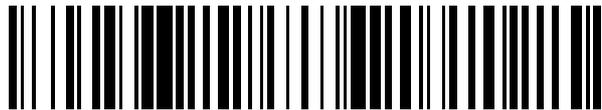


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 736 412**

21 Número de solicitud: 201930868

51 Int. Cl.:

G01R 31/08 (2010.01)

G01R 31/40 (2010.01)

H02M 7/00 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN

B2

22 Fecha de presentación:

07.10.2019

43 Fecha de publicación de la solicitud:

30.12.2019

Fecha de concesión:

03.06.2020

45 Fecha de publicación de la concesión:

10.06.2020

73 Titular/es:

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
(100.0%)**

**Avda. Ramiro de Maeztu nº 7
28040 MADRID (Madrid) ES**

72 Inventor/es:

**PLATERO GAONA, Carlos Antonio y
GUERRERO GRANADOS, Jose Manuel**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

54 Título: **SISTEMA Y MÉTODO DE LOCALIZACION DE FALTAS A TIERRA EN CORRIENTE ALTERNA EN SISTEMAS DE CORRIENTE CONTINUA CON INVERSORES**

57 Resumen:

Inventión de un método y sistema de localización de faltas a tierra en corriente alterna en sistemas eléctricos en corriente continua con inversores basados en el cálculo estadístico sobre la medida de tensión en un dispositivo instalado entre un punto neutro del sistema y tierra que permite calcular la fase que tiene la falta, así como el porcentaje de fallo sobre la impedancia de dicha fase sin necesidad de medir corrientes o conocer impedancias del sistema.

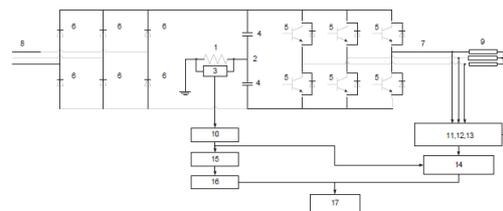


Figura 1

ES 2 736 412 B2

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

DESCRIPCIÓN

**SISTEMA Y MÉTODO DE LOCALIZACIÓN DE FALTAS A TIERRA EN
CORRIENTE ALTERNA EN SISTEMAS DE CORRIENTE CONTINUA CON
INVERSORES**

5

OBJETO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a un nuevo sistema y método para la localización de faltas a tierra en corriente alterna en sistemas eléctricos de corriente continua con inversores, que realiza la localización de este tipo de defecto mediante métodos estadísticos, en cualquier punto del circuito eléctrico de la parte de corriente alterna, con el circuito eléctrico en funcionamiento.

10

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

El diagnóstico de máquinas eléctricas, así como el de otro tipo de sistemas eléctricos es un campo en el que la investigación es elevada y las invenciones también. Uno de los defectos que puede buscar una invención dedicada al diagnóstico son las faltas a tierra o contra el chasis de sistemas eléctricos.

15

Estas faltas a tierra producen una corriente de fuga por una de las fases producto del deterioro del aislamiento en la mayoría de los casos. Esta corriente de fuga, en caso de haber un segundo punto conectado a tierra, puede ocasionar fallos considerables, sobre todo en caso de sistemas rígidos de puesta a tierra (TT).

20

Los métodos más comunes para detectar faltas son relés diferenciales de neutro, o relés diferenciales. También en el campo de los accionamientos eléctricos existen protecciones que cubren el 95% de los arrollamientos de un estator mediante un relé de sobreintensidad de neutro o del 100% del arrollamiento combinando el anterior con un relé de subtensión de neutro, que mide tercer armónico. Sin embargo, estas protecciones no tienen localización de defecto a

25

30

tierra.

Otro sistema y método de localización de faltas a tierra es el utilizar medidas de dos o más relés de mínima impedancia instalados en distintos puntos del sistema eléctrico y en función de las lecturas de ambos se puede localizar la falta resolviendo un sistema de ecuaciones, producto de la intersección de resultados de ambos relés.

Véanse las siguientes patentes y artículos para tener en cuenta sobre la invención:

PCT/US06/676747 (30.11.1984) US4766547 A (23.08.1988) Electric Power Research Institute SINGLE-ENDED TRANSMISSION LINE FAULT LOCATOR.

P201331852 (18.12.2013) ES2454045 A1 (09.04.2014) UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID (100.00%) Sistema y método de localización de defectos a tierra en devanados estáticos de máquinas síncronas puestas a tierra mediante una impedancia de elevado valor.

F. R. Blázquez, E. Rebollo and C. A. Platero, "Evaluation of the grounding circuit measurements for stator ground-fault location of synchronous generators," *2013 13th International Conference on Environment and Electrical Engineering (EEEIC)*, Wroclaw, 2013, pp. 229-233.

F.R. Blázquez, C.A. Platero, E. Rebollo, F. Blázquez, "On-line stator ground-fault location method for synchronous generators based on 100% stator low-frequency injection protection", *Electric Power Systems Research*, Volume 125, 2015, Pages 34-44, ISSN 0378-7796

Sin embargo, las anteriores invenciones requieren una previa caracterización del

sistema además de una onda con poco contenido en armónicos, tal que sea la medida lo suficientemente nítida como para poder registrar un valor eficaz preciso.

5 La invención proporciona un sistema y método que en caso de falta a tierra en un circuito eléctrico (cable con falta de aislamiento que toque una chapa metálica u otro defecto similar) localiza exactamente en qué cable está y en qué porcentaje de longitud del cable o impedancia se produce, pudiendo haber cargas entre medias en el circuito (porcentaje de impedancia equivalente). Para
10 ello se basa en el aprovechamiento del alto contenido en armónicos de la onda de tensión generada por los inversores para localizar el defecto producido sin necesidad de caracterizar previamente la impedancia equivalente de la fase en cuestión, o sin necesidad de realizar una lectura conjunta de tensiones y corrientes, como hacen los relés de mínima impedancia, para localizar la falta.

15

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

La invención se refiere a un método y sistema de localización de faltas a tierra en el lado de corriente alterna en sistemas eléctricos de potencia de corriente continua con inversores, sin importar en este segundo, el tipo de configuración
20 que tenga, pudiendo ser monofásico, bifásico, trifásico o disposiciones sucesivas.

La aparición de una corriente residual se produce debido a la existencia de un retorno por tierra entre una falta que se ha producido en un punto del sistema y otro punto previamente conectado a tierra (en el caso de sistemas eléctricos con impedancia de puesta a tierra, IT, y en sistemas rígidamente puestos a tierra, TT) o en caso de dos faltas a tierra en sistemas aislados (TN o sistema de neutro
25 aislado de tierra). Esta corriente residual puede causar el incorrecto funcionamiento de los sistemas y provocar desequilibrios en la red existente. Por lo que se requiere de detectores y localizadores para poder evitar estas
30 situaciones.

Actualmente muchos de los sistemas eléctricos van controlados por medio de un

sistema de electrónica de potencia que mediante la apertura y cierre de interruptores puede controlar la frecuencia y la amplitud de las ondas. El sistema de localización aquí planteado es óptimo para detectar faltas a tierra en sistemas con ondas de tensión producidas por inversores que reciben una señal continua de un rectificador, donde se produce una componente fundamental grande y se dispone de armónicos de orden superior notables (un ejemplo puede ser una onda de tensión modulada en ancho de pulso, PWM). En este sentido, el estado de la técnica resulta poco eficiente debido al alto nivel de ruido existente en las lecturas de las señales recogidas que se usan para la localización de la falta.

5
10

El sistema de la invención comprende un medidor de la tensión en una impedancia de puesta a tierra situada en el punto medio del sistema de corriente continua, que mide de forma continuada esta tensión. Además comprende un medidor de tensión fase-neutro del lado de corriente alterna, mediante el que se miden las diferentes fases del sistema de corriente alterna. Si la lectura de tensión en la impedancia de puesta a tierra es distinta de 0 V existe una falta a tierra y se toman en consideración las medidas de tensión fase-neutro del lado de corriente alterna.

15
20

En una realización de la invención, el sistema de corriente continua, en cuyo punto medio se conecta la impedancia de puesta a tierra, es un bus de corriente continua de un convertidor electrónico.

25

Se activa entonces un contador de valores puntuales de tensión conectado en bornes de la impedancia de puesta a tierra que muestrea los valores puntuales de la tensión de la impedancia de puesta a tierra. Si las repeticiones de lecturas del contador no oscilan la falta se encuentra en el lado de corriente continua, pero si oscilan, la falta se encuentra en el lado de corriente alterna.

30

A continuación, si la falta está en el lado de corriente alterna, el sistema de la invención localiza la falta mediante un dispositivo comparador de fase, que detecta el desfase que se refleja entre la onda de tensión en el lado de corriente

alterna, que produce el inversor en cada una de las fases (monofásico, bifásico, trifásico...), y la tensión respecto a tierra medida en la impedancia de puesta a tierra en el punto medio del sistema de corriente continua, que se corresponde con el punto neutro de dicho sistema. Las comparaciones en el dispositivo comparador de fase (entre las ondas) referenciadas al punto neutro del sistema se realizan según la siguiente ecuación para identificar la fase con defecto:

$$\theta_{U_{gnd}} - \theta_{U_{i.n}} = \theta_{Z_{gnd}} \pm T_{adm}$$

Donde:

- $\theta_{U_{gnd}}$: es el argumento de la tensión medida en bornes de la impedancia de puesta a tierra.
- 10 $\theta_{U_{i.n}}$: es el argumento de la tensión que porta el fallo a tierra o contra el chasis.
- $\theta_{Z_{gnd}}$: es el argumento de la impedancia de puesta a tierra.
- T_{adm} : es la tolerancia máxima de error de ángulo producido en el cálculo.

15 El sistema y método de localización de la falta, una vez conocida la fase, transfiere las lecturas del contador de medidas de valores puntuales de tensión a un módulo de realización de histograma, para calcular, mediante un método estadístico, la localización del punto exacto de la falta en tanto por ciento de la impedancia equivalente de la fase de fallo (ya obtenida mediante el comparador de fase). Para ello, el módulo de realización de histograma está conectado a un módulo de cálculo del porcentaje de fase de fallo, que calcula su posición según la ecuación:

$$k = \frac{3}{2} \cdot (1 - C_S)$$

Donde:

$$C_S = \frac{|U_{gnd_{frec.max}}|}{|U_{gnd_{pico}}|}$$

- 25 k: es el porcentaje de impedancia en tanto por uno sobre la impedancia de la fase con falta.

$U_{\text{gndfrec.max}}$: es la tensión en bornes de la impedancia de puesta a tierra que más se repite de valor no nulo producto de la realización del histograma.

5 U_{gndpico} : es la tensión de pico promedio registrada en bornes de la impedancia de puesta a tierra producto de la realización del histograma.

Además, para que el sistema funcione adecuadamente el contenido de armónicos de alta frecuencia de las ondas de tensión ha de ser considerablemente elevado.

10

La tensión de la impedancia de puesta a tierra a tener en cuenta ha de ser la que más se repita en el numerador y la tensión de pico en el denominador. La necesidad de hacer un histograma se produce con motivo de recoger dichas repeticiones y así saber cuál es el valor de pico y cuál es el valor de frecuencia máxima.

15

La tensión de frecuencia máxima se da debido a la suma de tensiones que proviene de las fases sanas por la zona de aguas abajo de la falta hasta la falta en cuestión. Esta onda de tensión tendrá un ruido superior al introducido por la fase con falta debido a que para producir esta onda se utilizan más elementos de inversión a corriente alterna que una única fase.

20

La tensión de pico únicamente puede ser alcanzada en determinados momentos por la suma de todas las tensiones incidentes en la falta, por lo que tienen influencia todas las fases. Esa onda tendrá la misma frecuencia que la frecuencia que tendría una tensión de fase-neutro del sistema de corriente alterna en condiciones sanas.

25

Para los anteriores valores, dividiendo uno entre otro se permite obtener el punto donde la impedancia tiene un fallo a tierra. Sin embargo, la fase como se dijo

30

anteriormente ha de ser localizada primeramente por la diferencia de argumentos entre ondas.

5 Además, la invención, realiza la localización de faltas a tierra en sistemas con ondas de mucho ruido, aprovechando esta característica que suele estar en contra para la mayoría de dispositivos con los mismos fines. Todo ello mediante el empleo de muy pocos instrumentos de medida (únicamente mide tensión), a diferencia de los sistemas del estado de la técnica, que resultan ineficientes debido a las perturbaciones que este tipo de ruido puede introducir en los
10 sistemas y que además requieren realizar como mínimo la medida de tensión e intensidad. Tampoco requiere el conocimiento de las impedancias de fase o de falta.

15 Por otro lado, no existe ningún sistema que utilice métodos estadísticos basados en la obtención de un histograma para detectar faltas a tierra.

Finalmente, el sistema envía una señal al exterior del mismo mediante un módulo de emisión de señal de falta a tierra.

20 **BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS**

A continuación, se describen de manera muy breve una serie de dibujos que ayudan a comprender mejor la invención y que se relacionan expresamente con una realización de dicha invención que se presenta como un ejemplo no limitativo de ésta.

25

En la Figura 1 se representa un sistema trifásico de corriente alterna a través de un convertidor de seis pulsos alimentado a través de una etapa de corriente continua, que consta de:

(1): Impedancia de puesta a tierra.

- 5
- (2): Punto medio del bus de continua de un convertidor electrónico.
- (3): Medida de tensión en la impedancia de puesta a tierra.
- (4): Condensador en el bus de continua.
- (5): IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) del convertidor a corriente alterna.
- (6): Diodo rectificador de corriente alterna desde la red.
- (7): Sistema trifásico del lado de frecuencia variable del convertidor.
- (8): Sistema trifásico del lado de red al convertidor.
- (9): Impedancia equivalente de cada fase.
- 10
- (10): Contador de valores puntuales de tensión.
- (11): Medidor de tensión fase-neutro de la fase a.
- (12): Medidor de tensión fase-neutro de la fase b.
- (13): Medidor de tensión fase-neutro de la fase c.
- (14): Dispositivo comparador de fase.
- 15
- (15): Módulo de realización de histograma.
- (16): Módulo de cálculo del porcentaje de fase de fallo.
- (17): Módulo de emisión de señal de falta a tierra.

El diagrama expuesto en la Figura 2 explica el método a seguir:

- 20
- Se registra una medida de tensión en la impedancia de puesta a tierra (3).
 - Se miden las tensiones de fase-neutro del sistema de corriente alterna con los medidores de tensión fase-neutro de las fases a (11), b (12) y c (13) y con el contador de valores puntuales de tensión (10) en la
- 25
- Si la falta está en corriente continua (1) se calcula si la falta está en corriente continua o corriente alterna.
 - Si la falta está en corriente continua se vuelve a medir y medir la tensión en la impedancia de puesta a tierra (3). Si existe una falta en corriente

alterna se procede a la comparación de fase en el dispositivo comparador de fase (14).

- Se realiza el histograma en el módulo de realización de histograma (15).
- Se calcula la localización de la falta en el módulo de cálculo de porcentaje de fase de fallo (16), según la ecuación comentada en el apartado anterior.
- Se emite una señal con la información correspondiente (fase y porcentaje de fallo) con el módulo de emisión de señal de falta a tierra (17).

10 La Figura 3 muestra un registro de laboratorio de la medida de tensión en la impedancia de puesta a tierra (3) en un inversor trifásico, similar al presentado en la Figura 1, con un defecto a tierra y de la medida de tensión de fase-neutro de las fases a, b y c (11), (12), (13) del lado de corriente alterna del inversor.

15 La Figura 4 muestra el histograma correspondiente al registro de la Figura 3. El ejemplo expuesto para estas figuras se encuentra en el apartado "Realizaciones preferentes", donde se registra la onda de tensión en la impedancia de puesta a tierra (1), y se realiza el histograma en el módulo de realización de histograma (15) para obtener la localización de la falta en porcentaje en el módulo de cálculo de porcentaje de fase de fallo (16).

REALIZACIONES PREFERENTES

Se procede a continuación a la descripción de realizaciones preferentes.

25 **Realización preferente para sistemas de corriente alterna con conversión de corriente continua a alterna en un tren de potencia de un vehículo eléctrico.**

Un ejemplo no limitativo de dicha aplicación, del sistema y método descritos, puede observarse en el tren de potencia eléctrica de un vehículo eléctrico, dónde la señal de tensión enviada al accionamiento eléctrico lleva un control SVM (Support Vector Machines) basado en la generación de una onda PWM (pulse-

width modulation) en terminales del estator.

En este caso existen ondas de tensión con frecuencias del orden de 10kHz~20kHz que influyen en el control del accionamiento eléctrico aguas arriba del convertidor a corriente alterna (5). Estas frecuencias de ancho de pulso, que consiguen un alto contenido en el primer armónico y anulan los sucesivos hasta encontrar algunos armónicos relevantes desde el 25 en adelante, pueden ser utilizadas para la realización del histograma.

10 **Ejemplo del funcionamiento completo en un sistema de corriente alterna con conversión de corriente continua a alterna.**

Sea un sistemas de corriente alterna con conversión de corriente continua a alterna con una impedancia de puesta a tierra (1) en el punto neutro del bus de corriente continua de un convertidor electrónico (2) donde se registra la medida de tensión en la impedancia de puesta a tierra (3) (en este caso resistiva pura), localizado como se muestra en la Figura 1, donde se produce una falta a tierra en la fase "c" del sistema trifásico del lado de frecuencia variable del convertidor.

Se activa entonces el protocolo antes descrito en la Figura 2:

20

En el caso de un inversor trifásico de 6 pulsos (véase la Figura 1) la onda de tensión que incidiría en la impedancia equivalente de fase (9) en corriente alterna de la fase c tendría aguas arriba una tensión de incidencia producida por 2 IGBTs del convertidor a corriente alterna (5) y por el lado derecho una tensión producida por la suma de dos tensiones desfasadas 120° entre si producida por 4 IGBTs del convertidor a corriente alterna (5).

Por un lado, se detecta una medida de tensión en la impedancia de puesta a tierra (3) (entre el punto medio del bus de corriente continua y tierra), por lo que se procede a obtener la medida de tensión fase-neutro de las fases a, b y c (11),

30

(12), (13) del sistema de corriente alterna.

En la fase llevada a cabo por el contador de valores puntuales de tensión (10), visualizado en la Figura 4, se puede observar que como el fallo se produce en la fase “c” el muestreo no da un valor constante por lo que se procede a la comparación de fase en el dispositivo comparador de fase (14) de donde se obtienen los siguientes resultados:

$\theta_{U_{gnd}} - \theta_{U_{a.n}} [^\circ]$	$\theta_{U_{gnd}} - \theta_{U_{b.n}} [^\circ]$	$\theta_{U_{gnd}} - \theta_{U_{c.n}} [^\circ]$
136,6397	-97,8350	13,2023

De acuerdo con la ecuación de comparación de fase, como el argumento de la impedancia propia de una impedancia de puesta a tierra es nulo al ser resistivo puro el fallo se produce en la fase “c” al ser el que mejor cumple la ecuación:

$$\theta_{U_{gnd}} - \theta_{U_{i.n}} = \theta_{Z_{gnd}} \pm T_{adm}$$

Se realiza entonces un histograma de los valores registrados en el contador de valores puntuales de tensión (10) de la medida de tensión en la impedancia de puesta a tierra (3) una vez localizada la fase. Los valores puntuales del contador se transforman en valor absoluto de todos ellos, se clasifican en el módulo de realización de histograma (15) y finalmente se obtienen los valores de pico y medio 2.8 V y 1.4 V medidos a partir del histograma realizado (véase la Figura 4), lo que implica que el fallo está en:

$$k = \frac{3}{2} \cdot \left(1 - \frac{|U_{gnd_{frec.max}}|}{|U_{gnd_{pico}}|} \right) = \frac{3}{2} \left(1 - \frac{1.4}{2.8} \right) = 75\% \text{ de la fase } c$$

Por lo tanto, la invención permite obtener la fase con falta, así como la localización de la misma, sin la necesidad de utilizar corrientes de fase ni tampoco los valores de las impedancias de fase, puesto que únicamente depende de la diferencia relativa entre valores de tensión.

Una vez estimada la localización de la falta, ésta se emite, mediante el módulo de emisión de señal de falta a tierra (17), a un dispositivo externo para informar al agente correspondiente.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de localización de faltas a tierra en corriente alterna en sistemas de corriente continua con inversores, **caracterizado por que** comprende:
- un medidor de las tensiones de fase del sistema de corriente alterna (11), (12), (13), que produce cada inversor en cada una de las fases.
 - una impedancia de puesta a tierra (1) dispuesta entre el punto medio (2) del sistema de corriente continua y tierra.
 - un medidor de la tensión (3) en la impedancia de puesta a tierra (1).
 - un contador de valores puntuales de tensión (10) en la impedancia de puesta a tierra (1).
 - un dispositivo comparador de fase (14) para detectar la fase de falta por comparación de argumentos entre la medida de tensión en la impedancia de puesta a tierra (3) y las medidas de tensión fase-neutro del lado de corriente alterna (11), (12), (13).
 - un módulo de realización de histograma (15) y un módulo de cálculo de porcentaje de fase de fallo (16) configurados para localizar faltas a tierra en el sistema de corriente alterna según la ecuación:

$$k = \frac{3}{2} \cdot \left(1 - \frac{|U_{gndfrec.max}|}{|U_{gndpico}|} \right)$$

Donde:

k: es el porcentaje de impedancia en tanto por uno sobre la impedancia de la fase con falta.

$U_{gndfrec.max}$: es la tensión que más se repite de valor no nulo, producto de la realización del histograma con los valores absolutos de la tensión registrada en la impedancia de puesta a tierra (1).

$U_{gndpico}$: es la tensión de pico registrada, producto de la realización del histograma con los valores absolutos de la tensión registrada en la impedancia de puesta a tierra (1).

- 5
2. Sistema de localización de faltas a tierra en corriente alterna en sistemas de corriente continua con inversores basado en la reivindicación 1, **caracterizado por que** el sistema de corriente continua es un bus de corriente continua de un convertidor electrónico.
- 10
3. Sistema de localización de faltas a tierra en corriente alterna en sistemas de corriente continua con inversores basado en la reivindicación 1, **caracterizado por que** comprende un módulo de emisión de señal de falta a tierra (17) una vez localizada la falta.
- 15
4. Método de localización de faltas a tierra en corriente alterna en sistemas de corriente continua con inversores **caracterizado por que** comprende las siguientes etapas:
- 15
- Etapa de medida de tensiones de fase de cada fase de corriente alterna (11), (12), (13) que produce cada inversor.
 - Etapa de medida de tensión (3) en una impedancia de puesta a tierra (1).
 - Etapa de muestreo de valores puntuales de la tensión en la impedancia de puesta a tierra (10).
- 20
- Etapa de cálculo de la fase donde se produce la falta a tierra (14) atendiendo a la diferencia de argumento que se produce entre la medida de tensión en la impedancia de puesta a tierra (3) y las medidas de tensión fase-neutro del lado de corriente alterna (11), (12), (13) según la ecuación:

$$\theta_{U_{gnd}} - \theta_{U_{i.n}} = \theta_{Z_{gnd}} \pm T_{adm}$$

25 Donde:

$\theta_{U_{gnd}}$: es el argumento de la tensión medida en bornes de la impedancia de puesta a tierra.

$\theta_{U_{i.n}}$: es el argumento de la tensión que porta el fallo a tierra o

contra el chasis.

$\theta_{Z_{gnd}}$: es el argumento de la impedancia de puesta a tierra.

T_{adm} : es la tolerancia máxima de error de ángulo producido en el cálculo.

- 5 - Etapa de cálculo estadístico de localización de faltas a tierra mediante la realización de un histograma (15) que comprende obtener unos valores $U_{gndfrecmax}$ y $U_{gndpico}$ a partir de los valores absolutos de los valores puntuales de la tensión en la impedancia de puesta a tierra (10), y obtener el porcentaje de la impedancia donde se encuentra la falta a tierra según la ecuación:

$$k = \frac{3}{2} \cdot \left(1 - \frac{|U_{gndfrecmax}|}{|U_{gndpico}|} \right)$$

Donde:

k: es el porcentaje de impedancia en tanto por uno sobre la impedancia de la fase con falta.

- 15 $U_{gndfrec.max}$: es la tensión que más se repite de valor no nulo, producto de la realización del histograma con los valores absolutos de la tensión registrada en la impedancia de puesta a tierra (1).

- 20 $U_{gndpico}$: es la tensión de pico registrada, producto de la realización del histograma con los valores absolutos de la tensión registrada en la impedancia de puesta a tierra (1).

- 25 5. Método de localización de faltas a tierra en corriente alterna en sistemas de corriente continua con inversores basada en la reivindicación 4, **caracterizado por que** tras el cálculo de la fase en la que se produce la falta a tierra, por comparación de argumento, seguidamente comprende localizar el porcentaje de impedancia donde se encuentra el fallo en dicha fase.

- 5 6. Método de localización de faltas a tierra en corriente alterna en sistemas de corriente continua con inversores basado en la reivindicación 4, **caracterizado por que** la etapa de medida de tensión en la impedancia de puesta a tierra (3) se realiza en el lado del sistema de corriente continua.
- 10 7. Método de localización de faltas a tierra en corriente alterna en sistemas de corriente continua con inversores basado en la reivindicación 4 **caracterizado por que** comprende una etapa de emisión de información sobre la localización de falta.

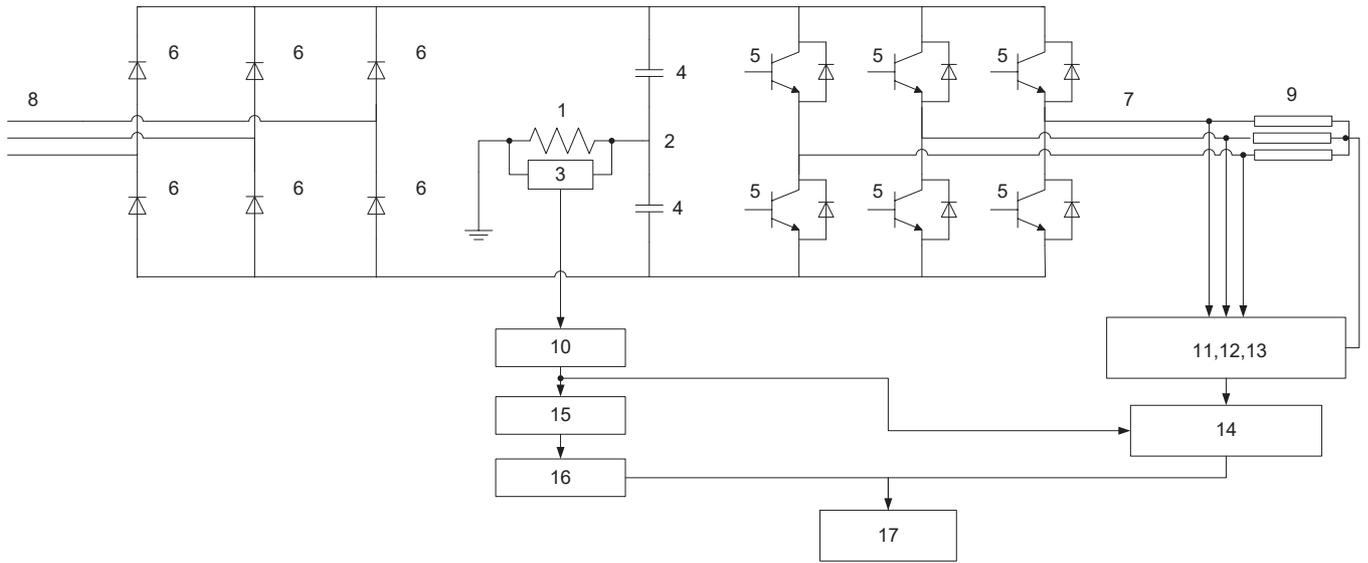


Figura 1

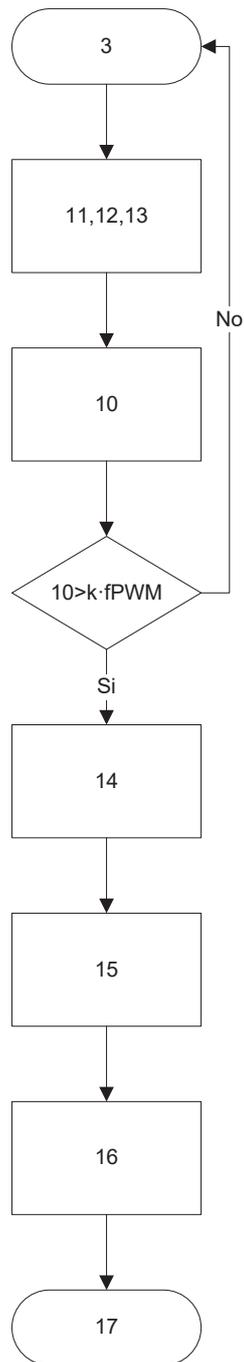


Figura 2

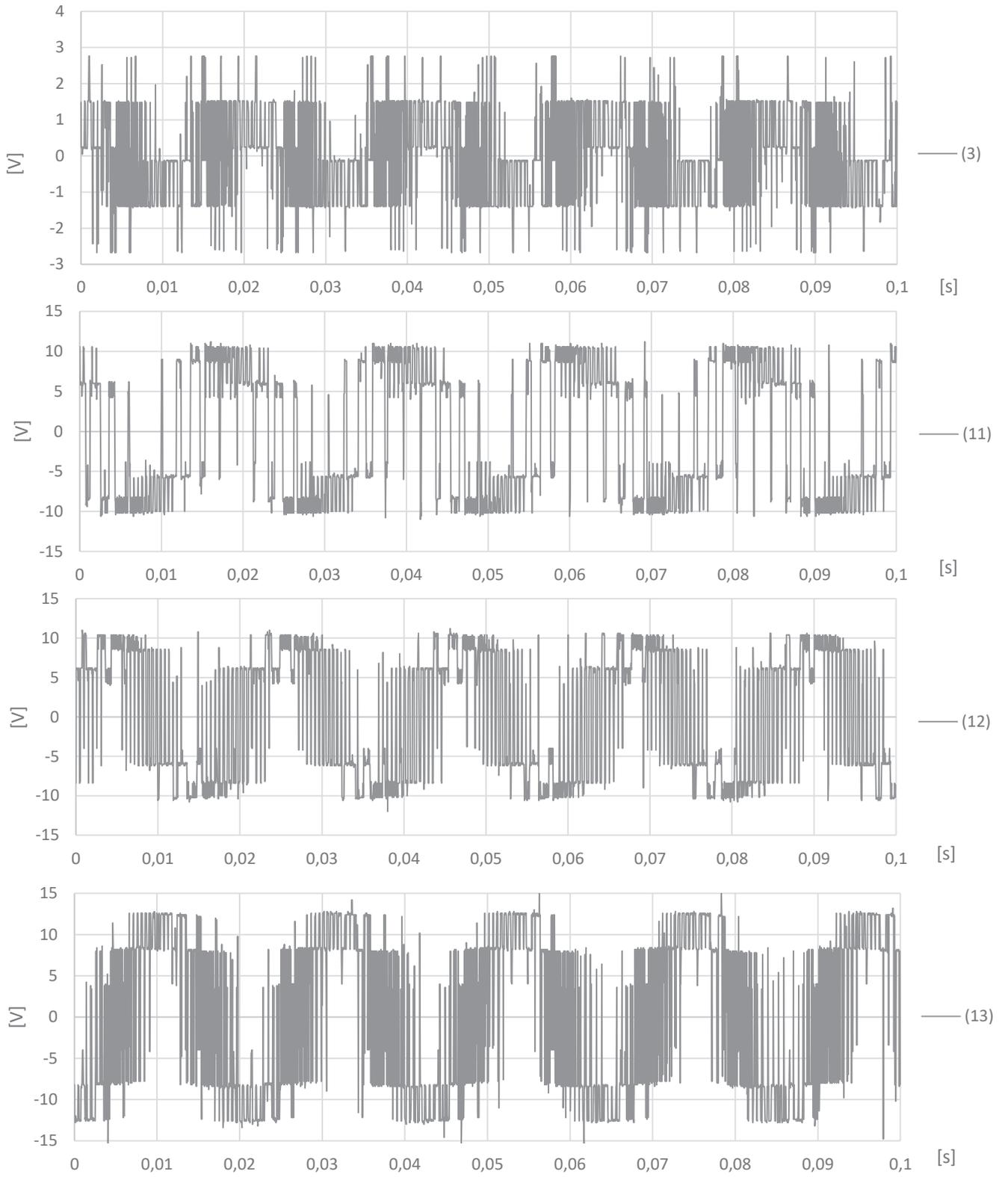


Figura 3

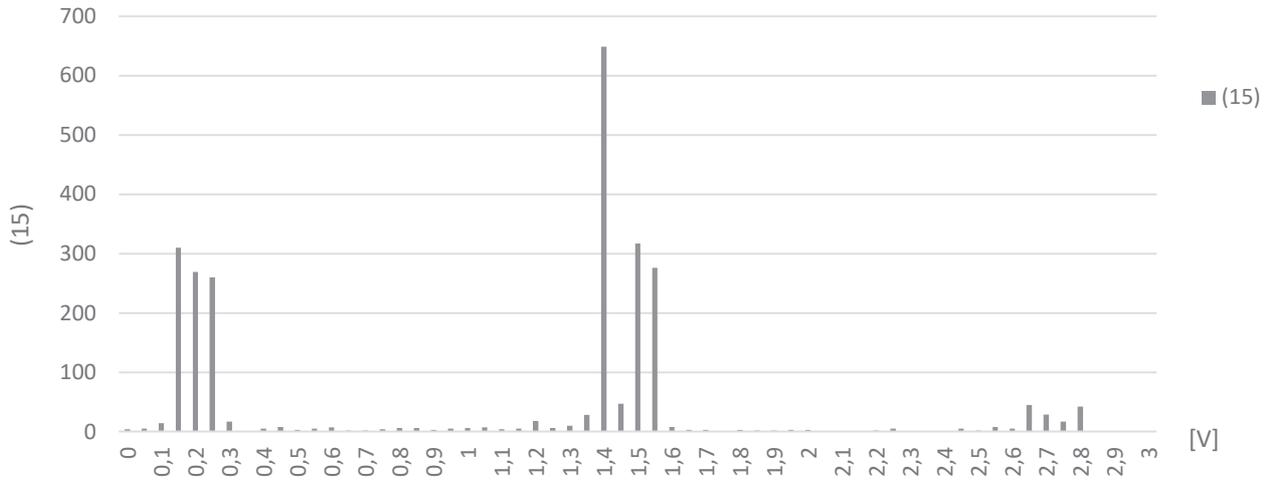


Figura 4