

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 375 862**

21 Número de solicitud: 201030243

51 Int. Cl.:

**G01R 31/02** (2006.01)

**G01R 27/20** (2006.01)

**H02H 7/04** (2006.01)

12

# PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación:

**19.02.2010**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**07.03.2012**

Fecha de la concesión:

**30.01.2013**

45 Fecha de publicación de la concesión:

**11.02.2013**

73 Titular/es:

**KLK ELECTRO MATERIALES, S.A**  
**LA JUVERÍA - TREMAÑES**  
**33211 GIJÓN (Asturias) ES**

72 Inventor/es:

**RUBIO CUELI, Julio y**  
**SÁNCHEZ RAMOS, Luciano**

74 Agente/Representante:

**PONS ARIÑO, Ángel**

54 Título: **SISTEMA DE MONITORIZACIÓN DE LA RESISTENCIA DE PROTECCIÓN DE UN TRANSFORMADOR TRIFÁSICO.**

57 Resumen:

Sistema de monitorización de la resistencia de protección de un transformador trifásico. Se describe un sistema de monitorización de la resistencia de protección de un transformador trifásico basado en una medición periódica de la tensión del neutro del transformador y de la corriente que circula por dicha resistencia de protección, procesándose estas variables en tiempo real para determinar si es necesario llevar a cabo acciones correctivas.

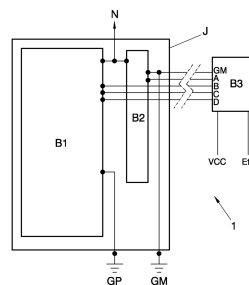


FIG. 1

ES 2 375 862 B1

## **DESCRIPCIÓN**

### **SISTEMA DE MONITORIZACIÓN DE LA RESISTENCIA DE PROTECCIÓN DE UN TRANSFORMADOR TRIFÁSICO**

5

#### **OBJETO DE LA INVENCION**

El objeto principal de la presente invención es un sistema para monitorizar el estado de la resistencia de protección de un transformador trifásico.

10

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

En transformadores trifásicos conectados en estrella es habitual conectar el neutro a tierra a través de una resistencia de protección, que proporciona corriente para la detección de fallos a tierra y para la coordinación selectiva. El fallo de dicha resistencia provoca que el sistema carezca de tierra, con lo que hay riesgo de sobretensiones transitorias y de presencia de tensión en conductores que de otro modo serían seguros. La monitorización continua del estado de la resistencia de puesta a tierra permite detectar las resistencias abiertas antes de que se produzca una falla, con el correspondiente incremento de seguridad en la instalación.

15

20

Aunque existen actualmente algunos sistemas diseñados para llevar a cabo esta función, ninguno de ellos es capaz de detectar la continuidad de la puesta a tierra aún en condiciones de un perfecto equilibrio de la carga del transformador y sin necesidad de inyectar una tensión en el neutro.

25

#### **DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION**

30

De acuerdo con un primer aspecto de la invención, se describe un sistema de monitorización de la resistencia de protección de un transformador

trifásico que está basado en una medición periódica de la tensión del neutro del transformador y de la corriente que circula por dicha resistencia de protección, procesándose estas variables en tiempo real para determinar si es necesario llevar a cabo acciones correctivas. Según un primer aspecto de la invención, el sistema de monitorización de la resistencia de protección de un transformador trifásico comprende:

a) Un primer bloque que comprende un transformador de intensidad de baja frecuencia y un sensor de intensidad de alta frecuencia que están conectados, en serie con la resistencia de protección del transformador, entre el neutro del transformador y una tierra de protección. En el presente documento, el término “baja frecuencia” pretende hacer referencia a frecuencias cercanas a la frecuencia fundamental de la red eléctrica donde esté instalado el transformador, normalmente 50 Hz. El término “alta frecuencia” hace referencia a frecuencias mucho más altas, normalmente portadoras de información adicional, por ejemplo comprendidas entre 1 kHz y 500 kHz.

b) Un segundo bloque que comprende una primera resistencia de alto valor óhmico en serie con una segunda resistencia de valor reducido, conectados entre el neutro del transformador y una tierra de monitorización.

c) Un tercer bloque de procesamiento conectado al sensor de intensidad de alta frecuencia, al transformador de intensidad de baja frecuencia, al punto intermedio entre la primera y segunda resistencias y a la tierra de monitorización, que analiza periódicamente los valores recibidos y determina si se produce una anomalía.

## 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, de acuerdo con un ejemplo preferente de realización práctica de la misma, 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:

Fig. 1: Muestra un esquema de la ubicación de cada una de las partes  
5 que componen el sistema de la invención.

Fig. 2: Muestra un esquema detallado de los componentes que integran el circuito electrónico de acuerdo con la presente invención.

10 Fig. 3: Muestra un esquema del sistema de acuerdo con la presente invención.

## **REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION**

15 Se describe a continuación un ejemplo de sistema (1) según la invención haciendo referencia a las figuras adjuntas.

En particular, la Fig. 1 muestra cómo el primer bloque (B1) y el segundo bloque (B2) están instalados en el interior de la jaula de protección (J) de la  
20 resistencia de protección (R) del transformador (T). El tercer bloque (B3) del sistema (1) está situado a distancia, en un lugar conveniente para llevar a cabo las tareas de control, y está conectado a la jaula de protección (J) mediante cinco conectores (A, B, C, D y G). A continuación, se describen con mayor detalle los componentes que incluye cada uno de los bloques (B1, B2, B3), y que  
25 se aprecian con mayor detalle en las Figs. 2 y 3.

### **a) Primer bloque (B1)**

Dentro del primer bloque (B1) se incluye la propia resistencia de  
30 protección (R) del transformador (T), de valor óhmico creciente con la temperatura, utilizada para limitar la corriente entre el neutro (N) y tierra de protección (GP) cuando ocurre una falla. Además, este primer bloque (B1)

comprende un transformador de intensidad (2) de relación 100:5, 200:5 o similar, diseñado para soportar la corriente de cortocircuito y que proporciona una medición de la componente fundamental de la corriente que circula por la resistencia de protección (R). En tercer lugar, el primer bloque (B1) comprende  
 5 un sensor de corriente (3) de alta frecuencia (en función de las propiedades del transformador (T) y de la frecuencia de la portadora empleada en la red, este sensor de corriente (3) puede ser una bobina Rogowski, sensor Hall, transformador de corriente de alta sensibilidad o dispositivo similar), capaz de detectar armónicos entre 1 kHz y 500 kHz. Este primer bloque (B1) tiene  
 10 conexiones de salida al neutro (N) del transformador (T), a la tierra de protección (GP) y a los conectores (B, C y D).

b) Segundo bloque (B2)

15 El segundo bloque (B2) es un divisor de tensión compuesto por una primera resistencia (4) de alto valor óhmico en serie con otra resistencia (5) de menor valor, que a su vez está preferentemente conectada en paralelo con un diodo de protección (6) de sobretensiones. Estos elementos se montan, mediante los aisladores adecuados, en el interior de la misma jaula (J) que  
 20 alberga el primer bloque (1). El segundo bloque (B2) está conectado al neutro (N) del transformador (T) y a la tierra de monitorización (GM), que a su vez se conecta al conector 'G'. El punto central del divisor de tensión se conecta a la borna 'A'.

25 c) Tercer bloque (B3) de procesamiento

El tercer bloque (B3) de procesamiento es un dispositivo electrónico que detecta anomalías en los valores de tensión e intensidad de la resistencia de protección (R) del transformador (T) emite los avisos necesarios en cada  
 30 momento. En particular, el tercer bloque (B3) de este ejemplo comprende los siguientes elementos:

- Amplificador diferencial (A1): conectado a las bornas (C, D) del sensor de intensidad (3) de alta frecuencia, que sirve para amplificar la señal generada por dicho sensor de intensidad (3) de alta frecuencia previamente a su conexión con el puerto AD3 del microcontrolador (M1).

5

- Amplificador diferencial (A2): conectado a la borna positiva (B) del transformador de intensidad (2) de baja frecuencia y a la tierra de monitorización (GM), que sirve para amplificar la señal generada por el transformador de intensidad (2) de baja frecuencia y previamente a su conexión con el puerto AD2 del microcontrolador (M1).

10

- Amplificador de aislamiento (A3): conectado al punto intermedio (A) entre la primera (4) y segunda (4) resistencias, que sirve para amplificar la señal del divisor de tensión y para separar galvánicamente esta señal de la alimentación de los microcontroladores (M1, M2, M3) previamente a su conexión con el puerto AD1 del microcontrolador (M1).

15

- Microcontrolador (M1): realiza la lectura de los tres puertos AD1, AD2 y AD3 un número de veces por segundo, y en función de sus valores relativos envía un mensaje al microcontrolador (M2) para que emita un aviso en la pantalla LCD (7) o emite un paquete de datos a través de un puerto serie al módulo Serie/Ethernet (8), que permitirá que dicho mensaje se active en un cuadro de control de la instalación.

20

- Microcontrolador (M2): Se encarga de recibir mensajes destinados a ser mostrados en el display LCD (7) y a gestionar este último.

25

- Microcontrolador (M3): Procesa las pulsaciones del teclado de membrana (9), con el que se pueden configurar los parámetros de funcionamiento del sistema (1).

30

- Unidad de memoria (10): Preferentemente se trata de una memoria

flash donde se almacenan los parámetros de configuración del programa de control y un registro histórico de las condiciones de alarma.

- Bus SPI: Bus de datos que permite la comunicación entre el microcontrolador (M1) y los microcontroladores (M2, M3) y el dataflash (10).

A continuación se describe con mayor detalle funcionamiento de este sistema (1). En el primer bloque (B1), el transformador de intensidad (2) de baja frecuencia genera una corriente que depende de la corriente que circula a través de la resistencia de protección (R). El sensor de corriente (3) de alta frecuencia a su vez genera una señal que depende de la derivada de esta corriente, del campo magnético que esta induce, o de otros factores. Ambas señales son amplificadas por los amplificadores diferenciales (A1, A2) y alimentadas al microprocesador (M1), que por medio de un programa informático determina las amplitudes de los armónicos de la corriente que circula entre el neutro (N) y la tierra de protección (GP), para un cierto rango de frecuencias entre los 50Hz y los 100KHz.

Por otro lado, en ausencia de fallas el divisor de tensión del bloque (B2) genera una señal proporcional a la tensión del neutro (N) del transformador (T). Esta señal es amplificada mediante el amplificador (A3) y alimentada al mismo microprocesador (M1), que por medio de otro programa informático determina las amplitudes de los armónicos de esta tensión en el mismo rango de frecuencias descrito anteriormente.

La relación entre las amplitudes de los armónicos determinados en los pasos anteriores depende de la resistencia e inductancia equivalentes de la resistencia de protección (R) a cada frecuencia, de modo que se puede deducir el valor de la resistencia de protección (R). Comparando el valor calculado con los márgenes determinados por el operador, se determina si el valor óhmico de este elemento es adecuado y, en caso contrario, se activan las alarmas correspondientes a una resistencia abierta.

Como hecho diferenciador de esta propuesta, con el diseño propuesto es posible determinar la impedancia de la resistencia de protección (R) a las frecuencias empleadas como portadoras en la comunicación digital a través de las líneas de distribución. Esto significa que, aún en el caso de que el transformador (T) estuviese perfectamente equilibrado y conectado a líneas de capacidad despreciable, es posible determinar si existe energía a esas altas frecuencias en la resistencia de protección (R) en el caso de que las líneas de distribución transmitan potencia e información digital. Dado que este es el caso en la mayoría de instalaciones modernas, esta característica del diseño tiene gran importancia práctica, ya que la presencia de estas componentes en el neutro (N), combinada con la ausencia de corriente atravesando la resistencia de protección (R), significa que la resistencia está interrumpida.

El diseño propuesto es capaz de proporcionar al operador información continua acerca de las amplitudes de los armónicos de la tensión en el neutro (N), lo cual puede ser empleado para realizar controles adicionales de la salud del equipamiento y mantenimiento predictivo (por ejemplo, detectando componentes perjudiciales en los armónicos pares).

## REIVINDICACIONES

1. Sistema (1) de monitorización de la resistencia de protección (R) de un transformador trifásico (T), que comprende:
  - 5       - un primer bloque (B1) que comprende un transformador de intensidad (2) de baja frecuencia y un sensor de intensidad (3) de alta frecuencia conectados en serie con la resistencia de protección (R) del transformador (T) entre el neutro (N) del transformador (T) y una tierra de protección (GP);
  - un segundo bloque (B2) que comprende una primera resistencia (4) de  
10   alto valor óhmico en serie con una segunda resistencia (5) de valor reducido, conectados entre el neutro (N) del transformador (T) y una tierra de monitorización (GM); y
  - un tercer bloque (B3) de procesamiento conectado al sensor de intensidad (3) de alta frecuencia, al transformador de intensidad (2) de baja  
15   frecuencia, al punto intermedio entre la primera (4) y segunda (5) resistencias y a la tierra de monitorización (GM), que analiza periódicamente los valores recibidos y determina si se produce una anomalía.
2. Sistema (1) de acuerdo con la reivindicación 1, donde el sensor de  
20   intensidad (3) de alta frecuencia es uno de los siguientes: una bobina Rogowski, un sensor Hall o un transformador de corriente de alta sensibilidad.
3. Sistema (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-2, que además comprende un diodo de protección (6) de sobretensiones conectado en  
25   paralelo con la resistencia (5) de valor reducido.
4. Sistema (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-3, donde el primer (B1) y segundo (B2) bloques están ubicados en la jaula de protección (J) de la resistencia de protección (R) del transformador (T).  
30
5. Sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-4, donde el tercer bloque (B3) de procesamiento comprende:

- un conjunto de amplificadores (A1, A2, A3) que acondicionan las señales recibidas del primer bloque (B1) y del segundo bloque (B2);
- un microcontrolador (M1), que recibe dichas señales del conjunto de amplificadores (A1, A2, A3) y determina si se ha producido alguna falla;
- 5       - un módulo serie Ethernet (8), conectado al microcontrolador (M1) a través de un puerto serie, que permite el envío de información relativa a las fallas detectadas;
- un bus SPI (11), que conecta el microcontrolador (M1) con
  - un microcontrolador (M2) conectado a una pantalla (7) que muestra
  - 10   información relativa a las fallas detectadas
  - un microcontrolador (M3) conectado a un teclado (9) que permite modificar la configuración del sistema (1), y
  - una unidad de memoria (10) que almacena información relativa a configuración del sistema (1) y a las fallas detectadas.

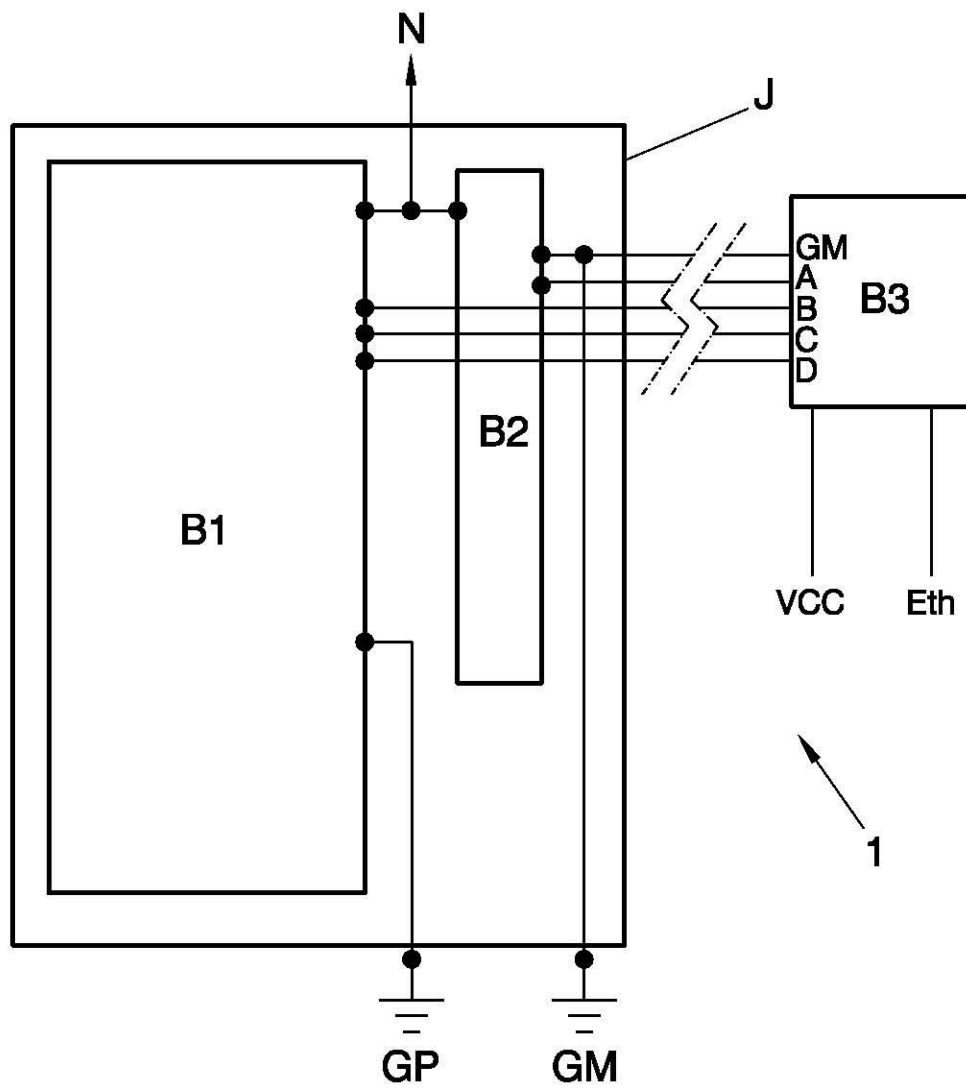


FIG. 1

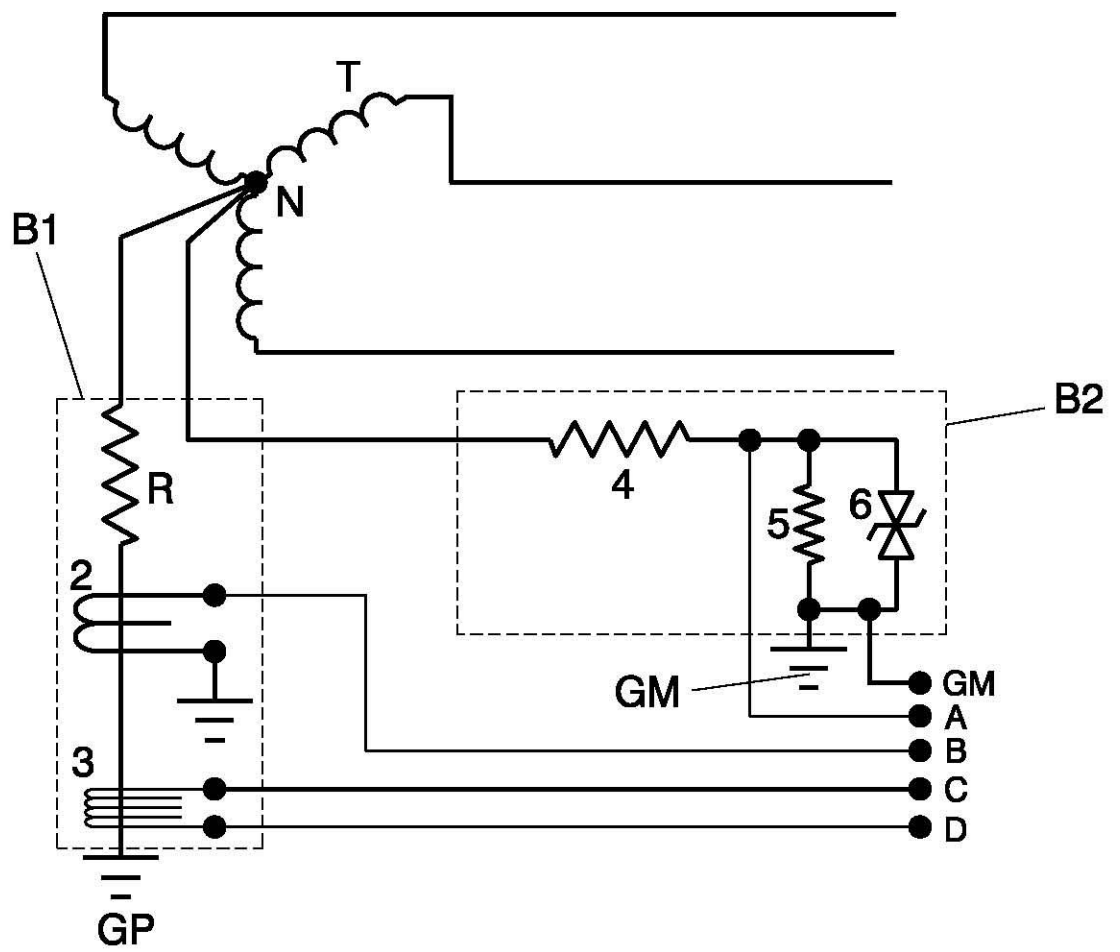


FIG. 2

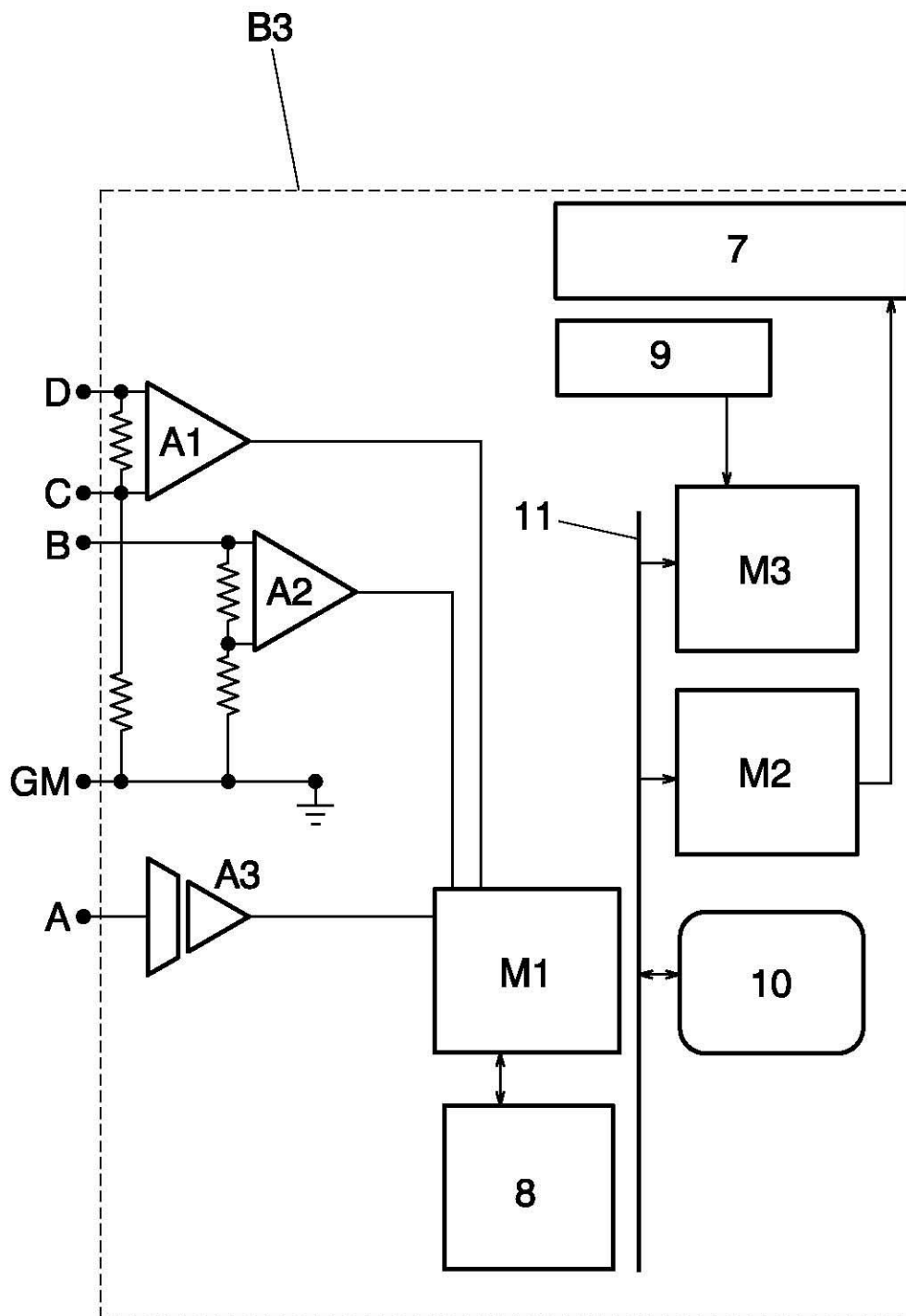


FIG. 3



OFICINA ESPAÑOLA  
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud: 201030243

②② Fecha de presentación de la solicitud: 19.02.2010

③② Fecha de prioridad:

## INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

### DOCUMENTOS RELEVANTES

| Categoría | ⑤⑥ Documentos citados                                                                                                                                                                                                     | Reivindicaciones afectadas |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| A         | Startco Engineering Ltd.; SE-330 MANUAL. NEUTRAL-GROUNDING-RESISTOR MONITOR; REVISION 5; Saskatoon, Saskatchewan Canada;<br>URL://http://www.electricalmanuals.net/files/RELAYS/STARTCO/SE-330/SE-330-M.pdf               | 1-5                        |
| A         | PAULSON et al.; "Monitoring Neutral-Grounding Resistors—An Update"; Julio 2003, Saskatoon, Saskatchewan, Canada;<br>URL://http://www.startco.ca/library/papers/Monitoring%20NGRs.pdf                                      | 1-5                        |
| A         | AL-HAJRI, M.T.; "Neutral ground resistor monitoring schemes," Electrical Insulation, 2004. Conference Record of the 2004 IEEE International Symposium on, pp. 388-393, 19-22 Sept. 2004 doi: 10.1109/ELINSL.2004.1380608. | 1-5                        |

#### 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  
14.02.2012

Examinador  
M. P. López Sábater

Página  
1/4

## CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

**G01R31/02** (2006.01)

**G01R27/20** (2006.01)

**H02H7/04** (2006.01)

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

G01R, H02H

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

INVENES, EPODOC, IEEE, Internet

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 14.02.2012

**Declaración**

|                                                 |                  |     |           |
|-------------------------------------------------|------------------|-----|-----------|
| <b>Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)</b>            | Reivindicaciones | 1-5 | <b>SI</b> |
|                                                 | Reivindicaciones |     | <b>NO</b> |
| <b>Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)</b> | Reivindicaciones | 1-5 | <b>SI</b> |
|                                                 | Reivindicaciones |     | <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       | Startco Engineering Ltd.; SE-330 MANUAL. NEUTRAL-GROUNDING-RESISTOR MONITOR; REVISION 5; Saskatoon, Saskatchewan Canada;<br>URL:// <a href="http://www.electricalmanuals.net/files/RELAYS/STARTCO/SE-330/SE-330-M.pdf">http://www.electricalmanuals.net/files/RELAYS/STARTCO/SE-330/SE-330-M.pdf</a> | 11.03.2008        |

**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:**

El documento del estado de la técnica más cercano a esta primera reivindicación lo constituye el documento D01, en cuya figura 3 se divulga un sistema de monitorización de la resistencia de protección de un transformador trifásico que comprende una serie de bloques. El primer consta de un sensor de intensidad conectado en serie con la resistencia de protección del transformador. Un segundo bloque comprende una resistencia de alto valor óhmico conectada entre el neutro del transformador y una tierra de monitorización y por último, un tercer bloque de procesamiento que está conectado al transformador de intensidad de baja frecuencia, a la resistencia de alto valor óhmico y a la tierra de monitorización. Este bloque analiza periódicamente los valores recibidos y determina si existe alguna una anomalía.

La mayor diferencia entre D01 y el aparato de esta primera reivindicación consiste en que en este último se incorpora, además del transformador trifásico para bajas frecuencias, otro sensor de corriente adecuado para altas frecuencias.

El problema técnico que se deriva de esta diferencia es que el aparato del documento D01 no es apto para determinar la impedancia de la resistencia de protección a las frecuencias de ondas portadoras empleadas en comunicaciones digitales. Por lo tanto, el aparato no serviría para monitorizar la puesta a tierra en líneas de distribución a las que también se les diera el uso de transporte de comunicación digital.

A la vista de esta diferencia, esta primera reivindicación, independiente, es nueva y tiene actividad inventiva.

**Reivindicaciones 2 a 5:**

Estas reivindicaciones también son nuevas e inventivas por ser dependientes de la primera.