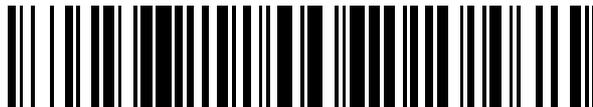


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 480 969**

51 Int. Cl.:

G01R 31/02 (2006.01)

G01R 31/06 (2006.01)

G01R 31/34 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.03.2011** **E 11706272 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.05.2014** **EP 2681572**

54 Título: **Método para la adaptación de una detección de fallo de conexión a tierra**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
29.07.2014

73 Titular/es:

ABB RESEARCH LTD. (100.0%)
Affolternstrasse 44
8050 Zürich, CH

72 Inventor/es:

JOHANSSON, HENRIK;
MENEZES, JOSEPH;
ROXENBORG, STEFAN y
BENGTSSON, TORD

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 480 969 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

Método para la adaptación de una detección de fallo de conexión a tierra

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere al campo de la detección de fallos de conexión a tierra en una máquina eléctrica. En particular, se refiere a la adaptación de tal método de detección de fallos de conexión a tierra a un cambio de estado de funcionamiento de la máquina.

Estado de la técnica

10 Un fallo de conexión a tierra en una máquina eléctrica que está conectada a una red eléctrica puede suponer un peligro considerable para el funcionamiento continuo de la máquina. Aunque un solo fallo de conexión a tierra cerca del punto neutro puede no causar ningún peligro inmediato a la máquina, la aparición del siguiente fallo de conexión a tierra va a generar grandes corrientes de circulación que pueden producir daños graves. Para limitar la corriente a tierra a un único fallo de conexión a tierra cerca de los terminales, la máquina es a menudo conectada a tierra a través de un medio de impedancia para limitar esfuerzos mecánicos y térmicos, reduciendo así el daño resultante a la máquina. Tal sistema de puesta a tierra se utiliza a menudo para proporcionar un medio para detectar fallos de
15 conexión a tierra dentro de la máquina.

20 En principio, los sistemas existentes para la detección de fallos de conexión a tierra en máquinas eléctricas se basan en la medición de una magnitud eléctrica, por ejemplo, valores medidos de corriente y / o de tensión. Un valor de referencia está predefinido para los valores medidos de la magnitud eléctrica. Un fallo de conexión a tierra se detecta en base a los valores medidos y al valor de referencia predefinido. Alternativamente, se pueden calcular otros valores eléctricos en base a los valores medidos y la detección del fallo de conexión a tierra se realiza en base a los valores calculados y a un valor de referencia predefinido correspondiente. Una alarma o una señal de disparo se puede iniciar cuando es detectado un fallo de conexión a tierra.

25 El documento US 4.851.766 describe un sistema de este tipo, en el que un valor de impedancia se calcula en base a la corriente y a la tensión medidas y un fallo de conexión a tierra se detecta comparando el valor de la impedancia con un valor de referencia predefinido.

Sin embargo, los valores medidos pueden ser sustancialmente diferentes en diferentes estados / condiciones de la máquina. Esto significa que un método de este tipo sólo se puede aplicar para detectar un fallo de conexión a tierra cuando la máquina está en un estado específico o puede enviar una falsa alarma o señal de disparo debido a una detección inexacta. Por tanto, se reduce la sensibilidad de un sistema basado en esta invención.

30 El documento US 6.172.509 describe un sistema para detectar un fallo entre espiras y otros fallos de bobinado en una máquina de corriente alterna polifásica, en el que los valores de corriente medidos se normalizan. La normalización de las corrientes medidas representa un desequilibrio inherente de la máquina y una carga variable. La detección de fallos se determina mediante la identificación de cambios en el flujo de corriente, que sin embargo requiere que varios circuitos independientes sean medidos simultáneamente.

35 La US 5.508.620 (D1) describe métodos para determinar fallos de conexión a tierra en una máquina eléctrica. Describe dos circuitos diferentes en las figuras 1a y 1b para detectar un fallo de conexión a tierra en un estator y un rotor, respectivamente, de una máquina eléctrica. La resistencia de fallo es diferente para los diferentes circuitos (columna 4, líneas 5 a 10, y columna 4, líneas 31 a 33). Los fallos están relacionados con diferentes resistencias de fallo en función de qué circuito de fallo y qué método de fallo se utilice.

40 **Objetos y resumen de la invención**

El objeto de la presente invención es el de permitir una detección precisa de fallos de conexión a tierra en una máquina eléctrica, en el que el estado de máquina de la máquina puede cambiar de uno a otro.

45 Este objeto se consigue con el método de acuerdo con la reivindicación 1. La detección de fallos de conexión a tierra se lleva a cabo en el bobinado de una máquina eléctrica, en el que la máquina eléctrica se encuentra en un primer estado de máquina. Un primer valor de referencia se define para los valores medidos de una magnitud eléctrica. La detección de fallos de conexión a tierra comprende medir continuamente la magnitud eléctrica en el bobinado y detectar un fallo de conexión a tierra en base a los valores medidos de la magnitud eléctrica y al primer valor de referencia. El método comprende recibir una señal, detectar un cambio de estado de máquina en base a la señal recibida y, cuando se detecta el cambio de estado de máquina, cambiar a un segundo valor de referencia para los
50 valores medidos de la magnitud eléctrica, siendo el segundo valor de referencia diferente del primer valor de referencia.

Al detectar un cambio de estado de máquina en base a una señal recibida y cambiar a un valor de referencia correspondiente a ese estado particular de máquina, la invención puede adaptar la detección de fallo de conexión a tierra a un cambio de estado de máquina y permitir una detección de fallo de conexión a tierra más preciso.

5 Cuando una máquina eléctrica se pone en funcionamiento, ésta puede pasar por diferentes estados de máquina. Por ejemplo, una máquina eléctrica giratoria puede empezar en punto muerto, después acelerar, a continuación ir a velocidad máxima, ser sincronizada y después funcionar con plena carga, y terminar con desaceleración para parar. Mientras tanto, se pretende que la detección de fallo de conexión a tierra funcione durante varios estados / condiciones de funcionamiento de máquina, incluso cuando la máquina esté en punto muerto. Con el fin de obtener una detección precisa, deben tenerse en cuenta los cambios de estado de máquina por varias de razones.

10 Una de las razones es que la máquina puede estar conectada al sistema de alimentación mediante un transformador de unidad y un interruptor de circuito. Dependiendo del estado del interruptor de circuito, la detección de fallo de conexión a tierra detecta por tanto diferentes equipos. Cuando el interruptor está abierto, sólo se detectan fallos de conexión a tierra de la máquina, mientras que cuando el interruptor está cerrado, se detecta todo el interruptor y el transformador de unidad además de otros posibles equipos adicionales.

15 Otra de las razones es que los sistemas eléctricos de aislamiento de máquina tienen cierta dependencia de la tensión, lo que puede producir cambios de capacitancia del orden del 10%. Esto se debe principalmente a la existencia de una corona extrema de protección del bobinado de estator que generalmente se hace de materiales conductores no lineales. Por tanto, el estator llega a ser efectivamente más grande, visto como una capacitancia, cuando se le aplica tensión.

20 Para obtener valores medidos, un transformador está dispuesto en un circuito de medición. Sin embargo, el transformador podría verse afectado por la tensión aplicada al mismo. En consecuencia, esto afecta a los valores medidos recibidos del transformador. Por ejemplo, para una detección de fallo de conexión a tierra en base a una inyección de señal, cuando la máquina está en punto muerto, la tensión suministrada al transformador sólo viene de la señal inyectada. Mientras que cuando la máquina está a plena carga, la señal inyectada se superpone a una
25 tensión del sistema, que puede tener un impacto significativo en los valores medidos. Por lo tanto, el valor de referencia predefinido correspondiente a una máquina en punto muerto no sería lo suficientemente preciso para ser utilizado cuando la máquina está a plena carga.

Finalmente, puede haber equipos auxiliares conectados dentro de la zona sensible de un sistema de detección de fallo de conexión a tierra. Si la impedancia a tierra de éstos cambia, esto afectará al sistema de detección de fallo de
30 conexión a tierra.

La señal recibida puede ser una señal interna. Por señal interna, se entiende una señal usada en la medición de la detección de fallo de conexión a tierra. Mediante el análisis de la señal interna recibida, se puede detectar un cambio de estado de máquina en base a la señal analizada.

35 Alternativamente, la señal recibida puede ser una señal externa a la detección de fallo de conexión a tierra. El método comprende además detectar un cambio de estado de máquina en base a la señal externa. Una señal externa puede ser un estado de interruptor, una carga de la máquina, o una excitación. Además, una señal externa puede ser en forma analógica o digital. En caso de una señal externa analógica, el método comprende además analizar la señal analógica externa y detectar un cambio de estado de máquina en base a la señal externa analizada.

40 Es ventajoso utilizar una señal interna para detectar un cambio de estado de máquina, debido a que tal señal interna está destinada a la detección de fallos de conexión a tierra y por tanto siempre es accesible. Con la señal interna no hay necesidad de tener otras señales conectadas para detectar un cambio de estado de máquina.

45 De acuerdo con una realización de la invención, se detecta un cambio de estado de máquina mediante una propiedad de la señal analizada. Por ejemplo, para este propósito se puede utilizar la amplitud de la raíz cuadrada media, indicada como RMS, la frecuencia dominante o la amplitud dominante. La señal analizada puede una señal externa analógica o una señal interna.

50 De acuerdo con una realización de la invención, el estado de máquina puede ser cualquiera de: punto muerto, aceleración, retardo, velocidad máxima o plena carga. El método comprende medir la magnitud eléctrica cuando la máquina está en uno de los estados de máquina y determinar / definir un valor de referencia correspondiente a este estado específico de máquina en base a los valores medidos de la magnitud eléctrica. Este procedimiento se puede realizar facilitando un dispositivo de protección. El dispositivo de protección incluye una función de detección de fallos de conexión a tierra y el método de la invención. Por lo tanto, los valores de referencia determinados según lo facilitado reflejarán el estado de máquina, cuando la máquina está conectada a un sistema de alimentación real. Posteriormente, los valores de referencia se utilizan de manera selectiva cuando la máquina y el dispositivo de
55 protección están funcionando en el sistema.

5 De acuerdo con una realización de la invención, la detección de fallo de conexión a tierra comprende inyectar una señal de prueba a una frecuencia predefinida en el bobinado de la máquina y el método comprende recibir valores medidos de una magnitud eléctrica, en el que los valores medidos han sido medidos en el punto en el que se inyecta la señal de prueba. El método comprende además analizar de manera continua la señal medida y detectar el cambio de estado de máquina en base a la señal analizada. La magnitud eléctrica medida es una RMS.

Es ventajoso utilizar una RMS para determinar un cambio de estado de máquina ya que la RMS hace una distinción entre los valores medidos y la amplitud total de la señal. Los primeros sólo contienen la frecuencia predefinida, mientras que la segunda incluye el resto de frecuencias, cuyas amplitudes pueden cambiar en diferentes estados de máquina.

10 De acuerdo con una realización de la invención, la detección de fallo de conexión a tierra comprende inyectar una señal de prueba a una frecuencia predefinida en el bobinado de la máquina. El método comprende recibir una señal externa y detectar el cambio del estado de máquina en base a la señal externa recibida.

Breve descripción de los dibujos

15 La invención se explica ahora con más detalle mediante la descripción de diferentes realizaciones de la invención y con referencia a las figuras que se acompañan.

La figura 1a muestra un organigrama del método de la invención para adaptar una protección de fallo de conexión a tierra a un cambio de estado de máquina en base a una señal interna, de acuerdo con una realización de la invención.

20 La figura 1b muestra un organigrama del método de la invención para adaptar una protección de fallo de conexión a tierra a un cambio de estado de máquina en base a una señal externa, de acuerdo con otra realización de la invención.

La figura 2 ilustra un diagrama esquemático de un sistema de detección de fallo de conexión a tierra que incluye una función de detección de fallo de conexión a tierra y posibles ubicaciones para obtener una señal para detectar un cambio de estado de máquina.

25 La figura 2a ilustra un diagrama esquemático de un dispositivo 2, de acuerdo con una realización de la invención.

La figura 3a ilustra un diagrama de nivel de RMS en un canal de tensión medida al igual que la máquina mostrada en la figura 2 durante un proceso de energización.

La figura 3b ilustra un diagrama correspondiente de la magnitud de la impedancia calculada a tierra durante la energización de la máquina.

30 Descripción detallada de las realizaciones preferidas de la invención

35 Con referencia a las figuras 1a y 1b, el método de la invención 1 se ilustra en combinación con una función de detección de fallo de conexión a tierra. Tal función de detección la proporciona normalmente un dispositivo de protección que está conectado a un conductor / bobinado de una máquina eléctrica que está conectada además a un sistema de alimentación (no mostrado). Tal máquina eléctrica puede ser, por ejemplo, un generador o un motor. Para detectar un fallo de conexión a tierra, la detección de fallo de conexión a tierra comprende la medición de una o varias magnitudes eléctricas, por ejemplo, una señal o varias señales de corriente y / o tensión. La medición se puede obtener a través de uno o varios transformadores de medición dispuestos en un circuito de medición.

40 Para detectar un fallo de conexión a tierra, un valor de referencia está predefinido para los valores medidos. Cuando un valor medido se desvía del valor de referencia predefinido, la detección de fallo de conexión a tierra puede disparar una alarma o iniciar un disparo.

Por otra parte, la detección de fallo de conexión a tierra puede calcular / estimar la impedancia a tierra en base a los valores medidos de tensión y de corriente. Un fallo de conexión a tierra se detecta en base a este valor de impedancia calculado y a un valor de referencia predefinido. Esto se puede ejemplificar de la siguiente manera.

45 Debido a que el fallo de conexión a tierra puede ser visto como una conexión a tierra en paralelo a la impedancia a tierra de referencia, un valor de impedancia de fallo Z_{fallo} puede ser calculado mediante la ecuación,

$$\frac{1}{Z_{\text{fallo}}} = \frac{1}{Z_m} - \frac{1}{Z_{\text{ref}}}$$

(1)

En la que Z_m es un valor de impedancia calculado en base a la corriente y a la tensión medidas y Z_{ref} es un valor de referencia. Mediante la comparación de la impedancia de fallo calculada Z_{fallo} con un valor predefinido, se puede determinar un fallo de conexión a tierra cuando Z_{fallo} es menor que el valor predefinido.

- 5 Sin embargo, la corriente y la tensión medidas pueden tener diferentes niveles en diferentes estados de máquina. El uso de un único valor de referencia podría resultar en un valor de impedancia de fallo calculado de manera inexacta influyendo así en la fiabilidad de la detección de fallo de conexión a tierra. Mediante el uso de diferentes valores Z_{ref} para diferentes estados de máquina, se puede calcular con mayor precisión el valor de impedancia de fallo Z_{fallo} .

10 Se debe entender que este principio podría aplicarse también a otros métodos de cálculo de fallo de conexión a tierra. Por ejemplo, los valores medidos pueden ser valores de corriente. Si los valores de corriente medidos son mayores que un valor predefinido, se detecta un fallo de conexión a tierra.

El método puede comenzar con el establecimiento del presente valor de referencia en un valor que corresponde al presente estado de máquina en el paso 100, por ejemplo un valor que corresponde a cuando la máquina se encuentra en punto muerto. Cuando la máquina se enciende, la máquina se acelera; por tanto, el estado de máquina cambia a aceleración. Este cambio puede ser detectado por una señal interna para la detección de fallo de conexión a tierra en el paso 102. Esto se debe a que la detección de fallo de conexión a tierra está destinada a ser aplicada a la máquina todo el tiempo, lo que significa que la protección de fallo de conexión a tierra basado en esto funciona cuando la máquina está en punto muerto y cuando está, por ejemplo, en funcionamiento. Por lo tanto, siempre se mide una señal interna. Esta señal interna se analiza además en la paso 110 para determinar si el estado de máquina ha cambiado en el paso 120 en base a una propiedad, tal como una amplitud de la raíz cuadrada media, una frecuencia dominante o una amplitud dominante, de la señal analizada. Cuando se detecta un cambio, se selecciona el valor de referencia correspondiente a este estado de máquina como el presente valor de referencia en el paso 100, por ejemplo un valor de referencia correspondiente a la aceleración de la máquina. El presente valor de referencia nuevamente seleccionado se comunica además a la detección de fallo de conexión a tierra. A partir de entonces, se detecta un fallo de conexión a tierra en base a los valores medidos y a este valor de referencia.

Por otra parte, es posible que un cambio de estado de máquina sea detectado en base a una señal externa a la detección de fallo de conexión a tierra, paso 101. Por ejemplo, un estado de un interruptor puede ser presentado por una señal digital como "ENCENDIDO" u "APAGADO". En este caso, el interruptor está dispuesto entre la máquina eléctrica y un transformador elevador y para conectar la máquina al transformador elevador o para desconectarla del mismo. El estado del interruptor refleja de ese modo también un estado de máquina. Cuando el interruptor está abierto, la medición es la impedancia a tierra de la máquina, mientras que cuando el interruptor está cerrado, la medición puede verse afectada por el bobinado de baja tensión del transformador elevador. El transformador elevador puede tener una capacitancia con respecto a tierra considerable lo que deriva de este modo en que sea necesario cambiar el valor de referencia utilizado en la detección de fallo de conexión a tierra. Tal cambio es detectado en la paso 120.

Posiblemente, una señal externa puede ser también una señal analógica. En tal caso, la señal medida necesita en primer lugar ser procesada y analizada, paso 110, en base a una propiedad, tal como una amplitud RMS, una frecuencia dominante o una amplitud dominante, de la señal analizada. A continuación, el resultado analizado se utiliza para determinar si la máquina ha cambiado a otro estado de máquina, paso 120.

40 La figura 2 ilustra un diagrama esquemático de una parte de un sistema de alimentación eléctrico que incluye un dispositivo de detección de fallo de conexión a tierra 2. La figura también muestra algunas de las posibles fuentes a partir de las cuales pueden obtenerse señales para la detección de un cambio de estado de máquina. Estas fuentes se indican mediante flechas 11, 11', 11" acompañadas de símbolos "S".

45 En este ejemplo, el dispositivo 2 está dispuesto para detectar un fallo de conexión a tierra en los bobinados de estator de un generador trifásico 10.

Aunque, en la figura 2 se ejemplifica un generador, se debe entender que la invención también se puede aplicar a otros tipos de máquinas eléctricas, por ejemplo un motor.

50 El generador 10 comprende bobinados de estator que tienen un punto neutro 14 y terminales 13 conectadas a los bobinados primarios de un transformador de unidad 16 a través de interruptores 15, 15' y 15". Los bobinados primarios 18 del transformador de unidad 16 están conectados en triángulo a los terminales del generador para

aislar el generador de fallos externos de la red. Entre los interruptores 15, 15' y 15" y el transformador de unidad 16, se pueden conectar cargas adicionales 14.

5 El punto neutro 14 se conecta a un transformador de distribución 40 a través del bobinado primario 48 del transformador de distribución 40. El transformador de distribución 40 está dispuesto para proporcionar medición para el dispositivo 2.

10 El generador también se conecta a tierra con impedancia en el punto neutro 14 a través de una resistencia neutra 42 colocada entre los dos extremos del bobinado secundario 49 del transformador de distribución. El dispositivo se conecta a la resistencia neutra 42 a través de los puntos de conexión 8 y 9 para obtener varias mediciones utilizadas por el dispositivo 2. La resistencia neutra 42 está adaptada para limitar la corriente de fallo de conexión a tierra a un valor que limite el daño en el estator del generador en caso de que se produzca un fallo de conexión a tierra en el estator. Este límite está típicamente en un rango de 3 a 25 A. Sin embargo, la resistencia neutra 42 se puede colocar en otros lugares también. Un ejemplo es el indicado con una línea de trazos como 42'.

15 La figura 2a ilustra además un diagrama esquemático de un dispositivo de detección de fallo de conexión a tierra 2, de acuerdo con una realización de la invención. En este ejemplo, la detección de fallo de conexión a tierra se basa en una inyección de señal. El dispositivo 2 comprende una unidad de inyección de señal 20, una unidad de detección de fallo 50 y un circuito de medición. La unidad de señal 20 está dispuesta para generar una señal de prueba en forma de corriente o de tensión. La señal de prueba generada se inyecta a través de las conexiones 26 y 25 en los bobinados secundarios 49 del transformador 40 a través de los puntos de conexión 8 y 9. Además, la señal de prueba se inyecta con una frecuencia diferente de una frecuencia del sistema. Con el circuito de medición, se puede medir la diferencia de tensión entre 22 y 23. Además, con una disposición de una derivación de corriente entre la salida de la unidad de inyección 20 y 9 como una resistencia 6, se puede obtener una medición de corriente mediante la medición de la caída de tensión en la derivación de corriente 6, o la diferencia de tensión entre los puntos de conexión 24 y 23. Con los valores medidos de corriente y de tensión, se puede calcular un valor de impedancia y por tanto, el fallo de conexión a tierra puede ser detectado en base a la ecuación (1).

20 25 Con esta disposición, las diferencias de tensión entre las conexiones 22 y 23, 24 se verán afectadas no sólo por la señal inyectada desde la unidad 20 sino también por otras tensiones presentes en el punto neutro 14. En un estado de funcionamiento normal, la tensión de frecuencia fundamental en el punto neutro es muy pequeña, aunque la tensión de la tercera armónica puede llegar a varios cientos por ciento de la tensión terminal nominal. Esta tensión se incluirá así en las señales de medición de tensión y de corriente. El análisis de fallo de conexión a tierra tiene que despreciar esta armónica y otras armónicas posibles, centrándose en la amplitud del componente de frecuencia inyectado.

30 35 Por otra parte, en reposo, no aparecen señales adicionales, excepto la inyectada. Por lo tanto, como la tercera armónica es por lo general mucho mayor que la señal inyectada, afectará considerablemente a la amplitud total de la señal medida y esto puede ser cuantificado por el valor RMS de la señal, como se ilustra en la figura 3a. En este ejemplo, la máquina se activa en un punto del tiempo 10:00:30. La figura 3b muestra un diagrama correspondiente de la magnitud calculada de la impedancia a tierra en el momento en el que se activa la máquina. Esto muestra que el nivel de la magnitud calculada de la impedancia a tierra ha cambiado de manera significativa en este punto del tiempo.

40 La figura 2a muestra una detección de fallo de conexión a tierra en base a una inyección de señal y el circuito de medición comprende la medición de corriente y de tensión. Sin embargo, la propia invención se puede aplicar a otros esquemas de detección de fallo de conexión a tierra y con diferentes disposiciones de medición.

45 Con referencia a la figura 2, la señal que se utiliza para detectar un cambio de estado de máquina se puede obtener de otras fuentes también. Por ejemplo, puede ser recibido un estado de los interruptores 15, 15' y 15". Se debe entender que otras fuentes posibles podrían ser aplicables también. En este ejemplo, el método de la invención está integrado en una función de detección de fallo de conexión a tierra. Sin embargo, se puede aplicar como una función independiente. Además, tanto el método de la invención como la función de detección de fallo de conexión a tierra pueden ser integrados en un dispositivo de protección, tal como un dispositivo electrónico inteligente (IED), para la protección, el control, y la supervisión de una máquina eléctrica que está conectada al mismo.

50 Los diferentes valores de referencia se pueden determinar cuando se facilite un dispositivo de protección de este tipo esté en un sistema de energía eléctrica.

55 Por ejemplo, con respecto a las señales analógicas y a la fórmula (1), los valores de referencia se pueden realizar por ejemplo como un proceso de establecimiento de parámetros. Un primer valor de referencia Z_{ref1} se puede determinar cuando la máquina a proteger está en punto muerto en base a valores calculados de impedancia a tierra. A continuación, se puede determinar un segundo valor de referencia Z_{ref2} cuando la máquina está en funcionamiento en base a la impedancia a tierra medida.

5 Por otra parte, un nivel de alarma máximo permitido se puede calcular mediante las desviaciones desde los valores de referencia activos observados en un ciclo punto muerto - funcionamiento - punto muerto. Mediante el cálculo y el registro de la impedancia a tierra durante diferentes estados de máquina, las impedancias de fallo pueden ser evaluadas utilizando los valores de referencia primero y segundo, Z_{ref1} y Z_{ref2} . El nivel de alarma se puede ajustar en consecuencia.

Por lo tanto, para cada estado específico de máquina, se puede decidir si se necesita un valor de referencia para este estado de máquina. Si es así, el valor de referencia se determina en consecuencia.

10 Con respecto a las señales digitales y a la fórmula (1), los valores de referencia correspondientes a "ENCENDIDO" y "APAGADO" de un interruptor se pueden determinar, respectivamente, de la siguiente manera. Cuando la máquina está girando y está totalmente magnetizada y el interruptor está abierto, lo que significa que se va a recibir una señal "APAGADO", se calcula la impedancia y se determina un valor de referencia $Z_{ref_APAGADO}$. A continuación, se puede calcular la impedancia cuando el interruptor está cerrado, es decir, se recibe una señal "ENCENDIDO". Por otra parte, se decide la necesidad de cambio de referencia y se determina un valor de referencia $Z_{ref_ENCENDIDO}$ correspondiente al estado "ENCENDIDO" del interruptor.

REIVINDICACIONES

1. Método para adaptar una detección de fallo de conexión a tierra a un cambio de estado de funcionamiento de una máquina eléctrica, realizado por un dispositivo de protección conectado a la máquina eléctrica, en el que la máquina incluye un bobinado, la máquina eléctrica está en un primer estado de funcionamiento de máquina, estando un primer valor de referencia definido para valores medidos de una magnitud eléctrica, comprendiendo la detección de fallo de conexión a tierra la medición continua de la magnitud eléctrica en el bobinado y la detección de un fallo de conexión a tierra en base a los valores medidos de la magnitud eléctrica y al primer valor de referencia,
- 5 caracterizado por que el método comprende
- recibir una señal (101, 102) indicativa del estado de funcionamiento de la máquina,
 - 10 - detectar un cambio del estado de funcionamiento de la máquina en base a la señal recibida (120), y
 - cambiar a un segundo valor de referencia para los valores medidos de la magnitud eléctrica, siendo el segundo valor de referencia diferente del primer valor de referencia (100), cuando se detecta el cambio de estado de funcionamiento de la máquina.
- 15 2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la señal recibida es una señal interna utilizada en la detección de fallo de conexión a tierra y el método comprende además analizar la señal interna recibida (110) y detectar el cambio de estado de funcionamiento de la máquina en base a la señal analizada (120).
3. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la señal recibida es una señal externa a la detección de fallo de conexión a tierra y el método comprende además detectar el cambio de estado de funcionamiento de la máquina en base a la señal externa (120).
- 20 4. Método de acuerdo con la reivindicación 3, en el que la señal externa es cualquiera de un estado de interruptor, de una carga o de una excitación de la máquina o está en forma analógica o lógica.
5. Método de acuerdo con la reivindicación 4, en el que el método comprende además analizar una señal externa analógica (110) y detectar el cambio de estado de funcionamiento de la máquina en base a la señal externa analizada (120).
- 25 6. Método de acuerdo con las reivindicaciones 2 y 5, en el que el cambio de estado de funcionamiento de la máquina es detectado por cualquiera de las propiedades de la señal analizada: la amplitud cuadrática media, designada como RMS, la frecuencia dominante o la amplitud dominante.
7. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el estado de funcionamiento de la máquina está en cualquiera de los siguientes: punto muerto, aceleración, retardo, velocidad máxima o plena carga; y el método comprende medir la magnitud eléctrica cuando la máquina está en uno de los estados de funcionamiento de la máquina y determinar / definir un valor de referencia correspondiente a este estado de funcionamiento específico de la máquina en base a los valores medidos de la magnitud eléctrica.
- 30 8. Método de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 7, en el que la detección de fallo de conexión a tierra comprende inyectar una señal de prueba a una frecuencia predefinida en el bobinado de la máquina y el método comprende recibir valores medidos de una magnitud eléctrica, en el que los valores medidos han sido medidos en el punto en el que se inyecta la señal de prueba, y el método comprende además analizar de manera continua la señal medida y detectar el cambio de estado de funcionamiento de la máquina en base a la señal analizada.
- 35 9. Método de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 8, en el que la detección de fallo de conexión a tierra comprende inyectar una señal de prueba a una frecuencia predefinida en el bobinado de la máquina y el método comprende recibir una señal externa y detectar el cambio del estado de funcionamiento de la máquina en base a la señal externa recibida.
- 40

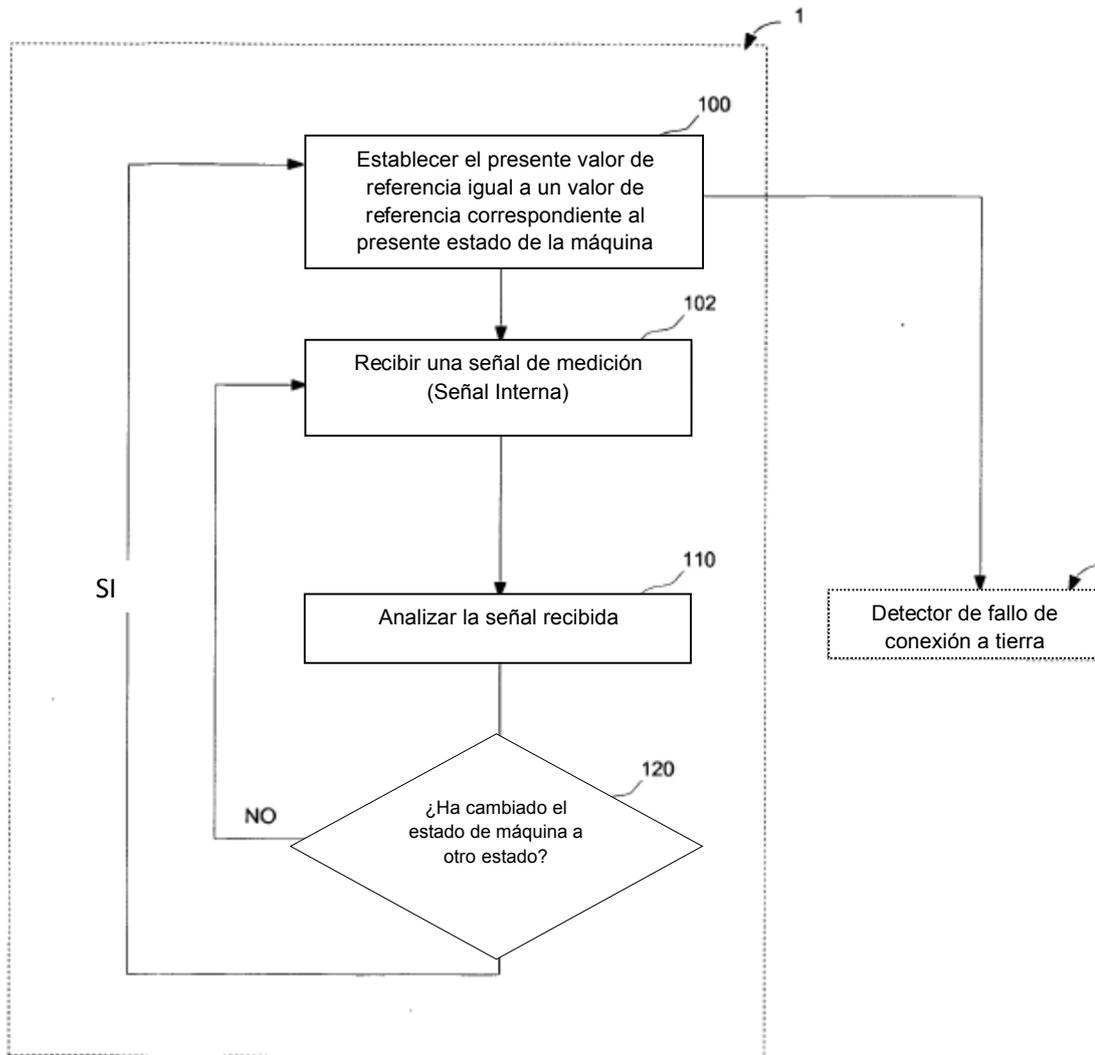


Fig. 1a

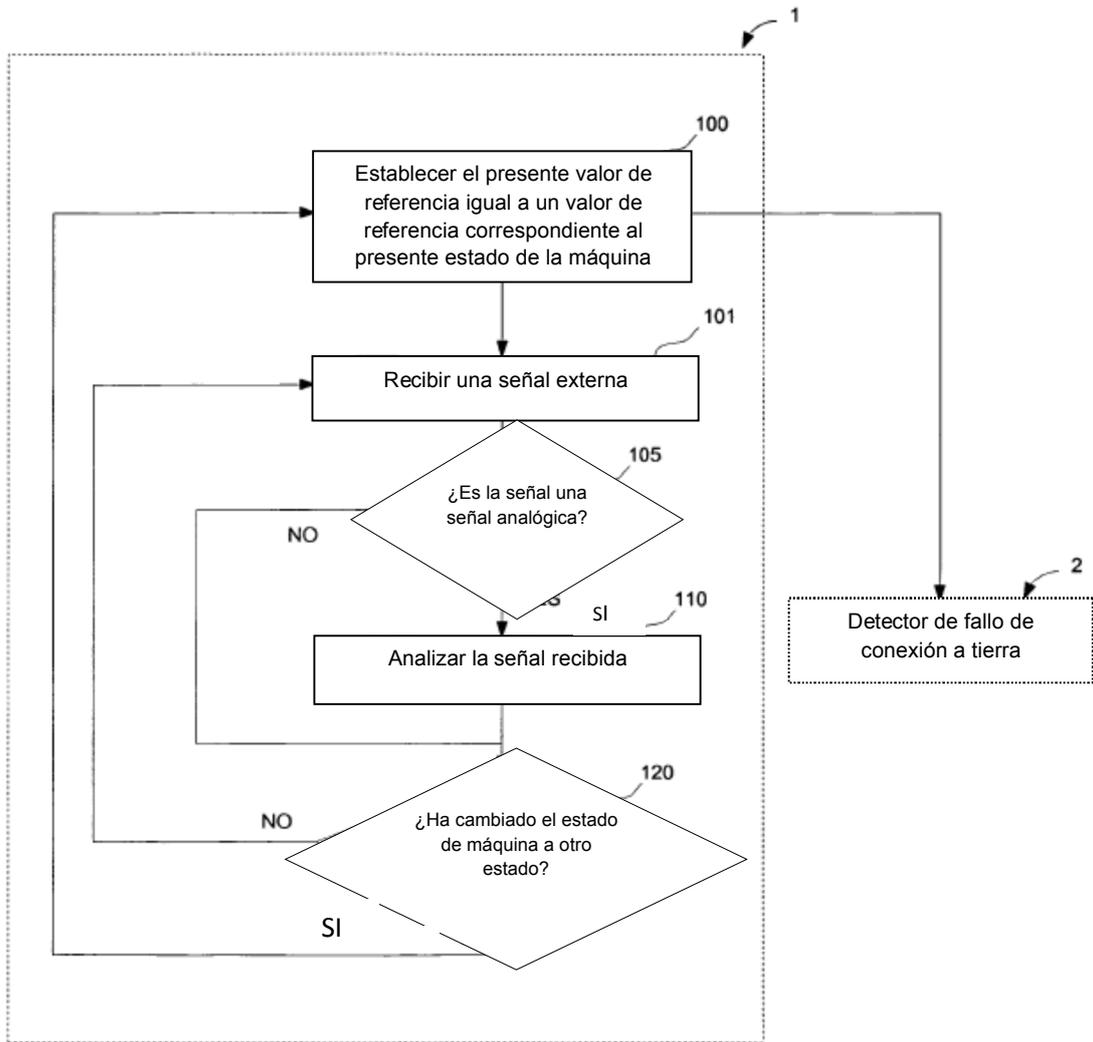


Fig. 1b

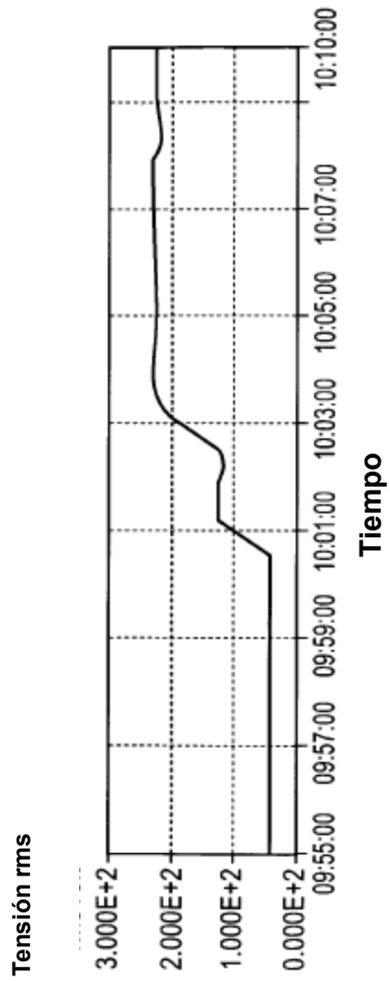


Fig. 3a

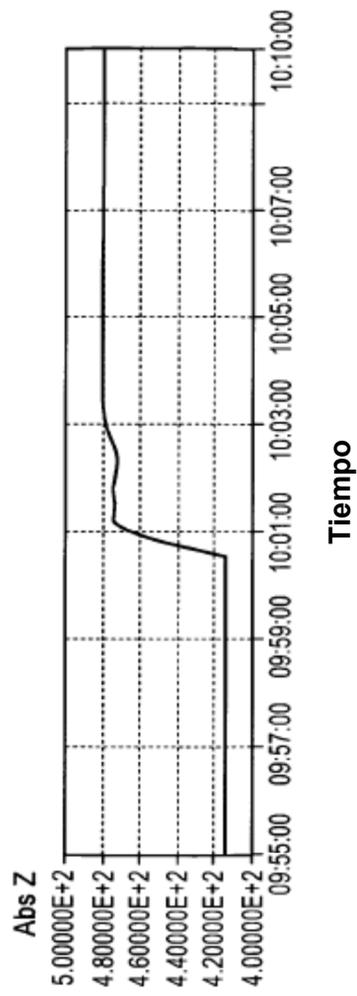


Fig. 3b