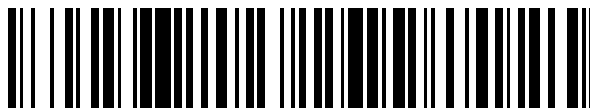


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 675 010**

21 Número de solicitud: 201700011

51 Int. Cl.:

**G01R 31/08** (2006.01)

**G01R 29/18** (2006.01)

12

## SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

**03.01.2017**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**05.07.2018**

71 Solicitantes:

**ZORRILLA MORALES , Jaime Rodrigo (100.0%)**  
**Alvargómez de Ciudad Real 9, 4º B**  
**19002 Guadalajara ES**

72 Inventor/es:

**ZORRILLA MORALES , Jaime Rodrigo**

54 Título: **Método para la detección de la fase abierta en un sistema eléctrico trifásico.**

57 Resumen:

Método para la detección de la fase abierta en un sistema eléctrico trifásico, detecta la fase abierta a partir de los valores medidos por los equipos de medida o la corriente resultante de los transformadores de corriente conectados en cada fase.

Si el valor de la corriente de una fase es igual a cero, y el valor de las otras dos fases son iguales. O si la forma de onda de una fase se dibuja horizontal y de amplitud cero, y las ondas de las otras dos fases se dibujan alternas, opuestas, de igual amplitud y desfase 180°. O en modo fasorial, resulta que la fase abierta es un vector cero, y las fases no abiertas son vectores opuestos de igual modulo. Se concluirá que estamos en un evento de fase abierta y esto se debe a que las fases no abiertas forman un circuito cerrado.

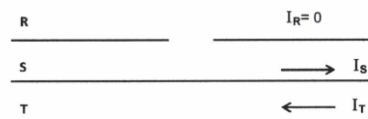


FIGURA 1

## **DESCRIPCIÓN**

### **METODO PARA LA DETECCION DE LA FASE ABIERTA EN UN SISTEMA ELECTRICO TRIFASICO**

5

#### **SECTOR DE LA TÉCNICA**

La presente invención se refiere al Método para la Detección de la Fase Abierta en un Sistema Eléctrico Trifásico. Este método es aplicable a todas las configuraciones eléctricas trifásicas, partiendo de los valores de corriente medidos por los equipos de medida o la corriente resultante de los transformadores de corriente conectados en cada fase, por lo tanto, necesitamos conocer las corrientes que circulan en cada una de las tres fases.

#### **15 ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

Actualmente no existe un método reconocido para detectar la fase abierta. Dentro de los tipos de falta existentes en los sistemas de protección no se contempla la fase abierta, aunque, en el proceso de una falta de fase a tierra el tránsito de dicha fase a tierra es una fase abierta, además, si esta fase no hace contacto con algún elemento conectado a tierra, se le considera como una falta de fase a tierra con alta impedancia y puede ser no detectada, comportándose, por tanto, como una fase abierta. A pesar de que este problema no es nuevo, no se ha desarrollado aun un método para su detección.

25 A partir del evento ocurrido en la central nuclear de Byron (US), se ha iniciado una búsqueda de algún procedimiento, método o equipo a nivel mundial. Los procedimientos que hoy por hoy se están investigando están relacionados con la creación de un nuevo relé de protección, del estudio, análisis y medida de la corriente homopolar o de la corriente inversa. Todas estas investigaciones tienen el inconveniente de que se tienen que desarrollar nuevas tecnologías o se tienen que hacer unos análisis y medidas precisos para discernir entre una fase abierta de una falta, transitorios eléctricos o se tiene que tener en cuenta el momento del sistema a proteger.

35 Cito algunas investigaciones o documentos relacionados con la fase abierta:

- Estudio del impacto de la pérdida de una fase en los sistemas de alimentación exterior de una central nuclear – Universidad Pontificia de Comillas ICAI  
<http://www.iit.comillas.edu>
- 5      • Diagnóstico de un motor de imanes permanentes por medio del MEF – Universidad del Valle (Colombia)
- Open Phase Protection – Altran      [www.altran-na.com](http://www.altran-na.com)
- 10     • Development and Analisis of an Open-Phase Detection Scheme [www.epri.com](http://www.epri.com)
- Open Phase – Duke <http://pbadupws.nrc.gov/docs/ML1306/ML13066A708.pdf>
- Single Phase Event NRC Presentation - Exelon Byron  
15      <http://pbadupws.nrc.gov/docs/ML1306/ML13066A741.pdf>

## EXPLICACIÓN DE LA INVENCION

20      En un sistema trifásico las tres corrientes presentan un desfase, si una de las fases se abre, entonces, las otras dos forman un circuito cerrado. La fase abierta tendrá una corriente igual a cero y las otras dos igualaran el valor de sus corrientes, sus sentidos serán opuestos y tendrán un desfase de 180°. Este evento se detecta midiendo sus corrientes en cada conductor con un equipo de medida RMS en cada fase como por  
25      ejemplo un polímetro de gancho o a través de la medida de los transformadores de corriente instalados en cada fase.

Otra manera de detectar un sistema trifásico con una fase abierta es observando las formas de onda resultante, en este caso, las ondas alternas de las fases no abiertas  
30      serán simétricas respecto del eje X, ondas alternas opuestas de igual modulo y con un desfase de 180°, la onda de la fase abierta se hace una horizontal con módulo igual a cero. Este evento se puede detectar con el uso de un equipo capaz de dibujar la forma de onda de la corriente instantánea que resulta de los transformadores de corriente colocados en cada fase, como por ejemplo, un osciloscopio, analizador o  
35      registrador.

Usando los fasores de las corrientes se detecta también un sistema trifásico con una

fase abierta, en este caso, la fase que está abierta tiene un vector de corriente de módulo igual a cero, las fases no abiertas presentan vectores en sentidos contrarios de igual modulo y con un ángulo de desfase de  $180^\circ$ . Estas condiciones se pueden configurar en un relé de protección o equipo de alarma que conectado directa o indirectamente a los transformadores de corriente de cada una de las fases del sistema trifásico será capaz de detectar un evento de fase abierta.

Estas formas de Detección de la Fase Abierta utiliza equipos de medida de corriente, eficaz (RMS) o instantánea, en relación al estado de la técnica que se investiga actualmente no se necesita un relé de nueva tecnología o realizar medidas complejas como la corriente homopolar o inversa, o de la tensión homopolar o inversa.

### **BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

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:

Figura 1.- Muestra los conductores del sistema trifásico, la fase R abierta, y las corrientes RMS de las fases S y T de igual modulo y sentidos opuestos.

Figura 2.- Muestra las ondas alternas instantáneas que resultan de un evento de fase abierta, las fases S y T forman un sistema simétrico respecto al eje X, la fase abierta R se dibuja como una línea horizontal de modulo igual a cero. El grafico muestra un evento de fase abierta específica.

Figura 3.- Muestra las corrientes en modo fasorial. En a) se muestra el desfase de  $180^\circ$ , y en b) sus ángulos fasoriales de cada vector, cuya suma en valor absoluto es  $180^\circ$ .

### **REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION**

A la vista de las mencionadas figuras, se observa que esta invención es consecuencia de la interpretación, observación, comprensión, a partir, de las corrientes medidas o resultantes de los transformadores de corriente, concluyendo si se está o no en un evento de fase abierta.



En la Figura 1 al hacer la medida de las corrientes en un sistema trifásico, si se tiene el valor de la corriente RMS de la fase R igual a cero, y el valor de la corriente RMS en las fases S y T iguales, se concluirá que estamos en un evento de fase abierta. Esto es aplicable en baja tensión y en alta tensión, en sistemas trifásicos equilibrados o

5 desequilibrados, debido a que las fases no abiertas forman un circuito cerrado. Por ejemplo, si en la alimentación de un motor trifásico de tres conductores, la fase R queda abierta, al medir las corrientes de las fases S y T se observa que sus valores RMS de corriente son iguales y que la fase abierta R tiene un valor de corriente RMS igual a cero.

10

En la Figura 2 se muestra la forma de onda resultante de un sistema trifásico con una fase abierta, la fase R se dibuja horizontal por ser la fase que ha abierto, y las fases S y T con una forma de onda alterna opuesta la una de la otra y un desfase de media onda o de  $180^\circ$ . Esta verificación puede ser útil para no poner en marcha un sistema

15 trifásico que estaría con una fase abierta, o que estando en funcionamiento tiene una fase abierta y debemos de tomar la decisión de mantenerla o desconectarla. Por ejemplo, si queremos hacer transferencia de un sistema eléctrico a otro.

20

En la Figura 3 de análisis fasorial, al igual que las dos figuras anteriores nos servirá para detectar la fase abierta. Si dicha condición fasorial (condición fasorial: fase R abierta, por tanto, vector cero, fases S y T cerradas, por tanto, vectores opuestos de igual modulo y con un desfase entre estas de  $180^\circ$ ) se configura en un relé de protección este disparara las protecciones y/o enviara señales de alarma en caso de fase abierta. Aplicado a un sistema de alimentación auxiliar conectado a un

25 transformador en vacío (sin carga), se tiene las corrientes debido a la carga del propio transformador, por tanto, si la fase R abre, las fases S y T cumplen la condición fasorial, disparando los interruptores y/o enviando una señal de alarma. Estas corrientes multiplicadas por su tensión nos dan sus potencias por fase, siendo cero la fase abierta y de potencias iguales las fases no abiertas.

30

Las tres figuras son aplicables a cualquier evento de fase abierta, solo dependerá de cómo está configurada la planta o cuál de estas formas de detección de la fase abierta es más conveniente y en todas ellas se puede utilizar un elemento de alarma visual o sonoro, disparo de protecciones o bloqueo del sistema con fase abierta.

35

## **REIVINDICACIONES**

1. Método para la detección de la fase abierta en un sistema eléctrico trifásico, tiene por objeto detectar una fase abierta en un sistema eléctrico trifásico, a partir, de la  
5 medida de la corriente en cada fase o de la corriente que se obtiene en el secundario de cada uno de los transformadores de corriente, que consiste en:
- detección de la perturbación en el sistema eléctrico trifásico
  - comparación de las medidas de los valores de corriente RMS, siendo la fase abierta igual a cero y las otras dos fases no abiertas iguales y distintas de cero
  - 10 - generación de señales de alarma visual o sonora, señales de disparo de protecciones o señales de bloqueo del sistema con fase abierta.

Figura 1.

2. Método para la detección de la fase abierta según reivindicación 1, caracterizado porque en su forma de onda instantánea de cada una de las fases, la fase abierta  
15 tendrá una onda horizontal con amplitud cero y las otras dos fases no abiertas tendrán ondas alternas, opuestas, de igual amplitud y con un desfase de media onda ( $180^\circ$ ), formando un sistema simétrico respecto al eje X.

Figura 2.

20

3. Método para la detección de la fase abierta según reivindicación 1, caracterizado porque en su forma fasorial de cada una de las fases, la fase abierta es un vector  
cero y las otras dos fases no abiertas son vectores opuestos de igual modulo.

Figura 3.

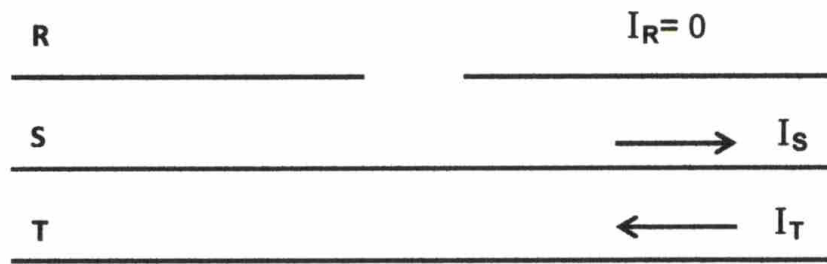


FIGURA 1

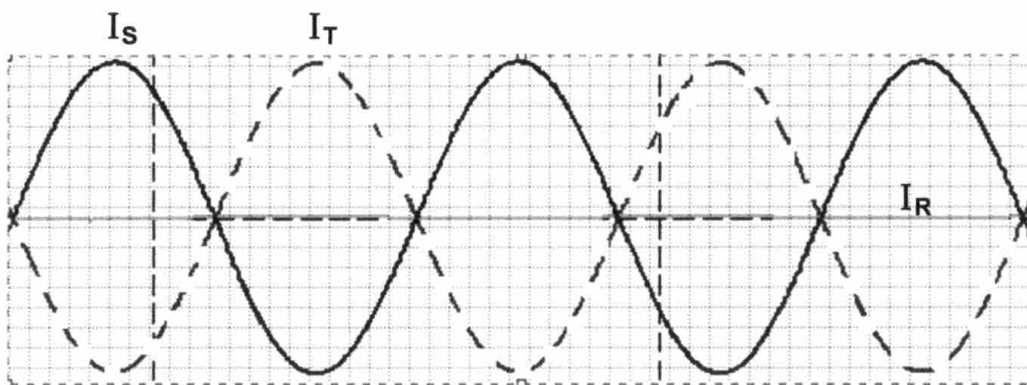


FIGURA 2

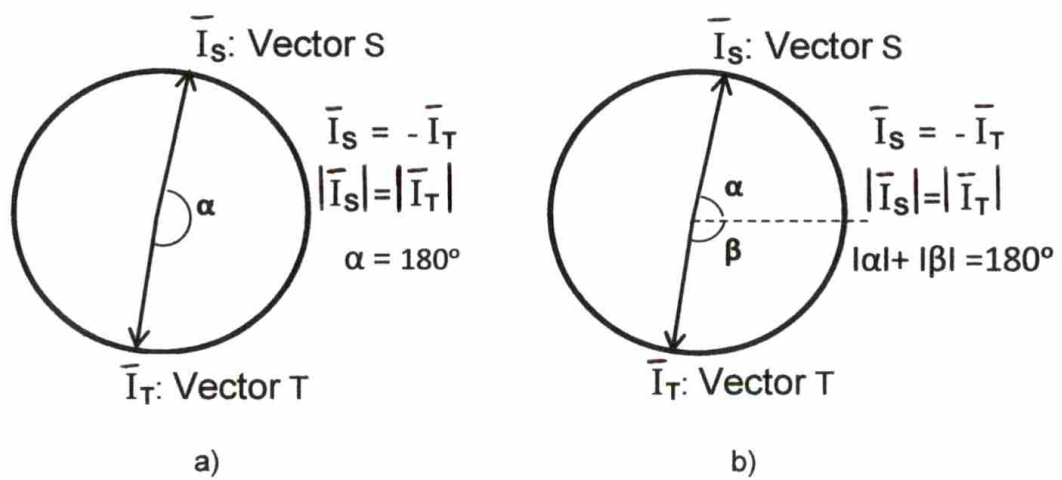


FIGURA 3



- ②① N.º solicitud: 201700011  
②② Fecha de presentación de la solicitud: 03.01.2017  
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: **G01R31/08** (2006.01)  
**G01R29/18** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

| Categoría | ⑤⑥ Documentos citados                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Reivindicaciones afectadas |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| X         | Altran. OPEN PHASE PROTECTION. 2014<br>[en línea][recuperado el 08/06/2017]. Recuperado de Internet <URL:<br><a href="http://web.archive.org/web/20160801042836/http://www.altran-na.com/fileadmin/medias/US.altran-na.com/files/Literature/2014_Brochures/Open_Phase.pdf">http://web.archive.org/web/20160801042836/http://www.altran-na.com/fileadmin/medias/US.altran-na.com/files/Literature/2014_Brochures/Open_Phase.pdf</a> > | 1-3                        |
| X         | Viditec. TODOS LOS CANALES AISLADOS. 30/09/2012,<br>Páginas 36-38 [en línea] [recuperado el 08/06/2017].<br>Recuperado de Internet <URL: <a href="http://www.editores-srl.com.ar/sites/default/files/ie269_viditec_todos_los_canales_aislados_de_un_osciloscopio_no_son_iguales.pdf">http://www.editores-srl.com.ar/sites/default/files/ie269_viditec_todos_los_canales_aislados_de_un_osciloscopio_no_son_iguales.pdf</a> >         | 1-3                        |
| X         | Norouzi Amir. OPEN PHASE CONDITIONS IN TRANSFORMERS ANALYSIS AND PROTECTION ALGORITHM. 08/04/2013, Páginas 112 - 125 [en línea][recuperado el 08/06/2017].<br><DOI: doi:10.1109/CPRE.2013.6822031>                                                                                                                                                                                                                                   | 1-3                        |
| X         | CN 2565183Y Y (ZHAO KUILIN) 06/08/2003,<br>Resumen; figuras.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 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  
08.06.2017

Examinador  
M. d. López Sábater

Página  
1/4



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

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 08.06.2017

**Declaración**

|                                                 |                      |           |
|-------------------------------------------------|----------------------|-----------|
| <b>Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)</b>            | Reivindicaciones     | <b>SI</b> |
|                                                 | Reivindicaciones 1-3 | <b>NO</b> |
| <b>Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)</b> | Reivindicaciones     | <b>SI</b> |
|                                                 | Reivindicaciones 1-3 | <b>NO</b> |

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 se publica.

**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       | Altran. OPEN PHASE PROTECTION. [en línea][Recuperado el 08/06/2017]. Recuperado de Internet <URL: <a href="http://web.archive.org/web/20160801042836/http://www.altran-na.com/fileadmin/medias/US.altran-na.com/files/Literature/2014_Brochures/Open_Phase.pdf">http://web.archive.org/web/20160801042836/http://www.altran-na.com/fileadmin/medias/US.altran-na.com/files/Literature/2014_Brochures/Open_Phase.pdf</a> > | 2014              |

**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****Reivindicación 1:**

Se ha considerado que D01 es el documento más cercano a esta primera reivindicación, puesto que en él se divulga un método para la detección de la fase abierta en un sistema eléctrico trifásico a partir de la medida de la corriente en cada fase y que consiste en detectar la perturbación y comparar las medidas de los valores de corriente, siendo la fase abierta igual a cero y las otras dos fases no abiertas iguales y distintas de cero. Además, el método propugnado en D01 también contempla la generación de señales de alarma o de protección del sistema con fase abierta.

A la vista de lo anterior, esta primera reivindicación carece de novedad según el artículo 6 de la Ley de Patentes 11/86.

**Reivindicaciones 2 y 3:**

La forma de las ondas y vectores de corriente medidos cuando una de las fases del sistema monitorizado está abierta son un fenómeno físico conocido. Por lo tanto, está implícito en D01, que cuando se detecten estas formas de onda o de vector, coincidirá con el caso en el que una de las fases está abierta.

Por lo tanto, estas reivindicaciones tampoco se consideran nuevas.