



OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① Número de publicación: **2 340 906**

② Número de solicitud: 200901880

⑤ Int. Cl.:
G01R 31/06 (2006.01)
G01R 31/34 (2006.01)

⑫

SOLICITUD DE PATENTE

A1

⑫ Fecha de presentación: **21.09.2009**

⑬ Fecha de publicación de la solicitud: **10.06.2010**

⑭ Fecha de publicación del folleto de la solicitud: **10.06.2010**

⑰ Solicitante/s: **Universidad Politécnica de Madrid
Ramiro de Maeztu, 7 - OTRI
28040 Madrid, ES**

⑱ Inventor/es: **Platero Gaona, Carlos Antonio;
Blázquez García, Francisco;
Arruñada Muñoz-Torrero, Saúl;
Ramírez Prieto, Dionisio y
Carrero López, Carmelo**

⑳ Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

⑤④ Título: **Sistema y método de localización de faltas a tierra en devanados de inducido de máquinas síncronas.**

⑤⑦ Resumen:

Sistema y método de localización de faltas a tierra en devanados de inducido de máquinas síncronas.

Se trata de un sistema que permite localizar las faltas a tierra en estatores de máquinas síncronas sin realizar la extracción del rotor de la máquina y sin dañar el paquete magnético de la misma.

Comprende:

- una fuente de tensión alterna (3) con la que se alimenta el devanado de campo o inductor (rotor) de la máquina (1);

- un juego de equipos de medida de la tensión que se induce en la fase o rama del devanado con la falta a tierra y en alguna de las fases o ramas sin defecto.

- un sistema de cálculo del porcentaje de devanado cortocircuitado, que operará realizando:

- Medida de la tensión inducida en la fase o rama del devanado con la falta a tierra.
- Medida de la tensión inducida en cualquiera de las fases o ramas sin defecto.
- Cálculo del porcentaje del devanado con defecto a partir de las dos medidas anteriores.

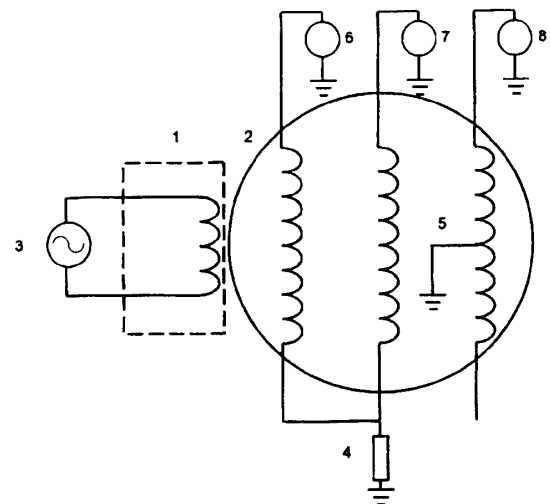


FIGURA 1

ES 2 340 906 A1

DESCRIPCIÓN

Sistema y método de localización de faltas a tierra en devanados de inducido de máquinas síncronas.

5 Objeto de la invención

La presente invención permite localizar la posición de un defecto a tierra en el devanado estatórico de una máquina síncrona.

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 puede localizar el punto del devanado donde se ha producido el cortocircuito a tierra sin necesidad de extraer el rotor de la máquina.

Antecedentes de la invención

15 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 Existen varios métodos de uso común para localizar defectos a tierra en los estatores de las máquinas síncronas. Es práctica habitual que el valor del defecto a tierra sea reducido para no dañar el paquete magnético de la máquina, lo que dificulta la localización, ya que no se aprecia ningún daño a simple vista. Para reparar la avería es necesario en primer lugar localizar el punto exacto del devanado que ha sufrido el defecto.

Para ello, algunos de los métodos más comúnmente utilizados son:

- 30 • Inyectar una tensión creciente entre la fase con defecto y el paquete magnético, hasta que por efecto de la energía disipada en el cortocircuito se produzca alguna señal, como humo o chispeo, que permita localizar el lugar en el que el devanado está en contacto con paquete magnético.
- 35 • Medir el aislamiento de los devanados del estator de la máquina síncrona hasta localizar en cuál de ellos está el cortocircuito. Una vez detectado, se divide el devanado en dos trozos y se vuelve a medir el aislamiento de cada uno de los mismos. Cuando se sabe en cuál de ellos está el defecto, se vuelve a repetir la operación, dividiendo el tramo de nuevo en dos trozos, y midiendo el aislamiento en cada uno. Este proceso se repite tantas veces como sea necesario hasta localizar el punto en el que está el cortocircuito.

40 El método que aquí se presenta, tiene la ventaja de que realiza el proceso de localización del punto de defecto sin necesidad de dañar el hierro de la máquina por un paso excesivo de corriente y sin necesidad de dividir el devanado de la máquina síncrona; no siendo necesaria ni siquiera la extracción del rotor.

45 La localización del defecto es prácticamente exacta, determinando el punto en la que se ha producido el cortocircuito con un error de posición bajo entorno al 0,5%.

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

50 La patente de invención SU1347113-A, titulada: "*Protecting three-phase electric motor from faulty operation modes - by using trips reacting to zero phase-sequence with triple frequency*", describe un sistema de detección de faltas a tierra en estatores mediante la medida de una corriente de secuencia cero.

55 La patente de invención EP344558-A; CN1038169-A; CH676526-A; US4996486-A; EP344558-A3; EP344558-B1; DE58907060-G; JP3119854-B2, titulada: "*Checking of laminated stator assembly for insulation defects - detecting induced voltage amplitude and phase shifts due to current through interlamination short circuit*", describe un sistema de detección de faltas a tierra en estatores mediante la comparación de las señales de dos devanados acoplados mecánicamente, el cual permite detectar defectos debidos a puntos calientes, pero no determina su posición.

Descripción de la invención

60 La invención se refiere a un sistema de localización de faltas a tierra en estatores de máquinas síncronas y a un proceso para localizarlas.

65 La presente invención permite localizar el punto del devanado estatórico donde se ha producido un defecto a tierra en una máquina síncrona. Este método está basado en la inyección de corriente alterna en el devanado inductor (rotor) donde normalmente se inyecta corriente continua. Esta corriente crea un campo magnético fijo en el espacio de amplitud variable en el entrehierro de la máquina. Se inducen por tanto unas tensiones en los devanados de inducido (estator) que dependen de la posición de este campo magnético y por tanto de la posición del rotor. Variando la posición del rotor se puede variar la tensión inducida en los devanados, alcanzando el máximo en una posición determinada. La

tensión máxima inducida depende de la intensidad del campo magnético y del número de espiras del devanado. Por comparación de las tensiones máximas en los devanados sanos y devanado con defecto se puede fácilmente calcular el número de espiras entre el defecto y el final del devanado.

5

Breve descripción de las figuras

La Figura 1 muestra un esquema del método de localización de faltas que se describe en la realización de la invención, siendo

10

- 1, el rotor de la máquina síncrona,
- 2, devanado de inducido de la máquina síncrona,
- 15 3, fuente de tensión alterna,
- 4, neutro de la máquina síncrona,
- 5, el cortocircuito fase-tierra,
- 20 6 y 7, medidas de tensiones en fases normales
- 8, medida de tensiones en fase dañada.

25

La Figura 2 muestra un esquema del mismo método, aplicado a máquinas con más de una rama por fase, siendo

30

- 9, puesta a tierra de la rama sana,
- 10, medida de tensión.

La Figura 3 muestra un esquema alternativo del método de localización utilizando solamente la medida de una fase sana.

35

La Figura 4 muestra un esquema alternativo del método de localización utilizando medidas de la tensión a tierra y entre extremos de la fase con defecto, donde 11 es la medida de tensión entre los extremos del devanado.

40 Realización preferente de la invención

El sistema para localizar el punto donde se ha producido el defecto se muestra en la Figura 1.

45

La localización del defecto se realiza a partir de la medida de las tensiones inducidas en las tres fases del estator de la máquina síncrona (6) (7) (8) entre el final del devanado de cada fase y tierra, cuando se inyecta una corriente alterna en el rotor de la máquina (3).

50

Las tensiones inducidas en las fases sanas tendrán un determinado valor, en función de la mayor o menor corriente que se inyecte en el devanado rotórico, y de la posición relativa entre el campo creado en el rotor y las espiras del estator, mientras que la inducida en la fase cortocircuitada tendrá una amplitud menor, dependiendo del punto donde se ha producido el cortocircuito. A partir del valor de ésta última con respecto a la de las fases sanas, se puede conocer el punto en el que está el defecto.

55

Un aspecto a destacar, es que previamente se debe conocer la fase que tiene el defecto, mediante un equipo de medida de aislamiento, lo cual es práctica habitual. Para la localización del defecto se debe desconectar dicha fase del cierre de la estrella del neutro de la máquina síncrona para que no circule corriente por el defecto, evitándose así el posible error de medida que produciría la corriente circulante.

60

Otra característica del método de localización es que no influye la resistencia de falta porque no está circulando corriente por la máquina en ningún momento.

Para ello se procederá de la siguiente manera:

65

Una vez alcanzado el nivel adecuado de tensión en el rotor, que dependerá del tamaño de la máquina, pero que en cualquier caso será menor que la tensión nominal de excitación, se debe ir girando el rotor hasta encontrar la posición en la que el campo rotórico induce el máximo valor de tensión en una cada una de las fases del estator.

ES 2 340 906 A1

Una de las tres tensiones obtenidas deberá ser necesariamente menor que las otras dos (8), puesto que habrá un cierto número de espiras en las que no se está midiendo la tensión inducida, ya que sólo estamos tomando la tensión entre el final del devanado y el punto donde se encuentra el cortocircuito fase-tierra (5).

5 Se calcula el porcentaje de esa tensión con respecto a la tensión máxima de las otras dos fases sanas (6), (7), y el resultado indicará el porcentaje de devanado que está cortocircuitado. Es decir, el porcentaje de tensión inducida en la fase dañada con respecto a la inducida en las fases sanas, será el mismo que el porcentaje de devanado que está cortocircuitado.

10 Es importante señalar que el método descrito tiene validez para máquinas cuyo estator esté formado por devanados de una sola rama por fase. En caso de máquinas con dos o más ramas por fase el principio sería similar debiendo separar las ramas de cada fase, tal como se muestra en la figura 2.

15 La Figura 2 muestra un esquema para máquinas con devanados de varias ramas por fase. Para mayor sencillez, se ha representado una máquina con dos ramas, pero el método es extensible a cualquier número de ramas.

El método a seguir sería incluso más sencillo, ya que en lugar de medir la tensión inducida en las tres fases, en este caso bastaría con medir la tensión en la rama dañada (8) y la rama sana de la misma fase (10).

20 En primer lugar, se deben separar las ramas de la fase dañada y poner a tierra el final de la rama que no ha sufrido el cortocircuito.

25 Los pasos a seguir ahora coinciden con los descritos anteriormente para la figura 1; es decir, se alimenta el rotor con una tensión alterna y se gira el mismo hasta que se induzca la máxima tensión en el estator de la máquina, con la diferencia de que en este caso sólo es necesario medir la tensión en las ramas de la fase con falta.

El porcentaje de tensión indicado por (8) con respecto a la medida en (11) corresponde con el porcentaje de devanado en el cual está el defecto.

30 Otra posibilidad para el método de localización es medir las tensiones inducidas en la fase dañada y en sólo una de las fases sanas, (Figura 3).

En este caso, el porcentaje de devanado cortocircuitado a tierra vendría indicado por el porcentaje que representaría la tensión medida en la fase dañada (8) con respecto a la medida en una de las fases sanas (7).

35 De igual modo se puede utilizar el montaje representado en la Figura 4, que tiene la ventaja de que sólo se necesita girar el rotor hasta encontrar la posición en la que se induce la máxima tensión en la fase dañada, en lugar de buscar el máximo para cada una de las fases. El porcentaje del devanado con defecto se calcularía del mismo modo considerando el cociente de las tensiones medidas entre un extremo del devanado y tierra(8) y entre extremos del devanado (11).

40

45

50

55

60

65

ES 2 340 906 A1

REIVINDICACIONES

5 1. Sistema de localización de faltas a tierra en devanados de inducido (estatores) de máquinas síncronas, **caracterizado** porque comprende:

- una fuente de alimentación de corriente alterna (3) en el devanado inductor o de excitación (rotor) de la máquina (1);

10 - al menos dos equipos de medida de tensión en los devanados de inducido (2), uno para la fase dañada y otro para la de tierra.

2. Método de localización de faltas a tierra en devanados de inducido (estatores) de máquinas síncronas, **caracterizado** porque comprende las siguientes fases:

15 - la alimentación con tensión alterna (3) del devanado de inductor o de campo (rotor) de la máquina (1) con la máquina parada, la fase o rama con defecto desconectada de la puesta a tierra de la máquina síncrona (4);

- la medida de la tensión inducida en la fase o rama con defecto (8) con respecto a tierra

20 - la medida de al menos una tensión inducida en las fases sin defecto (6) (7), o medida de la tensión inducida entre los extremos de la fase con defecto (11) o medida de la tensión inducida en una rama sana de la fase con defecto (10);

- el giro del rotor de la máquina hasta que la amplitud de las tensiones inducidas que se emplean sean máximas;

25 - el cálculo del porcentaje de la amplitud de la tensión inducida en la fase o rama con defecto a tierra (8) con respecto a la tensión inducida en cualquiera de las fases o ramas sanas;

30 - el cálculo del porcentaje del devanado donde está el defecto a tierra (8) basado en el porcentaje de la amplitud de la tensión inducida en la fase con defecto a tierra (8) con respecto a la tensión inducida en cualquiera de las fases o ramas sanas.

3. Método de localización de faltas a tierra en devanados de inducido (estatores) de máquinas síncronas según la reivindicación 2, **caracterizado** porque:

35 - el porcentaje de la tensión inducida que se mide en la fase con defecto a tierra (8) con respecto a la tensión inducida en cualquiera de las fases o ramas sanas coincide con el porcentaje de devanado cortocircuitado a tierra.

40

45

50

55

60

65

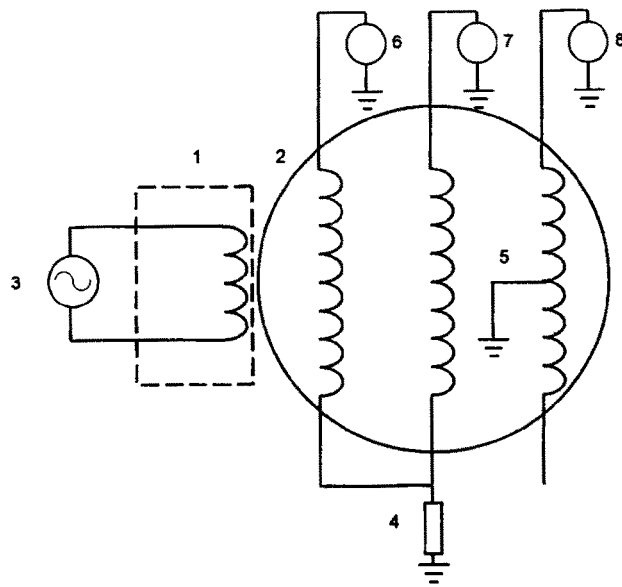


FIGURA 1

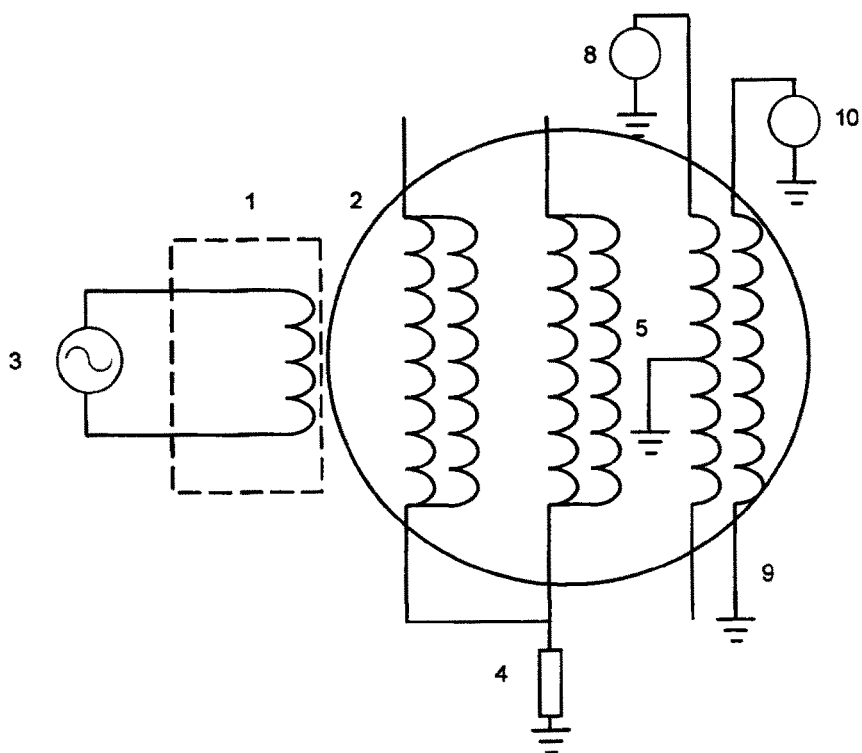


FIGURA 2

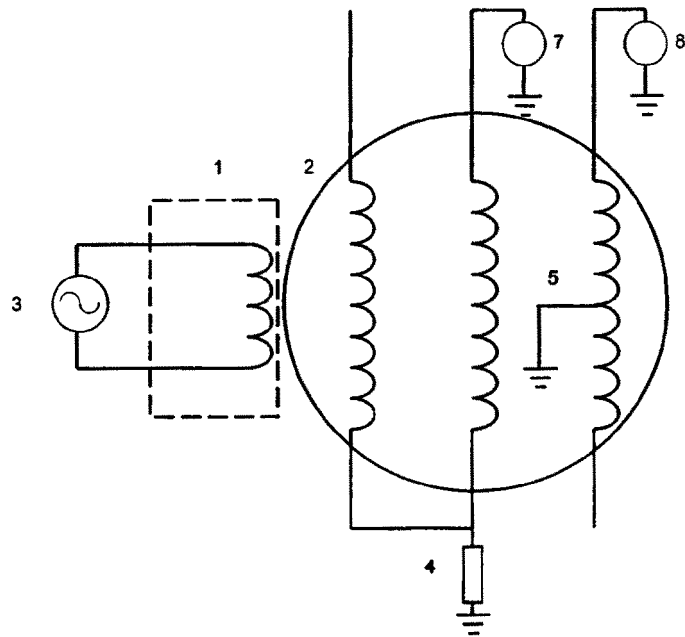


FIGURA 3

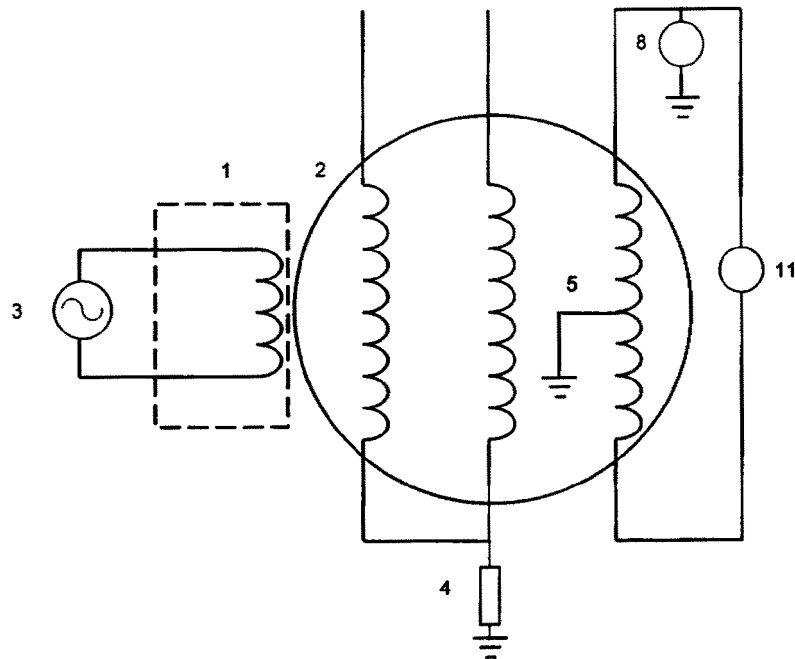


FIGURA 4



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① ES 2 340 906

② Nº de solicitud: 200901880

③ Fecha de presentación de la solicitud: 21.09.2009

④ Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤ Int. Cl.: **G01R 31/06** (2006.01)
G01R 31/34 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	GB 1123347 A (ENGLISH ELECTRIC CO LTD) 14.08.1968, página 1, línea 67 - página 2, línea 53; figuras 2-3.	1-3
A	GB 2157835 A (CENTRAL ELECTR GENERAT BOARD) 30.10.1985, resumen; figuras; página 2, línea 24 - página 3, línea 58;	1-3
A	US 5508620 A (ABB MANAGMENT AG) 16.04.1996, columna 1, línea 64 - columna 2, línea 40; columna 3, líneas 3-21; columna 4, línea 59 - columna 5, línea 15; figuras.	1-3
A	US 4551811 A (MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA) 05.11.1985, columna 2, línea 5 - columna 4, línea 55;	1-3

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe

31.03.2010

Examinador

E. Pina Martínez

Página

1/5

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

G01R

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 31.03.2010

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1-3	SÍ
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones	SÍ
	Reivindicaciones 1-3	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de **aplicación industrial**. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión:

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como ha sido publicada.

1. Documentos considerados:

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	GB 1123347 A	14-08-1968

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

Se considera D01 el documento del estado de la técnica más cercano al objeto reivindicado. Este documento parece afectar a la actividad inventiva de todas las reivindicaciones tal y como se explica a continuación.

Reivindicación 1

Siguiendo la terminología de la Reivindicación 1 el documento D01 describe lo siguiente (las referencias entre paréntesis se refieren a D01):

Sistema de localización de faltas a tierra en devanados de un transformador, que comprende:

- una fuente de alimentación de corriente alterna (V1) en el devanado inductor (primario)
- dos equipos de medida de tensión (V2, V3) en el devanado inducido (secundario), uno para cada extremo

En principio, la única diferencia que se observa entre los sistemas descrito y reivindicado se deriva de la aplicación a la que están destinados. Si bien el sistema reivindicado en la solicitud está destinado a ser utilizado en un estator de una máquina síncrona y en D01 se describe la aplicación a un transformador, esta condición no es limitante. De hecho, el sistema descrito en D01 sería igualmente adecuado para determinar la localización de faltas a tierra en un devanado de un estator de una máquina.

Así, en la medida en que D01 describe los mismos elementos técnicos de la Reivindicación 1, el experto en la materia adaptaría, de una manera evidente y sin el ejercicio de esfuerzo inventivo, la configuración del sistema de localización descrito en D01 para localizar faltas en el devanado de una máquina síncrona.

Por tanto, se considera que este documento podría afectar al requisito de actividad inventiva de la Reivindicación 1 (Art. 8.1 LP).

Reivindicaciones 2-3

En cuanto al método reivindicado en la solicitud, el documento D01 describe las siguientes etapas (las referencias entre paréntesis se refieren a D01):

- alimentación con tensión alterna (V1) del devanado de inductor
- medida de la tensión inducida en la fase o rama con defecto (V2) con respecto a tierra
- medida de la tensión inducida en el otro extremo de la fase con defecto (V3)
- cálculo del porcentaje de la amplitud de la tensión inducida en la fase o rama con defecto a tierra (10) con respecto a la tensión inducida en el otro extremo de la fase con defecto.(V3/V2)
- el cálculo del porcentaje del devanado donde está el defecto a tierra (10) basado en el porcentaje de la amplitud de la tensión inducida en la fase con defecto a tierra (10) con respecto a la tensión inducida en el otro extremo de la fase con defecto (ver figura 2).

A la vista de lo anterior, la única etapa no descrita en D01 sería la del giro del motor para buscar la máxima tensión inducida, lo que por otra parte se consideraría un etapa obvia para el experto en la materia que aplicara el método descrito a una máquina síncrona, al ser esta posición de máxima tensión inducida la más conveniente para una mayor precisión en la medida.

En cuanto a la etapa definida en la Reivindicación 3, se considera que en la figura 2 del documento D01 estaría incluido el caso en el que el porcentaje de las tensiones coincide con el porcentaje del devanado cortocircuitado, por lo que esta reivindicación no aportaría ninguna característica novedosa al método según se reivindica en la Reivindicación 2.

Hoja adicional

Por tanto, las Reivindicaciones 2 y 3 no satisfarían el requisito de actividad inventiva (Art. 8.1 LP).

En conclusión, a la vista del estado de la técnica anterior, la solicitud no satisfaría los requisitos de patentabilidad establecidos en el Art. 4.1 LP.