) de una máquina síncrona (1);
 - efectuar al menos una medida de corriente de inducido (7, 8, 9) en al menos una fase del devanado de inducido de dicha máquina síncrona (1);
 - efectuar al menos una medida de tensión de inducido (10, 11, 12) en dicha fase del devanado de inducido de una máquina síncrona (1);
 - efectuar un cálculo de una corriente de excitación teórica (15) en función de la al menos una medida de corriente de inducido (7, 8, 9) y de la al menos una medida de tensión de inducido (10, 11, 12);
 - multiplicar la corriente de excitación teórica (15) calculada por un coeficiente (16);
 - efectuar una comparación entre la medida de corriente de excitación (13) y la corriente de excitación teórica (15) calculada, multiplicada por el mencionado coeficiente (16);
 - enviar una señal de disparo (19) hacia un dispositivo de protección en caso de detectar que el valor de la medida de corriente de excitación (13) es mayor que la corriente de excitación teórica (15) calculada, multiplicada por el mencionado coeficiente (16).
- 15
- 20
- 25
- 30
- 35
8. Método de protección frente a faltas entre espiras en devanados de excitación (3) de máquinas síncronas (1) con excitación estática según la reivindicación 7, **caracterizado** por que comprende retardar el envío de la señal de disparo (19) al dispositivo de protección, durante un intervalo de tiempo determinado.
- 40
9. Método de protección frente a faltas entre espiras en devanados de excitación (3) de máquinas síncronas (1) con excitación estática según cualquiera de las reivindicaciones 7 u 8, **caracterizado** por que comprende efectuar al menos una medida de corriente de inducido (7, 8, 9) en cada una de las tres fases del devanado de inducido de la máquina síncrona (1), y; efectuar al menos una medida de tensión de inducido (10, 11, 12) en cada una de las tres fases del devanado de inducido de la máquina síncrona (1).
- 45
10. Método de protección frente a faltas entre espiras en devanados de excitación (3) de máquinas síncronas (1) con excitación estática según cualquiera de las reivindicaciones 7 u 8, **caracterizado** por que comprende efectuar al menos una medida de corriente de inducido (7, 8, 9) en dos de las tres fases del devanado de inducido de la máquina síncrona (1), y; efectuar al
- 50

menos una medida de tensión de inducido (10, 11, 12) en dichas dos de las tres fases del devanado de inducido de la máquina síncrona (1).

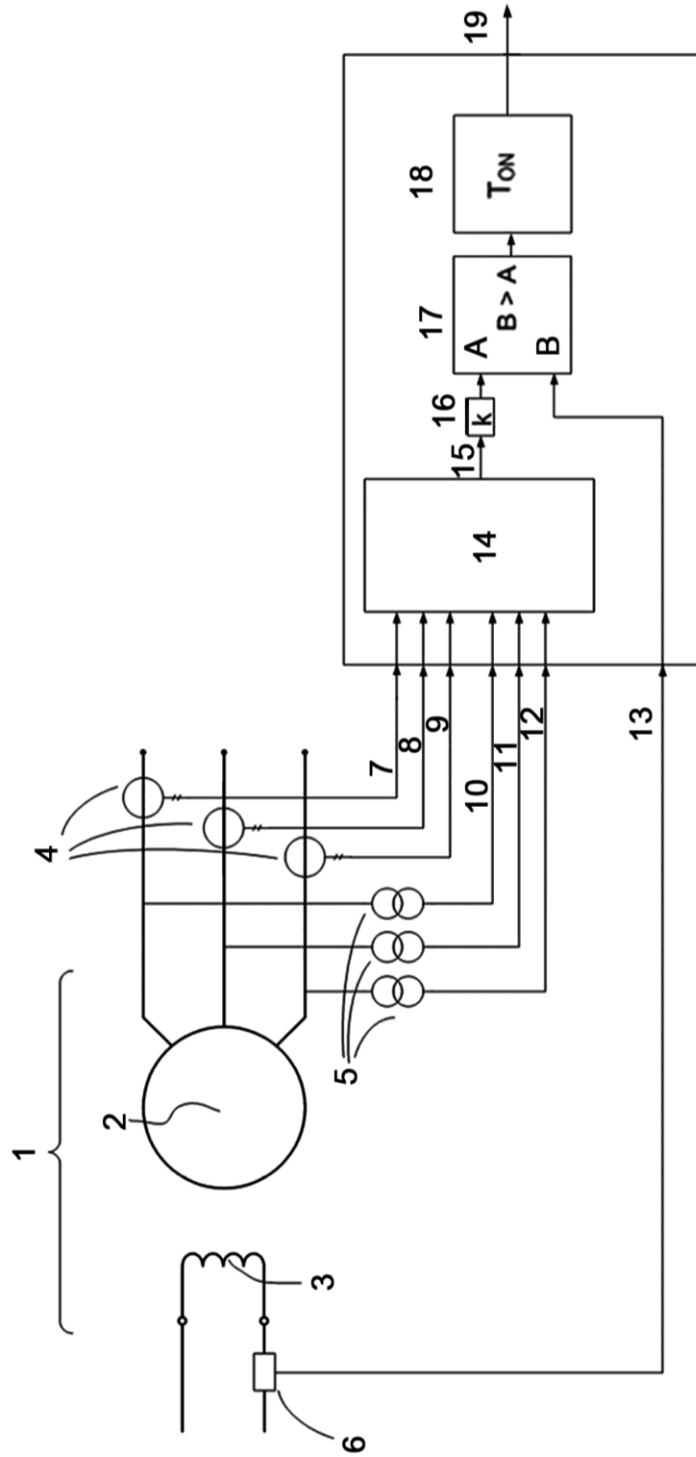


FIG.1

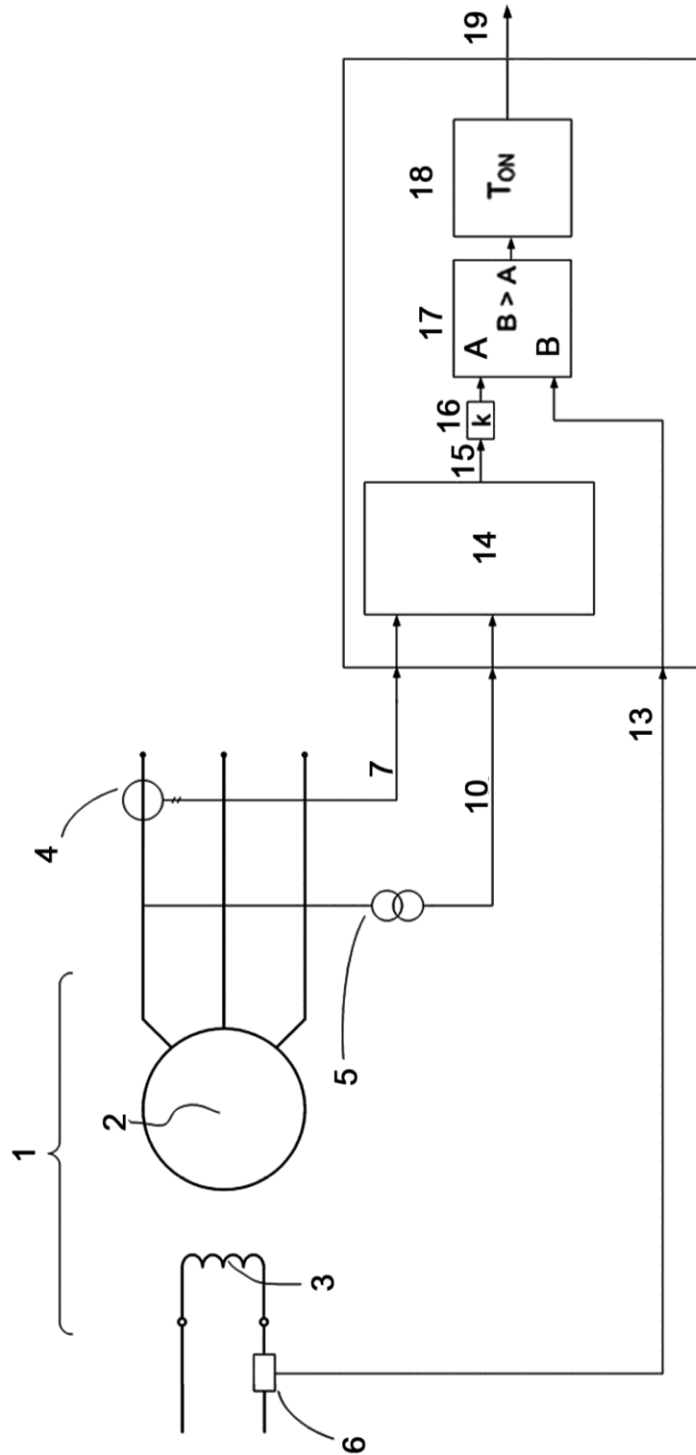


FIG.2