

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 767 414**

51 Int. Cl.:

G01R 19/25 (2006.01)

G01R 29/12 (2006.01)

G01R 31/08 (2006.01)

H04B 3/46 (2015.01)

G01R 31/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.09.2015** **E 15186784 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.11.2019** **EP 3001207**

54 Título: **Sensor de tensión, conjunto y detector de defectos de la red eléctrica aérea que incluye un sensor de ese tipo**

30 Prioridad:

26.09.2014 FR 1459145

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

17.06.2020

73 Titular/es:

SCHNEIDER ELECTRIC INDUSTRIES SAS
(100.0%)

35, rue Joseph Monier
92500 Rueil-Malmaison, FR

72 Inventor/es:

SHI, XIAODONG;
HOUBRE, PASCAL;
CONTINI, ERICK;
COUTELOU, OLIVIER y
CLEMENCE, MICHEL

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 767 414 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sensor de tensión, conjunto y detector de defectos de la red eléctrica aérea que incluye un sensor de ese tipo

La presente invención se refiere a un detector de un defecto, con relación, a la tierra de una fase de una corriente alterna para una red eléctrica aérea.

- 5 En el campo de las redes eléctricas aéreas, una problemática es asegurar un funcionamiento óptimo de la red y reducir al mínimo el número de interrupciones y de defectos de la corriente alterna transmitidos en la red. Cuando sobreviene una interrupción en la red, es necesario identificar y localizar la interrupción con el fin de restablecer una alimentación eléctrica lo más rápido posible. Además, un inconveniente usual es un defecto de desfase de la corriente transmitida que puede producirse a lo largo de una línea de transmisión de la red.
- 10 Con este fin, es conocida la fabricación de sensores de tensiones con relación a la tierra, de una fase de la corriente alterna. A modo de ejemplo, se puede citar la tesis "Modelling and Performance Evaluation of a Three-phase Capacitive Voltage Sensor Topology" (S. Van der Merwe, H.J. Vermeulen. University of Stellenbosch). Este documento describe un detector para la medida de un módulo y de una fase de una tensión transmitida en una red eléctrica aérea. El detector se concibe para instalarse bajo demanda bajo unos conductores eléctricos de la red tal como líneas de alta
- 15 tensión. Incluye al menos tres sensores diferenciales situándose cada uno a un potencial eléctrico flotante muy próximo al de la tierra. Cada sensor se considera entonces como un divisor capacitivo de tensión entre dos capacidades a estimar para realizar la medida de la corriente o de la tensión. De las dos estimaciones la más difícil es la relativa a la capacidad entre el sensor y el conductor correspondiente de la red eléctrica aérea. Esta capacidad depende de la posición del sensor con relación al conductor, que está sometida a un error humano en la colocación del sensor o al desplazamiento del sensor y/o del conductor a causa de las condiciones meteorológicas.
- 20

El documento WO 2013/158754 A1 describe un sensor de tensión configurado para supervisar una tensión transmitida por un conductor de una línea de transmisión aérea.

El documento US 2008/246507 A1 divulga un dispositivo configurado para ser conectado a una línea de transmisión de alta tensión y para supervisar unos parámetros de la tensión transmitida.

- 25 El objeto de la invención es por tanto proponer un sensor que permita mejorar la medida de la tensión de un conductor de la red aérea para facilitar la detección de un eventual defecto.

Para este propósito, la invención tiene por objeto un detector de un defecto, con relación a la tierra, de una fase de una corriente alterna para una red eléctrica aérea, según la reivindicación 1.

- 30 Gracias a la invención, la placa metálica de cada sensor está a un potencial eléctrico flotante muy próximo al del conductor correspondiente. Por consiguiente, la única de las dos capacidades del divisor capacitivo de tensión que se ha de estimar es la capacidad entre la placa metálica y la tierra, correspondiendo la otra capacidad a la conexión eléctrica entre la placa metálica y el conductor. Esto simplifica la medida de la tensión del conductor correspondiente, principalmente para una red trifásica que incluye una pluralidad de conductores. La capacidad entre la placa metálica y la tierra no está influida además por la orientación de la placa metálica con relación a la tierra, considerándose la
- 35 tierra como una superficie infinita. Los errores en las medidas se reducen entonces sustancialmente. De este modo, el nivel de la señal obtenido para las medidas es mayor y con menos ruido.

Según aspectos ventajosos, pero no obligatorios de la invención, el detector de un defecto el según una de las reivindicaciones 2 a 10.

La invención tiene igualmente por objeto un procedimiento de detección de un defecto, según la reivindicación 11.

- 40 La invención se comprenderá mejor y surgirán más claramente otras ventajas de esta a la luz de la descripción que sigue, dada únicamente a título de ejemplo no limitativo y realizada con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:
- la figura 1 es una representación esquemática de un detector de acuerdo con la invención instalado en una red eléctrica aérea trifásica, comprendiendo el detector un conjunto de sensores de medida de una magnitud eléctrica de una fase correspondiente de la red aérea y un dispositivo de detección del defecto en función de la o las
 - 45 magnitudes medidas;
 - la figura 2 es una representación esquemática de uno de los sensores de medida y del dispositivo de detección de la figura 1;
 - la figura 3 es un esquema equivalente de capacidades asociadas a un sensor unido a uno de los conductores de la red eléctrica aérea trifásica;
 - 50 - la figura 4 es un esquema análogo al de la figura 3 después de una simplificación;
 - la figura 5 es un esquema equivalente simplificado de capacidades asociadas al conjunto de los sensores, estando unido cada sensor a un conductor respectivo de la red eléctrica aérea trifásica y
 - la figura 6 es un organigrama de un procedimiento de detección de un defecto de acuerdo con la invención.

En la figura 1, se representa esquemáticamente un sistema 2 eléctrico e incluye una red 4 eléctrica aérea y un detector

6 de un defecto, con relación a la tierra 1, de una fase P de una corriente alterna que recorre la red 4.

El sistema eléctrico incluye, como complemento facultativo, un dispositivo 7 de centralización de datos procedentes de diversos detectores 6.

5 La red 4 eléctrica aérea incluye tres conductores 8A, 8B y 8C eléctricos. Cada conductor 8A, 8B, 8C eléctrico se configura para transmitir la fase P correspondiente de la corriente alterna. En particular, un primer conductor 8A transmite una primera fase P_A , un segundo conductor 8B transmite una segunda fase P_B y un tercer conductor 8C transmite una tercera fase P_C .

10 El detector 6 conectado a la red 4 comprende un conjunto de tres sensores 10A, 10B, 10C de medida, es decir un primer sensor 10A de medida, un segundo sensor 10B de medida y un tercer sensor 10C de medida, comprendiendo cada uno una placa 18 metálica adecuada para disponerse entre el conductor 8 y la tierra 1. La placa 18 metálica no está unida eléctricamente a la tierra 1. En otras palabras, esta placa 18 metálica está eléctricamente flotante con relación a la tierra 1.

El detector 6 incluye igualmente un dispositivo 12 de detección del defecto en función de magnitudes G medidas por los sensores 10A, 10B, 10C.

15 El detector 6 incluye además unos medios 14 de conexión eléctrica de cada placa 18 metálica al conductor 8A, 8B, 8C eléctrico correspondiente.

20 El detector 6 incluye igualmente unos medios 15 de conexión mecánica del sensor 10A, 10B, 10C de medida con el conductor 8A, 8B, 8C eléctrico correspondiente. Se indica por D la distancia entre la placa 18 metálica del sensor 10A, 10B, 10C y el conductor 8A, 8B, 8C eléctrico correspondiente. Los medios 15 de conexión mecánica se configuran para que la distancia D esté comprendida entre 0 mm y 100 mm, preferentemente sustancialmente igual a 50 mm.

Cada sensor 10A, 10B, 10C es adecuado para medir la magnitud G eléctrica de la fase P de la corriente alterna y se prevé para cada conductor 8A, 8B, 8C eléctrico. La magnitud G eléctrica se determina en función de una capacidad C entre la placa 18 metálica y la tierra 1. La magnitud G eléctrica medida es por ejemplo la tensión U_A , U_B , U_C del conductor 8A, 8B, 8C eléctrico correspondiente y cada sensor 10 de medida es entonces un sensor de tensión.

25 Cada sensor 10A, 10B, 10C comprende además un órgano 16 de medida de una variable v eléctrica asociada a los medios 14 de conexión eléctrica. La magnitud G eléctrica se determina además en función de dicha variable v eléctrica medida. En el ejemplo de las figuras 3 a 5, la variable v eléctrica medida es una corriente I. Como variante, la variable v eléctrica medida se deduce de una medida V de tensión.

30 Cada sensor 10A, 10B, 10C de medida incluye una primera unidad 19 de tratamiento de informaciones adecuada para transmitir, al dispositivo 12 de detección y a través de un emisor-receptor 20, una señal S1 radioeléctrica relativa a la magnitud G medida.

El dispositivo 12 de detección se configura para detectar los defectos en función de la o las magnitudes G eléctricas medidas por los sensores 10A, 10B, 10C de medida y, como complemento, en función de un conjunto de parámetros E_P definido para la red 4.

35 El dispositivo 12 de detección incluye un emisor-receptor 22 adecuado para comunicar con el emisor-receptor 20 de cada sensor de medida y para recibir las señales S1 radioeléctricas de los sensores 10A, 10B, 10C de medida. Dicho de otro modo, cada sensor 10A, 10B, 10C de medida y el dispositivo 12 de detección se unen a través de una conexión 21 radioeléctrica.

40 El dispositivo 12 de detección incluye una segunda unidad 23 de tratamiento de informaciones, formada por ejemplo por un procesador y por una memoria asociada al procesador, no representados, siendo la memoria adecuada para almacenar un algoritmo 24 de detección, igualmente llamado software de detección, siendo el procesador adecuado para ejecutar el algoritmo 24 de detección. El algoritmo 24 de detección está adaptado para detectar un defecto, con relación a la tierra 1, de al menos una fase P_A , P_B , P_C en función de la o las magnitudes G eléctricas medidas por el o los sensores 10 de medida. El emisor-receptor 22 se configura igualmente para transmitir una señal S2 radioeléctrica al dispositivo 7 de centralización con el fin de señalar, en caso necesario, la detección de un defecto.

45 El dispositivo 7 de centralización incluye un emisor-receptor 26 adecuado para comunicar con el emisor-receptor 22 del dispositivo 12 de detección y para recibir principalmente la señal S2 desde el dispositivo 12 de detección. Dicho de otro modo, el dispositivo 12 de detección y el dispositivo 7 de centralización están unidos a través de una conexión 25 radioeléctrica.

50 El dispositivo 7 de centralización incluye una tercera unidad 27 de tratamiento de informaciones, formada por ejemplo por un procesador y por una memoria asociada al procesador, no representados, siendo adecuada la memoria para almacenar un algoritmo 28 de corrección, igualmente llamado software de corrección, siendo adecuado el procesador para ejecutar el algoritmo 28 de corrección. El algoritmo 28 de corrección se configura para determinar la o las correcciones eventuales a aplicar a la corriente alterna de la red 4 aérea en función del defecto detectado por el

dispositivo 12 de detección.

La figura 3 representa un esquema equivalente de capacidades asociado al sensor 10B unido a través de los medios 14 de conexión eléctrica al conductor 8B de la red 4 eléctrica aérea que incluye además los conductores 8A y 8C eléctricos. La estructura de la red 4 induce unas capacidades parásitas entre todos estos elementos. Cuando el sensor 10B de medida se coloca en su sitio en la red 4, los valores de las capacidades son constantes y el conjunto de parámetros E_P corresponde a un conjunto de capacidades E_C . En lo que se refiere a estas capacidades, se indica por C_{AT} la capacidad eléctrica entre el conductor 8A y la tierra 1. Se indica igualmente por C_{BT} la capacidad eléctrica entre el conductor 8B eléctrico y la tierra 1 y por C_{CT} la capacidad eléctrica entre el conductor 8C eléctrico y la tierra 1. Se indican igualmente por C_{AB} , C_{BC} y C_{AC} , las capacidades eléctricas respectivamente entre los conductores 8A y 8B, entre los conductores 8B y 8C y entre los conductores 8A y 8C. Además, se indican por C_{A10} , C_{B10} y C_{C10} , las capacidades eléctricas entre la placa metálica del sensor 10A, 10B, 10C de medida correspondiente y respectivamente el conductor 8A, el conductor 8B y el conductor 8C. Por último, se indica por C_{10T} la capacidad eléctrica entre la placa metálica del sensor 10A, 10B, 10C de medida y la tierra 1.

Además, se indica por U_A la diferencia de potencial entre el primer conductor 8A y la tierra 1, que corresponde a la tensión transmitida por el primer conductor 8A. De forma análoga, se indica por U_B la diferencia de potencial entre el segundo conductor 8B y la tierra 1, que corresponde a la tensión transmitida por el segundo conductor 8B y se indica por U_C la diferencia de potencial entre el tercer conductor 8C y la tierra 1, que corresponde a la tensión transmitida por el tercer conductor 8C.

El órgano 16 de medida incluido en el segundo sensor 10B es adecuado para medir una corriente I_B , siendo entonces la variable medida la corriente I_B . El esquema equivalente de la figura 3 muestra que la corriente I_B es función de la diferencia de potencial U_B , de la diferencia de potencial U_A y de la diferencia de potencial U_C así como del conjunto de capacidades E_C . Se tiene entonces la ecuación siguiente:

$$I_B = f(E_C, U_A, U_B, U_C) \quad (1)$$

Con el fin de identificar el defecto, es necesario estimar la fase P_B de la corriente transmitida en el segundo conductor 8B, por ejemplo a partir de la tensión U_B que debe por tanto estimarse. A partir de la ecuación 1, la tensión U_B del segundo conductor se estima en función de la corriente I_B , del conjunto de capacidades E_C así como de la tensión U_A del primer conductor y de la tensión U_C del tercer conductor. Se obtiene por tanto la ecuación siguiente:

$$U_B = f(I_B, E_C, U_A, U_C) \quad (2)$$

En el esquema equivalente de la figura 3, se considera que, para la medida de la corriente I_B , las capacidades C_{AB} , C_{BC} , C_{AC} , así como las capacidades C_{AT} , C_{BT} y C_{CT} que se asocian directamente a una diferencia de potencial entre U_A , U_B y U_C , son despreciables. Según esta simplificación, estas capacidades no son tenidas entonces en cuenta para la medida de la magnitud G .

Además, se indica que la capacidad C_{B10} tiene una impedancia eléctrica sustancialmente superior a una resistencia interna del órgano 16 de medida del segundo sensor 10B de medida y su impacto en la medida es entonces despreciable. Según esta simplificación adicional, la capacidad C_{B10} no se tiene igualmente en cuenta para la medida de la magnitud G .

Esto permite entonces simplificar el esquema equivalente de la figura 3 y simplificar de ese modo la estimación de la tensión U_B para el segundo conductor 8B. La figura 4 muestra el esquema equivalente simplificado, en el que se representan las únicas capacidades tenidas en cuenta para la medida de la corriente I_B , correspondiente a la variable v medida, definiendo estas capacidades un conjunto reducido E_C' de tres capacidades.

La aplicación del teorema de Thévenin sobre el esquema equivalente simplificado en la figura 4 permite definir la corriente I_B como el resultado de una adición entre tres corrientes parciales I_{BA} , I_{BB} e I_{BC} distintas, cada corriente parcial I_{BA} , I_{BB} , I_{BC} se mide teniendo en cuenta, cada vez, una única diferencia de potencial entre las diferencias de potencial U_A , U_B , U_C . Cada corriente parcial I_{BA} , I_{BB} , I_{BC} es entonces función de la diferencia de potencial correspondiente y de una o varias capacidades eléctricas del conjunto E_C . Se tiene entonces la ecuación siguiente:

$$I_B = I_{BA} + I_{BB} + I_{BC} = -j\omega C_{A10}U_A + j\omega(C_{10T} + C_{A10} + C_{C10})U_B - j\omega C_{C10}U_C \quad (3)$$

En particular, la corriente parcial I_{BA} es un producto entre la tensión U_A del primer conductor y la capacidad eléctrica C_{A10} . De forma análoga, la corriente parcial I_{BC} es un producto entre la tensión U_C del tercer conductor y la capacidad eléctrica C_{C10} . Por último, la corriente parcial I_{BB} es un producto entre la tensión U_B del segundo conductor y una suma de las capacidades eléctricas C_{10T} , C_{A10} , C_{C10} .

Con el fin de estimar la tensión U_A del primer conductor y la tensión U_C del tercer conductor, para resolver la ecuación (3), el primer sensor 10A y el tercer sensor 10C son entonces tenidos igualmente en cuenta. Como se ha representado en la figura 5, el esquema equivalente simplificado representa entonces los tres sensores 10A, 10B y 10C de medida y un conjunto E_C'' de nueve capacidades, una corriente I_A correspondiente a la variable medida por el primer sensor 10A y una corriente I_C correspondiente a la variable medida por el tercer sensor 10C.

De manera análoga, se determinan las fases P_A y P_C de las tensiones U_A del primer conductor y U_C del tercer conductor escribiendo las ecuaciones 1, 2 y 3 para las corrientes I_A e I_C . Las ecuaciones 3 para las corrientes I_A , I_B e I_C se describen entonces en la forma de una única ecuación matricial, en la que un vector de las corrientes medidas I_A , I_B e I_C se estima en función de un producto entre una matriz C de capacidades y un vector U_A , U_B y U_C de las tensiones. Se tiene entonces la ecuación siguiente:

$$\begin{pmatrix} I_A \\ I_B \\ I_C \end{pmatrix} = j\omega \begin{pmatrix} C_{10T}^A + C_{B10}^A + C_{C10}^A & -C_{B10}^A & -C_{C10}^A \\ -C_{A10}^B & C_{10T}^B + C_{A10}^B + C_{C10}^B & -C_{C10}^B \\ -C_{A10}^C & -C_{B10}^C & C_{10T}^C + C_{A10}^C + C_{B10}^C \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} U_A \\ U_B \\ U_C \end{pmatrix} \quad (4)$$

La matriz C incluye M líneas y N columnas, en el que M es el número de sensores 10A, 10B, 10C de medida y N es el número de conductores 8A, 8B, 8C eléctricos. Para la red 4 eléctrica aérea, que incluye tres conductores 8A, 8B, 8C eléctricos y tres sensores 10A, 10B, 10C de medida, la matriz C es cuadrada, siendo idénticos los números M y N , es decir iguales a 3.

Las capacidades eléctricas de la matriz C se estiman en función de la posición de cada placa 18 metálica con relación a los conductores 8A, 8B, 8C eléctricos y la tierra 1 y en función de una permitividad de la atmósfera ϵ_r presente alrededor de cada sensor 10A, 10B, 10C de medida. Puesto que los sensores 10A, 10B y 10C de medida se exponen a la misma atmósfera, la permitividad ϵ_r influye en las capacidades de la matriz C de la misma manera y se convierte por tanto en un parámetro despreciable para la medida de la magnitud G .

Las capacidades se estiman así solamente en función de la posición de cada placa 18 metálica. En particular, la capacidad entre cada placa 18 metálica y la tierra 1 se estima en función de la distancia entre dicha placa 18 y la tierra 1 y la capacidad entre cada placa 18 metálica y el conductor 8A, 8B, 8C eléctrico distinto del que se une a la placa 18 metálica correspondiente se estima en función de la distancia entre dicha placa 18 y dicho otro conductor 8A, 8B, 8C eléctrico.

Las tres tensiones U_A , U_B y U_C se estiman en función de la matriz C y de las corrientes I_A , I_B e I_C , por la ecuación siguiente, obtenida a partir de la ecuación (4):

$$\begin{pmatrix} U_A \\ U_B \\ U_C \end{pmatrix} = \frac{1}{j\omega} [C]^{-1} \cdot \begin{pmatrix} I_A \\ I_B \\ I_C \end{pmatrix} \quad (5)$$

La matriz C es una matriz no singular, siendo su determinante no nulo. Esto se debe al hecho de que la suma de los coeficientes de su diagonal es sustancialmente superior a la suma de los coeficientes que no están sobre la diagonal. La matriz C es por tanto fácilmente invertible y esta inversión no genera un gran error en la estimación de las tensiones U_A , U_B , U_C .

En el ejemplo descrito, las corrientes I_A , I_B , I_C y las tensiones U_A , U_B , U_C son unas señales sinusoidales, siendo la corriente transmitida por la red 4 una corriente alterna sinusoidal. Como complemento facultativo, la red 4 transmite una corriente no sinusoidal y las corrientes I_A , I_B , I_C y las tensiones U_A , U_B , U_C son unas señales no sinusoidales.

La ecuación (5) se generaliza entonces por la ecuación siguiente:

$$\begin{pmatrix} U_A(t) \\ U_B(t) \\ U_C(t) \end{pmatrix} = \frac{1}{\epsilon_r} [C^{\epsilon 0}]^{-1} \cdot \begin{pmatrix} \int_0^t I_{R_A}(t) \\ \int_0^t I_{R_B}(t) \\ \int_0^t I_{R_C}(t) \end{pmatrix} \quad (6)$$

Se describirá ahora el funcionamiento de un procedimiento de detección de un defecto según la invención.

Cuando los conductores 8A, 8B, 8C de la red 4 eléctrica aérea son recorridos por la corriente alterna y cuando cada sensor 10A, 10B, 10C de medida se conecta eléctricamente a un conductor 8A, 8B, 8C eléctrico respectivo a través de los medios 14 de conexión eléctrica, la magnitud G eléctrica se mide para cada uno de los conductores 8A, 8B, 8C, durante una etapa 100 inicial.

La magnitud G medida es, por ejemplo, la tensión U_A , U_B , U_C de cada uno de los conductores 8A, 8B, 8C. Para estimar el valor de la magnitud G asociada a cada uno de los conductores 8A, 8B, 8C, la variable v eléctrica asociada a los medios 14 de conexión se mide por ejemplo para cada uno de dichos conductores. En el ejemplo descrito, las corrientes I_A , I_B , I_C que circulan en los medios 14 de conexión se miden entonces para estimar el valor de las tensiones U_A , U_B , U_C con la ayuda de la matriz C de las capacidades.

Los valores de las corrientes I_A , I_B , I_C medidas se transmiten entonces por la unidad 19 de tratamiento de informaciones y el emisor-receptor 20 al dispositivo 12 de detección a través de la conexión 21 radioeléctrica y el dispositivo 12 de detección estima entonces los valores de las tensiones U_A , U_B , U_C con ayuda de su unidad 23 de tratamiento de informaciones, en función de la matriz C , que está preferentemente predeterminada y de los valores de las corrientes

medidas I_A , I_B , I_C recibidas desde cada sensor 10A, 10B, 10C de medida.

Durante una etapa 110 siguiente, el algoritmo 24 de detección detecta un defecto eventual y su dirección de al menos una de las fases P_A , P_B y P_C con relación a la tierra 1, a partir de los valores estimados de las tensiones U_A , U_B , U_C .

REIVINDICACIONES

1. Detector (6) de un defecto, con relación a la tierra (1), de una fase (P_A , P_B , P_C) de una corriente alterna para una red (4) eléctrica aérea, incluyendo la red aérea al menos dos conductores (8A, 8B, 8C) eléctricos, estando adaptado cada conductor eléctrico para transmitir una fase correspondiente de la corriente alterna,
5 comprendiendo el detector (6):
 - un conjunto de sensores (10A, 10B, 10C) de medida de una magnitud eléctrica de una fase (P_A , P_B , P_C) correspondiente y
 - un dispositivo (12) de detección del defecto en función de la o las magnitudes (G) eléctricas medidas,**caracterizado porque** cada sensor (10A, 10B, 10C) de medida comprende:
10
 - + una placa (18) metálica adecuada para disponerse entre el conductor (8A, 8B, 8C) eléctrico y la tierra (1), determinándose la magnitud (G) eléctrica en función de una capacidad entre la placa (18) metálica y la tierra (1) y
 - + unos medios (14) de conexión eléctrica de la placa (18) metálica al conductor (8A, 8B, 8C) eléctrico correspondiente,**porque** cada sensor de medida está destinado a asociarse a un conductor (8A, 8B, 8C) eléctrico respectivo y
15 **porque** el dispositivo (12) de detección está adaptado para detectar el defecto en función de cada magnitud (G) eléctrica medida y de un conjunto de parámetros (E_P) dependiendo de un conjunto de las capacidades (E_C) eléctricas en los conductores (8A, 8B, 8C) eléctricos.
2. Detector (6) según la reivindicación 1, en el que cada sensor (10A, 10B, 10C) comprende además un órgano (16) de medida de una variable eléctrica (I_A , I_B , I_C) asociada a los medios (14) de conexión, determinándose la magnitud eléctrica en función además de la variable eléctrica medida.
20
3. Detector (6) según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la variable eléctrica (I_A , I_B , I_C) asociada a los medios (14) de conexión es una corriente (I).
4. Detector (6) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que cada sensor (10A, 10B, 10C) de medida es un sensor de tensión, siendo la magnitud (G) eléctrica medida una tensión (U_A , U_B , U_C) del conductor (8A, 8B, 8C) eléctrico respectivo.
25
5. Detector (6) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las capacidades (E_C) eléctricas se estiman en función de la posición de cada placa (18) metálica con relación a los conductores (8A, 8B, 8C) eléctricos y la tierra (1), así como de la permitividad (ϵ_r) de la atmósfera alrededor de cada placa (18) metálica.
6. Detector (6) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que las capacidades eléctricas se estiman en función solamente de la posición de cada placa (18) metálica con relación a los conductores (8A, 8B, 8C) eléctricos y la tierra (1).
30
7. Detector (6) según la reivindicación 6, en el que el conjunto de las capacidades (E_C) incluye, para cada placa (18) metálica, solamente la capacidad entre la placa (18) metálica y la tierra (1) y la capacidad entre la placa (18) metálica y cada conductor (8A, 8B, 8C) eléctrico distinto de aquel al que se une eléctricamente la placa (18) metálica correspondiente.
35
8. Detector (6) según la reivindicación 7, en el que cada capacidad se estima en función de la distancia entre la placa (18) metálica y el elemento entre la tierra (1) y el conductor (8A, 8B, 8C) eléctrico distinto de aquel al que se une eléctricamente la placa (18) metálica correspondiente.
9. Detector (6) según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el conjunto de los parámetros (E_P) está en forma de una matriz (C) de las capacidades, incluyendo la matriz (C) M líneas y N columnas, siendo M el número de los sensores (10A, 10B, 10C) de medida y siendo N el número de los conductores (8A, 8B, 8C) eléctricos, siendo la matriz (C) preferentemente cuadrada y siendo iguales los números M y N.
40
10. Detector (6) según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el detector (6) incluye unos medios (15) de conexión mecánica de cada sensor (10A, 10B, 10C) de medida a un conductor eléctrico respectivo, estando configurados los medios (15) de conexión mecánica para que la distancia entre dicha placa (18) metálica y el conductor (8A, 8B, 8C) correspondiente esté comprendida entre 0 mm y 100 mm, preferentemente sustancialmente igual a 50 mm.
45
11. Procedimiento de detección, con ayuda de un detector (6), de un defecto, con relación a la tierra (1), de una fase (P_A , P_B , P_C) de una corriente alterna para una red (4) eléctrica aérea, incluyendo la red aérea al menos dos conductores (8A, 8B, 8C) eléctricos, estando adaptado cada conductor eléctrico para transmitir la fase correspondiente de la corriente alterna,
50 comprendiendo el procedimiento las siguientes etapas:

- a) la medida (100), a través de al menos un sensor (10A, 10B, 10C) de medida del detector (6), de una magnitud (G) eléctrica relativa a al menos un conductor (8A, 8B, 8C) eléctrico, estando conectado eléctricamente cada sensor (10A, 10B, 10C) de medida con el conductor (8A, 8B, 8C) correspondiente,
- b) la detección (110) del defecto en función de la o las magnitudes eléctricas medidas,

5 **caracterizado porque** el detector (6) es según una de las reivindicaciones anteriores.

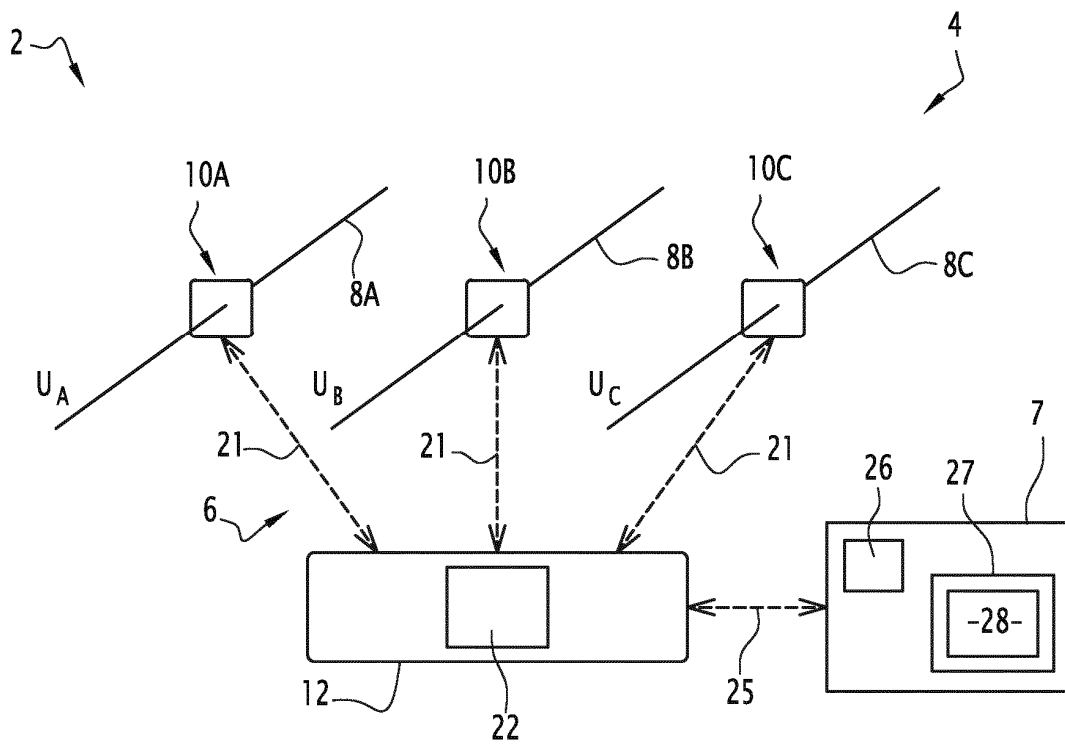


FIG. 1

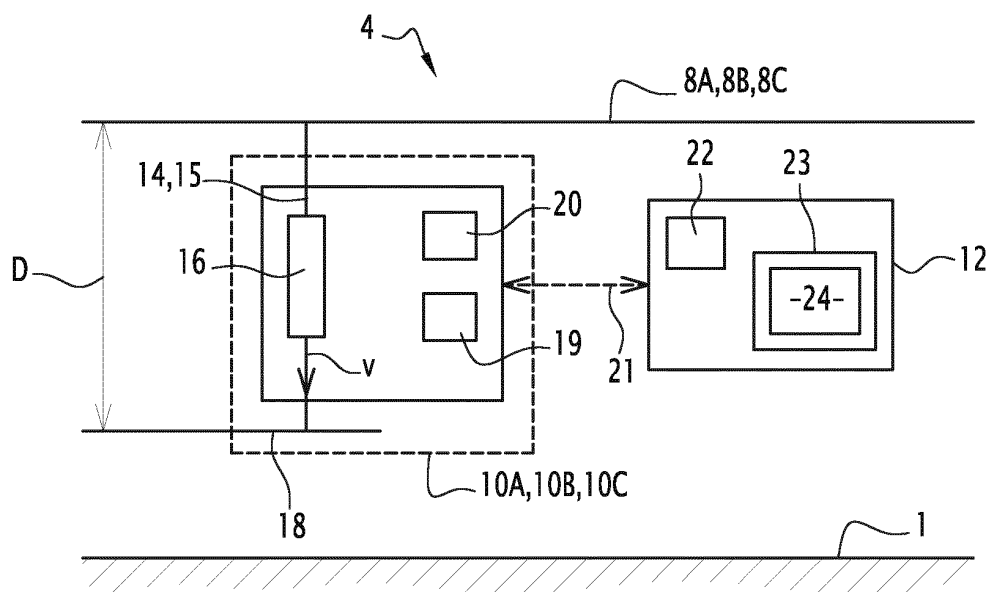


FIG. 2

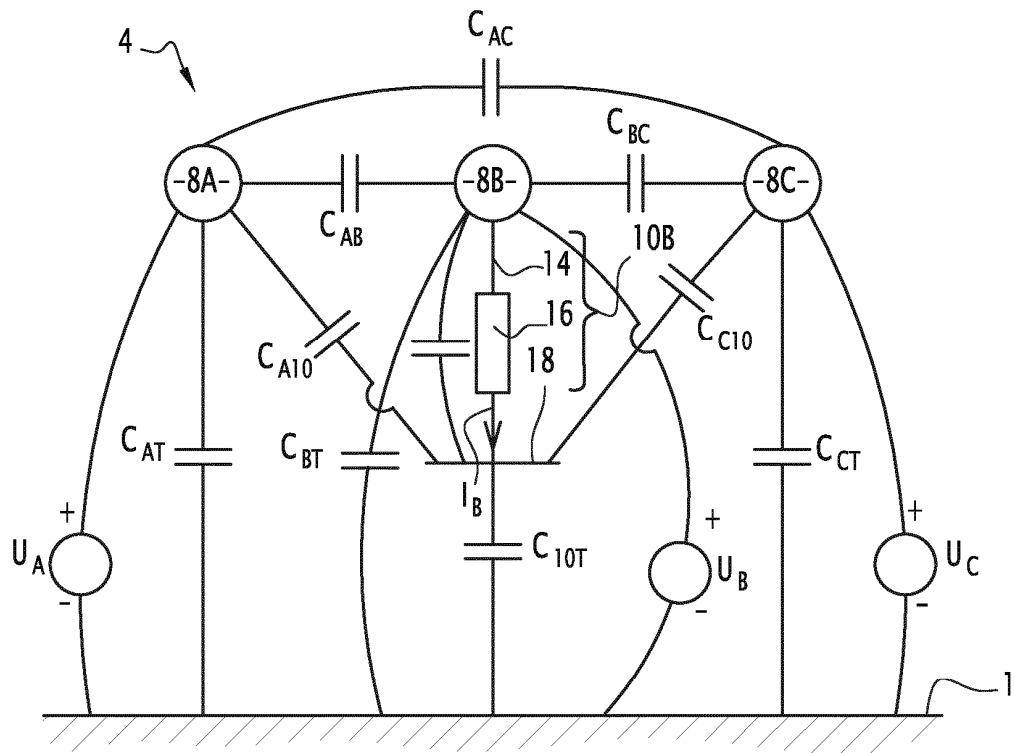


FIG.3

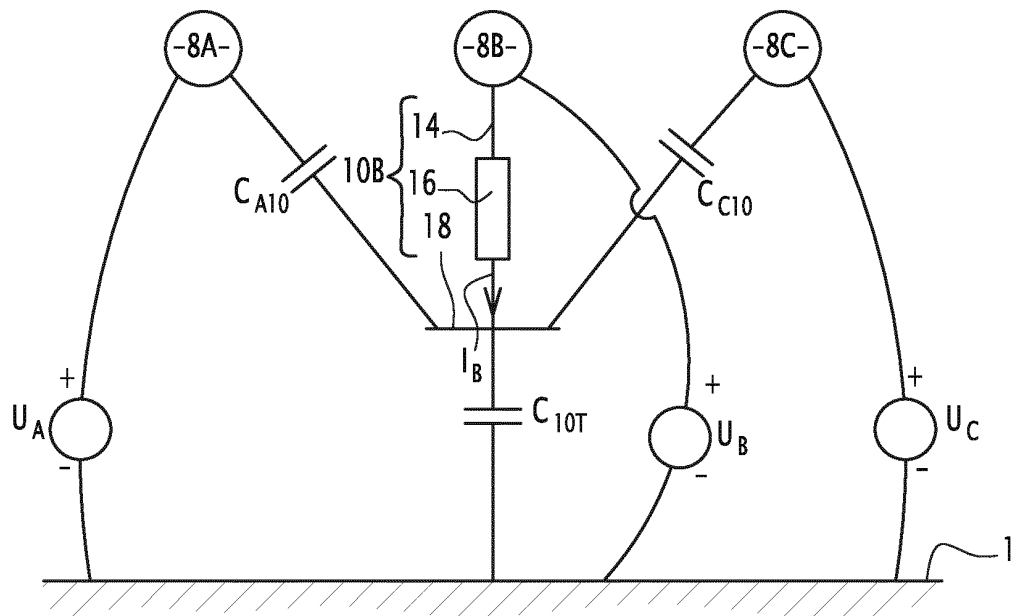


FIG.4

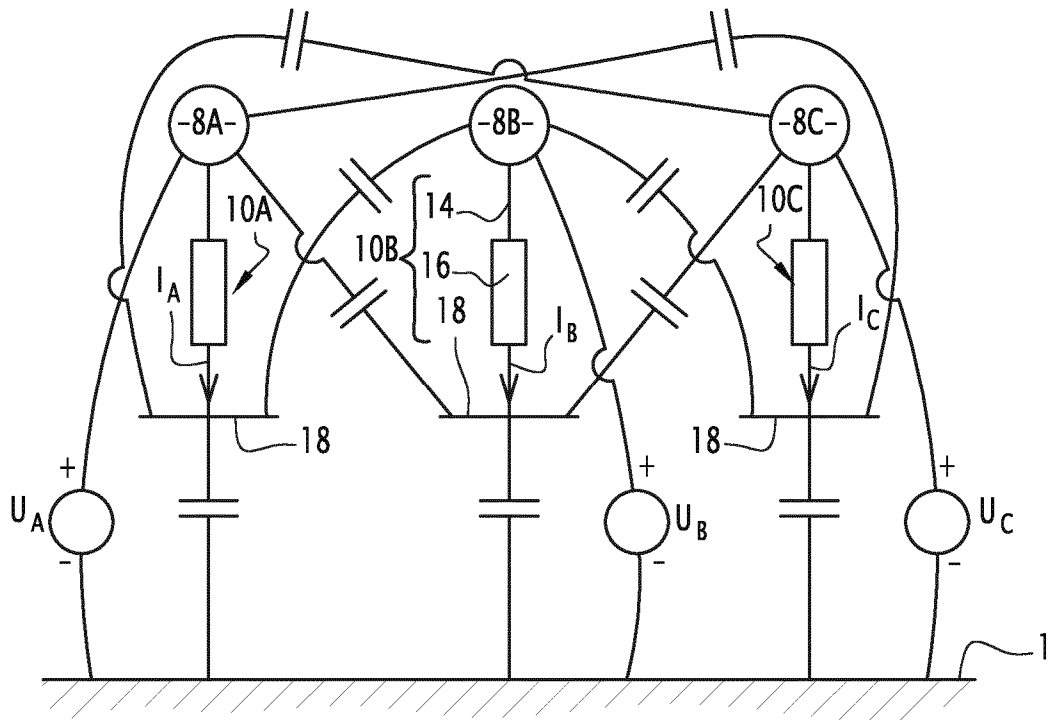


FIG.5

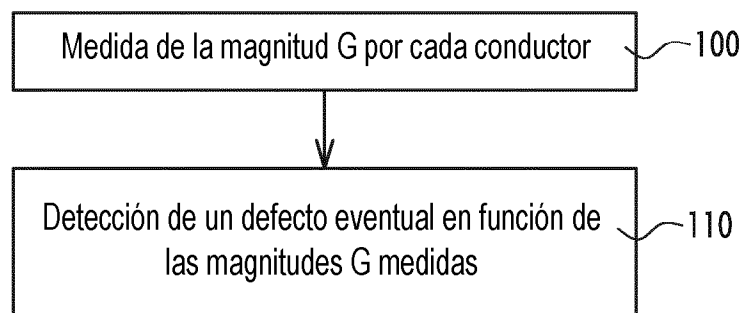


FIG.6